

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**  
**CLEONICE BISPO DE OLIVEIRA**

**FERTILIDADE DAS CAMADAS SUPERFICIAIS DO  
SOLO EM DIFERENTES ESTÁGIOS SUCESSIONAIS,  
NO DOMÍNIO DA MATA ATLÂNTICA, NO NORDESTE  
DO ESTADO DE SÃO PAULO**

**TAUBATÉ – SP**  
**2008**

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

**FERTILIDADE DAS CAMADAS SUPERFICIAIS DO SOLO EM  
DIFERENTES ESTAGIOS SUCESSIONAIS, NO DOMÍNIO DA  
MATA ATLÂNTICA, NO NORDESTE DO ESTADO DE SÃO  
PAULO**

**CLEONICE BISPO DE OLIVEIRA**

Licenciada em Ciências Biológicas

Orientador: Prof. Dr. **SERAFIM DANIEL BALLESTERO**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais da Universidade de Taubaté, para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.  
Área de Concentração: Ciências Ambientais.

**Taubaté-SP  
2008**

**Ficha catalográfica elaborada pelo  
SIBi – Sistema Integrado de Bibliotecas / UNITAU**

O48f Oliveira, Cleonice Bispo de  
Fertilidade das camadas superficiais do solo em diferentes  
estágios sucessionais, domínio da Mata Atlântica, no nordeste do  
Estado de São Paulo / Cleonice Bispo de Oliveira. - 2008.  
56f. : il.  
Dissertação (mestrado) - Universidade de Taubaté, Departamento de  
Ciências Agrárias, 2008.  
Orientação: Prof. Dr. Serafim Daniel Ballesterio, Departamento de  
Ciências Agrárias.  
1. Serapilheira. 2. Pastagem. 3. Mata Atlântica. 4. Mata secundária.  
I. Título.

**CLEONICE BISPO DE OLIVEIRA****FERTILIDADE DAS CAMADAS SUPERFICIAIS DO SOLO EM  
DIFERENTES ESTÁGIOS SUCESSIONAIS, NO DOMÍNIO DA  
MATA ATLÂNTICA, NO NORDESTE DO ESTADO DE SÃO  
PAULO**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais da Universidade de Taubaté, para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.  
Área de Concentração: Ciências Ambientais.

Dissertação aprovada em 12/03/2008

**Banca Examinadora**

Comissão Julgadora	Instituição
Prof. Dr. Serafim Daniel Ballesterio	Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais - UNITAU
Prof. Dr <sup>a</sup> . Simey Thury Vieira Fisch	Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais - UNITAU
Prof. Dr. Eduardo Pereira Cabral Gomes	Instituto de Botânica – USP/ SP

Prof Dr. Serafim Daniel Ballesterio  
Orientador

*DEDICO*

*Aos meus queridos pais Ivanilda  
e José que muito me  
incentivaram nessa árdua  
caminhada.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus que sempre esteve presente em minha vida

Ao Prof Dr Serafim Daniel Ballestero pela dedicação e competente orientação, que muito me ajudou a aprender e principalmente a crescer.

Aos meus queridos sobrinhos Karen e Alan que me ouviram mesmo sem nada entender.

A minha amiga Vanessa pela amizade, dedicação e companheirismo impar. Agradeço-a ainda por todos os “favores” e “caronas” fundamentais para a conclusão desse trabalho.

Aos Drs. membros da banca de qualificação, que me ajudaram com valiosas sugestões no trabalho.

A todos os colegas que me auxiliaram nas coletas de campo

Aos funcionários do laboratório de solos do Departamento de Ciências Agrárias da Universidade de Taubaté que me ajudaram com as análises de solo.

Ao meu grande amor Thiago, sem o qual essa dissertação não teria chegado ao fim ,a ele que me auxiliou nos momentos difíceis, que soube me apoiar , me incentivar, me compreender e principalmente me amar.

Por fim agradeço a todos que de maneira direta ou indireta contribuíram para realização desse trabalho.

## **FERTILIDADE NAS CAMADAS SUPERFICIAIS DO SOLO EM DIFERENTES ESTAGIOS SUCESSIONAIS NO DOMÍNIO DA MATA ATLANTICA, DO NORDESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO.**

### **RESUMO**

Autora: Cleonice Bispo de Oliveira

Orientador: Prof. Dr. Serafim Daniel Ballestero

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a variação da fertilidade na camada superficial do solo em áreas com cobertura de Mata Atlântica primária, nos estágios sucessionais iniciais e tardios localizados na Serra do Mar e Serra da Mantiqueira e áreas de pastagem com o objetivo de se quantificar os níveis de degradação e recuperação através de indicadores químicos de impacto ambiental do solo. Foi estudada a disponibilidade de nutrientes nas camadas superficiais do solo em função da ciclagem de matéria orgânica correlacionando com diferentes tipos cobertura vegetal. Foram coletadas amostras considerando cinco pontos por fragmentos distribuídos aleatoriamente coletando o solo nas camadas 0-20 e 20-40 cm de profundidade após ter sido retirado à camada de serapilheira. Foram analisados os atributos químicos relacionados à disponibilidade de nutrientes avaliando-se os teores de MO%, C%, N%, K, Ca, Mg, H, Al, P, e os índices de fertilidade pH, SB, T, V% e m%. Para o estudo da variação comparativa da quantidade da serapilheira foram coletadas cinco amostras aleatoriamente nos fragmentos florestais retirando-se o material orgânico superficial em uma área de 1m<sup>2</sup> de pontos previamente escolhidos. A análise dos dados demonstrou que a produção de serapilheira da mata primária foi 41,48% superior à da mata secundária tardia e 62,45% à da mata inicial. O teor de matéria orgânica da camada 0-20 cm da mata primária foi 14,23% superior ao da mata tardia e 25,18% ao da mata inicial. Quanto à disponibilidade de macronutrientes observou-se em geral que na camada 0-40 cm os teores dos macronutrientes se encontram nas classes de alta a média para a cobertura de mata primária e média a baixa para os fragmentos de mata secundárias tardia, inicial e de pastagens. A análise percentual demonstrou que os nutrientes que apresentaram maiores variações da cobertura de mata primária em relação às demais coberturas foi inicialmente o cálcio, seguidos do potássio, nitrogênio e fósforo. O magnésio foi o que apresentou a menor variação. O balanço do

estado nutricional do solo demonstrou que a cobertura de mata primária apresenta as melhores condições de disponibilidade de nutrientes para o desenvolvimento das plantas caracterizando como um ecossistema em equilíbrio com o retorno de nutrientes ao solo pelo processo de ciclagem.

Palavras chaves: Serapilheira, pastagem, Mata Atlântica, mata secundária.

## **SOIL FERTILITY IN SUPERFICIAL LAYERS FROM DIFFERENTS SUCCESSIONS PERIODS IN ATLANTIC RAIN FOREST FROM NORTHEAST OF SÃO PAULO STATE, BRAZIL.**

### **SUMMARY**

**Author:** Cleonice Bispo de Oliveira

**Adviser:** Prof. Dr. Serafim Daniel Ballestero

In present study we evaluate the fertility variation in superficial layer of the soil in areas with primary Atlantic Forest cover, initial and late successions stages placed in Serra do Mar and Serra da Mantiqueira and pasture areas with aims to quantify the levels of degradation and recuperation through environmental chemical impacts in soil indicators. The nutrients available were studied on superficial layers in function of organic matter cyclage, correlating with different kinds of plant cover. Samples were randomly collected in five points per fragments getting the soil in layers with 0-20 and 20-40 cm of deepness, after litter removal. Chemicals attributes related to nutrients available were analyzed by MO%, C%, N%, K, Ca, Mg, H, Al, P indicators and fertility indexes pH, SB, T, V% and m%. To comparative study of litter variation we collected randomly five samples in forestals fragments, taken off the organic matter in a place with 1m<sup>2</sup> from points previously chosen. The analysis showed that litter production from primary forest was 41.48% superior to late secondary forest and 62.45% than initial secondary forest. Organic matter data in layer 0-20 cm from primary forest was 14.23% superior to late forest and 25.18% than initial forest. Macronutrients in 0-40 cm layer is classified high to medium to primary forest cover and medium to low for the fragments of late and initial secondary forest and pastures. The percentage analyses shows that the most nutrients fond in primary forest cover in relationship to others cover was initialing calcium, fallowed to potassium,



nitrogen and phosphorus. Magnesium showed less variation. The nutritional balance state of the soil, demonstrate that primary forest cover shows the best conditions of nutrients available to plant growing, characterizing an ecosystem in equilibrium with nutrients returns to soil through cyclage process.

Key words: Litter, pasture, Atlantic Rain Forest, secondary forest.

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Páginas</b>
<b>Figura 1</b> – Mapa de localização das áreas estudadas	15
<b>Figura 2</b> – Cobertura de Mata Inicial do Núcleo de Santa Virgínia	17
<b>Figura 3</b> – Cobertura de Mata Atlântica Secundária Tardia da Reserva de Pedra Branca.	18
<b>Figura 4</b> – Cobertura de Mata Atlântica Secundária Tardia da Reserva de Pedra Branca.	19
<b>Figura 5</b> – Coleta e separação das frações da serapilheira	22
<b>Figura 6</b> – Coleta e separação das frações da serapilheira	23
<b>Figura 7</b> – Variação percentual da serapilheira total nas diferentes coberturas.	28
<b>Figura 8</b> – Relações entre a quantidade de serapilheira e os teores de matéria orgânica do solo.	25

## LISTA DE TABELAS

	<b>Páginas</b>
<b>Tabela 1</b> – Limites de interpretações das determinações relacionadas com a acidez do e concentração de bases de alumínio.	20
<b>Tabela 2</b> – Limites de interpretações dos teores de potássio e fósforo em solos.	21
<b>Tabela 3</b> – Limites de interpretação de teores de $\text{Ca}^{2+}$ e $\text{Mg}^{2+}$	21
<b>Tabela 4</b> - Limites de interpretação das determinações relacionadas com a porcentagem de saturação de bases e em alumínio do solo total (Kg/m) dos fragmentos florestais com diferentes estágios de desenvolvimento.	21
<b>Tabela 5</b> - Medidas variação dos atributos químicos do solo dos fragmentos florestais nas profundidades 0-20 e 20-40cm	26
<b>Tabela 6</b> - Medidas variação dos atributos químicos do solo dos fragmentos florestais nas profundidades 0-20 e 20-40 cm.	28

<b>Tabela 7</b> - Medidas de variação dos atributos químicos do solo dos fragmentos florestais nas profundidades 0-20 e 20-40cm.	28
<b>Tabela 8</b> - Medidas de variação dos atributos químicos do solo dos fragmentos florestais nas profundidades 0-20 e 20-40cm.	29

## SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
SUMMARY.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE TABELAS.....	x
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	02
2.1. Mata Atlântica.....	02
2.2. Mata primária e qualidade edáfica.....	03
2.3. Sucessão Florestal.....	05
2.4 Regeneração natural.....	06
2.5 Degradação.....	08
2.6 Ciclagem de nutrientes.....	09
2.6.1. Retorno dos nutrientes através da camada de serapilheira.....	11
2.7 Características Químicas e mineralógicas.....	14
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	15
3.1 Descrição das áreas.....	15
3.2 Avaliação da fertilidade do solo.....	19
3.3 Avaliação da quantidade de serapilheira depositada.....	22
4 RESULTADOS .....	24
4.1. Produção de serapilheira e teores de matéria orgânica na camada superficial dos estágios sucessionais.....	24
4.2 Análise da variação dos atributos químicos do solo nos estágios sucessionais com diferentes idades e nas profundidades 0-20 e 20-40cm.....	25
5. DISCUSSÃO.....	31
6. CONCLUSÕES.....	37
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38

## 1. INTRODUÇÃO

As florestas primárias são consideradas ecossistemas vegetais em equilíbrio ou em condição ideal de preservação ambiental, podendo ser utilizada como referencial para comparação com áreas desmatadas, áreas alteradas antropicamente ou áreas em processos de degradação. O estado de equilíbrio dos parâmetros de fauna, flora e edáficos desses ecossistemas poderão ser utilizados para a avaliação dos níveis de impacto em áreas que foram utilizadas em algum sistema exploratório (FEARNSIDE, 1995).

O conceito de degradação tem sido geralmente associado aos efeitos ambientais considerados negativos ou adversos e que decorrem principalmente de atividades ou intervenções antrópicas. Raramente o termo se aplica às alterações decorrentes de fenômenos ou processos naturais. O conceito tem variado segundo a atividade em que esses efeitos são gerados, bem como em função do campo do conhecimento humano em que são identificados e avaliados.

As utilizações de pastagens para a criação bovina em sistemas extensivos necessitam de grandes áreas que necessariamente devem ser desmatadas alternado o equilíbrio natural no ecossistema. Quando essas áreas são devidamente cultivadas utilizando a tecnologia adequada sofrem menos a ação de degradação, no entanto, é prática usual o abandono, quando a fertilidade do solo não consegue manter a produtividade esperada, originando grandes áreas de pasto sujo, severamente degradadas ( KAGEYAMA & GANDARA, 2000).

A regeneração florestal ocorre nas áreas de pastagem abandonada, porém é um processo lento e que leva muito tempo para a completa recuperação da cobertura vegetal. Nesse período é comum a ocorrência de processos erosivos que depauperam o solo, diminuindo sua fertilidade e dificultando a própria recomposição florestal.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a variação da fertilidade da camada superficial do solo em coberturas florestais com diferentes estágios sucessionais de regeneração e em área de pastagem degradada a fim de se quantificar os níveis de degradação que possuem em função da qualidade ambiental do solo.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 – Mata Atlântica**

As florestas tropicais em todo mundo vem sendo ameaçadas pela degradação descontrolada e pela sua conversão para outros tipos de usos da terra, sob a influencia da crescente demanda por produtos florestais, da expansão agrícola e do mau manejo dos recursos naturais existentes (SIMINSKI et al., 2004).

Com a destruição acelerada das florestas tropicais, grande parte da biodiversidade presente nestes ecossistemas está se perdendo, antes mesmo que se tenha inteiro conhecimento de sua riqueza natural. O Brasil se destaca como um dos países possuidores de maior biodiversidade, mas que, no entanto, vem sendo ameaçada pela ação antrópica. (BORÉM et al., 2002).

A Mata Atlântica, é o ecossistema tropical em estado mais crítico de degradação do mundo (VIANA & TABANEZ;1996), que se estende por toda faixa litorânea do Brasil, do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul, representava originalmente 12% da cobertura florestal do território nacional (Brown & Brown, 1992). Entretanto após séculos de exploração incessante (DEAN, 1995), apenas cerca de 5 a 12% da extensão original desse bioma permanece (BROWN & BROWN, 1992), na forma de fragmentos isolados de mata, imersos numa matriz dominadas por pastagens e áreas agrícolas.

Atualmente a maioria dos remanescentes de Mata Atlântica estão representados apenas por fragmento de formações secundárias. Os poucos núcleos que ainda podem ser caracterizados como floresta primária se localiza em regiões de maior altitude e de difícil acesso (REIS et al.,1995).

Apesar de séculos de destruição a Mata Atlântica possui altos níveis de diversidade biológica e endemismo, contendo 7% das espécies mundiais, muitas endêmicas no status de ameaçadas de extinção (QUINTELA, 1990) O fato de ser um dos ecossistemas mais ameaçados do mundo, faz com que esse bioma seja considerado um dos cinco mais importantes “hotspots” para a conservação da biodiversidade do planeta (MYERS et al., 2000).

A Mata Atlântica pode ser subdividida em duas regiões por diferenças pluviométricas e climáticas (JOLY et al., 1991 e LEITÃO FILHO, 1993). A primeira é constituída pela Floresta Ombrófila, a qual originalmente cobria toda a extensão da costa atlântica brasileira, e a segunda pela Floresta Semidecídua, situada a oeste estendendo-se à região de planalto. A Floresta Semidecídua possui uma precipitação média anual inferior a da Floresta Ombrófila, com uma pronunciada estação seca durante o outono e o inverno.

Segundo JOLY et al.(1991) as três formações florestais da Mata Atlântica, são as matas das planícies litorâneas, as matas de encosta e as matas de altitude. De acordo com o sistema de classificação do IBGE (1992) este bioma abrange as seguintes vegetações: Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual, Mangues, Restingas, Campos de Altitude, Brejos Interioranos, Encraves Florestais do Nordeste.

## **2.2 – Mata primária e qualidade edáfica**

Ainda que existam algumas divergências quanto à definição e distribuição original, pode-se atribuir o termo genérico de floresta pluvial Atlântica ao conjunto de florestas tropicais perenifólias que recobriram, em outros tempos, uma faixa quase contínua ao longo do Brasil oriental, do Rio Grande do Norte (6° N) ao Rio Grande do Sul (30° S). Corresponde à floresta ombrófila densa (floresta pluvial tropical), que inclui formações com fisionomias distintas segundo o gradiente altitudinal ou posição topográfica em aluvial, das terras baixas, submontana, montana e alto montana. A Serra do Mar corresponde a maior parte dessa grande formação florestal litorânea seguida pela formação da Serra da Mantiqueira nos estados de São Paulo e Minas Gerais. (VELOSO et al., 1991).

Dia a dia as florestas tropicais e subtropicais estão sendo destinadas a outros usos que não a manutenção da cobertura florestal, daí a necessidade de serem desenvolvidas estratégias de conservação que tenham como objetivo reduzir ao mínimo a perda de espécies que está ocorrendo. No entanto, para poder planificar e manejar essas formações florestais é necessário conhecer a influência dos fatores edáficos na distribuição e fisiologia da vegetação, bem como nos processos de manutenção da fertilidade natural através da ciclagem de nutrientes. (SANCHEZ & LOGAN, 1992).



Os estudos que associam a vegetação a fatores abióticos, sobretudo os solos e o relevo, são muito variados e, de certa forma, complementares. Enquanto grande parte tem enfoque ecológico e se concentra nas características da vegetação, tentando associá-la a atributos dos horizontes superficiais do solo, alguns dão maior ênfase ao relevo, descrevendo minuciosamente suas unidades fundamentais e a dinâmica dos processos superficiais (SIMONETTI, 2001).

Os declives acentuados, as temperaturas e a umidade elevadas e relativamente constantes e a cobertura vegetal densa e desenvolvida conferem às coberturas da Serra do Mar e Serra da Mantiqueira um caráter altamente dinâmico que condicionam a formação de solos com profundidade efetiva suficiente para permitir um bom desenvolvimento radicular das espécies vegetais. As escarpas serranas são, de fato, sujeitas aos mais intensos processos erosivos de todo o território brasileiro e são caracterizadas pela presença de solos do tipo neossolos (litossolos) e cambissolos (CRUZ, 1982).

Na Serra do Mar o manto de intemperismo é geralmente profundo no alto dos interflúvios e nas bordas dos patamares, onde pode atingir várias dezenas de metros de espessura, e menos espesso nos fundos de vale e nas vertentes muito íngremes (CRUZ, 1974).

Na Serra da Mantiqueira, resultados semelhantes foram encontrados por BALLESTERO et al. (2000), ao estudarem um fragmento florestal, com cobertura de mata secundária tardia, em um levantamento semidetalhado de solos na região de Tremembé localizada no sopé da formação cristalina.

No estudo da ciclagem de nutrientes, a quantificação das reservas minerais e orgânicas e suas transferências entre compartimentos são de extrema importância para entender e comparar os diferentes ecossistemas e suas inter-relações com o meio. No ecossistema florestal, essas reservas acumulam-se na vegetação, nos animais, na serapilheira e no solo. Este último, além de servir como substrato para a vegetação, constitui importante compartimento de onde é retirada a maior parte dos nutrientes necessários à sobrevivência das plantas. (MEDWECKA-KORNAS, 1970).

Nesses ambientes a matéria orgânica representa um componente de importância vital para a maioria dos processos funcionais que ocorrem no solo sendo que a maior contribuição para a formação das camadas húmicas do solo da floresta é dada pela ciclagem dos detritos vegetais que caem da própria floresta sobre a superfície do solo (GOSZ et al., 1976; MEDWECKA-KORNAS, 1970; SINGH, 1968).

A variação das espécies nos extratos vegetais está relacionada às variações de muitos fatores, incluindo os edáficos, que são consequência da composição física e química do solo em função de sua posição espacial, ou seja, da variação do gradiente a latitudinal (CLARK & CLARK, 1996).

### **2.3 - Sucessão Florestal**

A sucessão florestal ocorre logo após uma perturbação, seja ela natural ou provocada pela ação antrópica. Atualmente quase todas as discussões sobre sucessão consideram como sucessão apenas a secundária, que pode ser definida como sendo um conjunto de comunidades vegetais que surge logo após impacto natural ou antrópico. É caracterizado por estádios sucessionais bem demarcado e que tendem a reconstituir a vegetação original, sendo um mecanismo de auto-renovação das florestas tropicais por meio da cicatrização de locais perturbados (KLEIN, 1980; KAGEYAMA e CASTRO, 1989). Mudanças na estrutura (área basal, densidade, estratificação do dossel), riqueza e composição de espécies, e no funcionamento florestal (ciclagem de nutrientes, produtividade primária líquida, luminosidade) ocorrem através de uma seqüência de eventos e processos após o abandono da terra (GUARIGUATA & OSTERTAG, 2001).

Segundo FERRAZ et al (2004) a classificação baseada na sucessão florestal foi sugerida por vários autores, porém cada classificação implica em uma simplificação que reduz o grau de informações, tornando-se difícil formular um modelo de aceitação geral. BUDOWSKI (1965) sugeriu a classificação em quatro grupos: Pioneiras, secundárias precoces, secundárias tardias e clímax. HARTSHOM (1980), baseado na regeneração natural, dividiu as espécies em tolerantes e intolerantes à sombra. Apenas dois grupos foram propostos por SWAINE & WHITMORE (1988), separando as pioneiras das não pioneiras (ou clímax) através de um conjunto de características associadas. Além de DENSLOW (1980), que distinguiu entre especialistas de sub-bosque, de clareira pequena e de clareira grande, outros autores preferiram também três grupos ecológicos, p.ex. VÁSQUEZ-YANES & SADA (1985), KAGEYAMA & VIANA (1989) citam os grupos como: Pioneiras, Oportunistas e Clímax, associando um conjunto de características a cada grupo.

A classificação ecológica representa uma ferramenta eficaz na descrição das características biológicas e dos mecanismos relacionados às respostas das plantas aos diversos tipos de distúrbios. Ela tem sido utilizada em estudos relacionados à diversas áreas ecológicas: (1)Proposição de modelos globais relacionados ao funcionamento da

vegetação; (2) Influência de fatores ambientais sobre a flora regional; (3) Efeitos de distúrbios específicos sobre a flora local (MCINTRE et al., 1999).

Os modelos mais recentes de sucessão florestal sugerem que a maioria das espécies se estabelece logo depois da perturbação, e que as mudanças seqüenciais na fisionomia são determinadas pela dominância das espécies, que possuem diferentes taxas de crescimento, tolerância à sombra, longevidade e tamanho na maturidade. Logo após o distúrbio que inicia o processo de sucessão secundária, a flora e fauna recolonizam gradualmente a área em sucessão, que num primeiro momento apresenta maior número de plantas juvenis (SANTOS et al,2007)

## **2.4 – Regeneração natural**

O estudo sobre a regeneração natural de fragmentos florestais iniciou-se em Burma, na Índia, no final do século XIX, porém o número de trabalhos nessa linha de pesquisa somente teve incremento significativo depois da realização do “Conference of State Forest Officers” em 1914 (JARDIM & HOSOKAWA, 1987).

A regeneração natural pode ser definida como sendo o processo evolutivo da vegetação até a formação de uma floresta, após perturbações (POGGIANI, 1989). É portanto, parte do ciclo do crescimento da floresta e refere-se às fases iniciais do seu estabelecimento (BONGERS, 1995).

O termo “regeneração natural” tem um conceito de avaliação muito amplo. Para FINOL (1971) todos os descendentes de plantas arbóreas que se encontram entre 0,10 m de altura até o limite de 10 cm de Diâmetro à Altura do Peito (DAP) são definidos como indivíduos de regeneração natural. ROLLET (1978) e VOLPATO (1994) consideraram como regeneração natural todos os indivíduos com DAP inferior a 5 cm. ROLLET (1978) considera ainda como regeneração às fases juvenis das espécies, onde cada classe diamétrica se constitui em regeneração da fração do povoamento da mesma espécie com diâmetro superior a essa classe.

O surgimento e estabelecimento da regeneração natural em florestas tropicais estão relacionados a fatores condicionantes como: a fenologia, a dispersão de sementes, as condições adequadas de umidade, temperatura, oxigênio e luz (YARED, 1996). Entretanto, a dinâmica da regeneração natural vai depender também da extensão e do tipo de perturbação, da proximidade onde se encontram as fontes produtoras de

propágulos, da disponibilidade de agentes dispersores, da herbivoria de plântulas, da competição com gramíneas agressivas (TORIOLA et al., 1998), das condições microclimáticas, dos aspectos físicos e químicos do solo e da compactação do mesmo (PARROTA, 1993; HOLL & KAPPELLE, 1999).

A regeneração natural é a base para a sobrevivência e desenvolvimento do ecossistema florestal. Estudá-la possibilita o conhecimento da relação entre espécies e da quantidade destas na formação do estoque da floresta, bem como suas dimensões e distribuição na comunidade vegetal, oferecendo dados que permitem previsões sobre o comportamento e o desenvolvimento da floresta no futuro (CARVALHO, 1982), oferecendo ainda, subsídios para o desenvolvimento de planos de manejo adequados à conservação das florestas (BLANCHARD & PRADO, 1995).

Alguns trabalhos de fitossociologia começam a dar ênfase à regeneração natural (DURIGAN & NOGUEIRA, 1990; Rodrigues, 1991; IMANÃ-ENCINAS, 1995), no entanto, a maioria dos trabalhos considera uma ou poucas espécies, não havendo uma padronização quanto ao tipo de parcelas usadas no levantamento, qual o DAP considerado na amostragem dos indivíduos adultos e da regeneração, o que dificulta ainda mais a comparação dos poucos dados disponíveis sobre o tema.

## 2.5 – Degradação

O conceito de degradação tem sido geralmente associado aos efeitos ambientais considerados negativos ou adversos e que decorrem principalmente de atividades ou intervenções antrópicas. Raramente o termo se aplica às alterações decorrentes de fenômenos ou processos naturais. O conceito tem variado segundo a atividade em que esses efeitos são gerados, bem como em função do campo do conhecimento humano em que são identificados e avaliados.

A abordagem biológica comumente trata de aspectos relacionados à evolução de ecossistemas. CAIRNS JR. (1986) considera o conceito de **perturbação** ou **distúrbio** como alteração resultante de atividades antrópicas e que não pode ser corrigida rapidamente, citando três situações influenciadas pelo caráter temporal: os distúrbios súbitos e inesperados, como os decorrentes de acidentes ou falhas de origem tecnológica em processos industriais; os distúrbios que ocorrem durante período de tempo

significativo, mesmo que tenham sido detectados apenas recentemente, como os derivados de descargas de efluentes industriais: e os distúrbios planejados, como aqueles referentes à mineração em superfície.

Uma terminologia semelhante é adotada no campo geomorfológico e do paisagismo por HADLEY et al. (1987) que consideram o conceito de **perturbação** ou **distúrbio**, porém numa perspectiva espacial correlacionando-o com os efeitos geomórficos produzidos na paisagem por diferentes atividades antrópicas como mineração em superfície, urbanização, paisagem, agricultura, usos recreativos e construção civil. Reconhecem que muitos desses distúrbios tem importância menor ou são transitórios e que a paisagem pré-existente pode ser recuperada para uma forma aceitável de produtividade e em conformidade com um plano de uso prévio.

Com relação às atividades de mineração, WILLIAMS et al. (1990), admitem um conceito relacionado aos aspectos biológicos, edafológicos e hídricos afetados pela atividade extrativa, considerando que “a degradação de uma área ocorre quando a vegetação nativa e a fauna foram destruídas, removidas ou expulsas; a camada de solo for perdida, removida ou enterrada e a qualidade e regime de vazão do sistema hídrico foram alterados”.

Considerando o solo quanto ao uso agrícola, LAL et al. (1989) diferenciam processos e fatores de degradação do solo, em que os primeiros correspondem às ações e interações químicas, físicas e biológicas que afetam a capacidade de auto-regulação do solo e sua produtividade; e os segundos compreendem os agentes e catalizadores naturais ou induzidos pelo homem, que colocam em movimento os processos e causam alterações nas propriedades do solo e nos seus atributos de sustentação da vida. Entre os processos de degradação do solo induzidos pelo homem citam a compactação, erosão acelerada, desertificação, salinização, lixiviação e acidificação. Entre os fatores, mencionam a agricultura, indústria e urbanização. Citam que as alterações produzidas pelos processos geram, entre outros aspectos, efeitos negativos sobre a qualidade ambiental, estabelecendo, então, a relação com o conceito de solo enquanto espaço geográfico e, assim, o sentido amplo de **degradação do solo**.

As normas legais mais elucidativas e abrangentes expressam o conceito de **degradação da qualidade ambiental** como a “alteração adversa das características do meio ambiente” (Artigo 3º, inciso II da Lei Federal 6.938/81) e, no caso de mineração, a degradação como os “processos resultantes de danos ao meio ambiente, pelos quais se

perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, tais como a qualidade ou capacidade produtiva dos recursos ambientais” (Decreto Federal 97.632/89, que estabelece a exigência do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD, para as atividades de mineração) A combinação desses conceitos é muito próxima à definição de **degradação do solo** contida na ABNT (1989).

## 2.6 - Ciclagem de nutrientes

Na ciclagem de nutrientes os vegetais devolvem ao solo os nutrientes através da circulação da matéria. Existem dois tipos básicos de nutrientes, os micronutrientes e os macronutrientes, sendo este último essencial para o desenvolvimento das plantas. Nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) são os macronutrientes encontrados no solo.

Segundo PRINCHETT (1986) existem dois ciclos de nutrientes no ecossistema florestal. Os ciclos geoquímicos ou abertos envolvem a transferência de elementos dentro e/ou fora do ecossistema. As entradas no ecossistema são devidas aos nutrientes do ar, as precipitações, intemperização das rochas, a fixação biológica do nitrogênio e também a fertilização artificial. As saídas por outro lado, são representadas pelas perdas por erosão, lavagens, volatilização e através remoção de nutrientes pela exploração florestal. O outro ciclo denomina-se ciclo biológico ou interno, que pode ser subdividido em ciclo bioquímico (dentro da planta), e ciclo biogeoquímico entre solo e planta. Esse ciclo também é chamado de ciclo fechado e envolve algumas etapas, a saber: absorção, translocação, retenção e restituição de nutrientes, por parte da vegetação que constitui o ecossistema.

A transferência de nutrientes é representada pela deposição de serapilheira, galhos grossos e troncos, e pela morte de raízes, principalmente as finas (VOGT et al., 1986). Outro modo de transferência de nutrientes da vegetação para o solo é pelas águas de precipitação interna da floresta e de escoamento pelos troncos (ARCOVA & CICCIO, 1987).

A serapilheira é a principal via de transferência de nutrientes das plantas ao solo, em ecossistemas florestais. Assim, o estudo da ciclagem de nutrientes minerais, via serapilheira é fundamental para conhecer a estrutura e funcionamento de tais ecossistemas. A transferência de carbono, nitrogênio, fósforo e cálcio são realizados, principalmente, por esta via. O potássio é devolvido principalmente através da

precipitação interna, e o magnésio é variável entre diferentes florestas (COLE & RAPP, 1980).

È através da decomposição da serapilheira que ocorre o retorno de grande parte dos nutrientes absorvidos pelas plantas. Segundo FAULDS e WILLAMSON (1999), a velocidade de decomposição dos resíduos vegetais pode ser mais lenta ou mais rápida, conforme a sua natureza. De um modo geral, é aceite que os resíduos orgânicos de espécies resinosas se decompõem mais lentamente, devido à presença de compostos polifenólicos não hidrolizáveis, na folhada acicular produzida. Estes compostos estão presentes na estrutura das paredes celulares, dificultando o ataque por microorganismos celulolíticos e hemicelulolíticos, originando húmus do tipo *mor* ou *mull ácido* que liberta pouco azoto mineral.

Contrariamente, resíduos de espécies folhosas decompõem-se mais rapidamente devido à existência de compostos fenólicos solúveis formando húmus do tipo *mull* ou *moder*. De acordo com DUCHAUFOR (1977), o tipo de húmus formado é reflexo das condições do meio e da vegetação, exercendo uma ação determinante sobre a evolução dos horizontes minerais. Além de influenciar as características do solo, a matéria orgânica contribui para a retenção de CO<sub>2</sub>, atuando como um regulador deste gás na atmosfera, em conformidade com as mudanças climáticas.

### **2.6.1 - Retorno dos nutrientes através da camada de serapilheira**

Quantidades significativas de nutrientes podem retornar ao solo através da queda da serapilheira e sua posterior decomposição. Segundo PHILLIPSON (1969) sua produção e decomposição representam a dinâmica no fluxo de matéria e energia entre os diversos compartimentos de um ecossistema, permitindo assim, avaliar o seu funcionamento.

O estudo da serapilheira pode ser realizado através da determinação do peso seco, composição química e porcentagem de recobrimento do solo, correlacionando com as condições nutricionais da porção superficial do solo em diferentes condições de topografia e cobertura vegetal. O peso seco e composição química da serapilheira é um parâmetro muito importante na comparação de ecossistemas, já que as diferentes coberturas vegetais formam serapilheira em quantidade e qualidade diferentes, implicando em resultados diferentes na fertilidade do solo (BARBOSA et al., 2000).

Em florestas tropicais, o acúmulo da serapilheira sobre o solo, torna mais importante o estudo de aspectos da ciclagem de nutrientes, pois a nutrição dos vegetais destes ecossistemas, geralmente com baixos conteúdos de nutrientes no solo, depende de sua reciclagem (CITADINI-ZANETTE, 1995) que desempenha papel fundamental na circulação de nutrientes e nas transferências de energia entre as plantas e o solo (MEDWECKA-KORNAS,1970; SINGH,1968). A quantidade total de nutrientes minerais em uma floresta é determinada pela sua quantidade na vegetação (folhas, ramos, cascas, lenho, raízes etc.), na serapilheira e no solo (SHUMACHER et al., 2003).

BRAY & GORHAM (1964), após amplo levantamento a nível mundial, concluíram que a quantidade de serapilheira produzida anualmente pelas florestas está relacionada principalmente com as condições climáticas, sendo menor nas regiões frias e maior nas regiões equatoriais úmidas. As características químicas do solo também se refletem diretamente sobre a quantidade de serapilheira depositada e sobre a quantidade de nutrientes minerais nela contidos.

Em um povoamento de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) com 3 anos de idade, em Butiá-RS a deposição média anual de serrapilheira alcançou 5,85 Mg/ha, sendo composta por 77% de folhas, 3,7% de galhos, 2,5% de flores, 2,4% de frutos e 14,3% de fezes de lagarta. Esta produção foi inferior à encontrada para povoamentos de *Mimosa caesalpinifolia*, *Acácia mangium* e *Acácia holosericea* no Rio de Janeiro, por Andrade (1997), que foi de 10,16, 9,13 e 9,06 Mg/ha respectivamente.

POGGIANI et al. (1987) estudaram a deposição de serrapilheira em talhões experimentais de *Pinus taeda*, *Eucalyptus viminalis* e *Mimosa scabrella*, plantados em área degradada pela extração de xisto betuminoso no Paraná, onde a produção alcançou 4.391, 2.791 e 4.790 kg/ha, respectivamente. Em áreas semelhantes de mineração no mesmo estado CHIARANDA et al. (1983), avaliaram a deposição de serapilheira em talhões experimentais de *Mimosa scabrella* e *Eucalyptus viminalis*, verificando uma produção, para as duas espécies, de 6,30 e 3,00 Mg/ha, respectivamente. O padrão de deposição foi semelhante para as duas espécies, com uma queda de folhas mais acentuada no período do verão.

A deposição de serapilheira ocorre com maior intensidade no verão. O maior fornecimento de nutrientes ao solo ocorreu através da fração folhas. As frações com maiores teores de N, P e Mg foram flores e frutos, somente perdendo para as folhas e fezes quanto à concentração de Ca e não diferindo em relação ao K. A magnitude de



transferência de nutrientes ao solo, em kg/ha, foi igual a 106,2 de N > 62,8 de Ca > 41,8 de K > 9,4 de Mg > 3,4 de P (Schumacher et al.,2004).

Em uma parcela representativa de mata ciliar com vegetação do tipo "Floresta Estacional Semidecidual", localizada no centro-sul do Estado de São Paulo, a produção total de serapilheira foi de 10.646,0 kg.ha<sup>-1</sup>.a<sup>-1</sup>. A maior deposição de serapilheira e nutrientes ocorreram no final da estação seca. A transferência total de macronutrientes foi de 217,76 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 11,55 kg.ha<sup>-1</sup> de P, 52,79 kg.ha<sup>-1</sup> de K, 199,80 kg.ha<sup>-1</sup> de Ca e 38,70 kg.ha<sup>-1</sup> de Mg. A serapilheira acumulada foi estimada em 6.227,25 kg.ha<sup>-1</sup>, a estimativa da taxa instantânea de decomposição (K), de 1,71; e o tempo necessário para o desaparecimento de 50 e 95% da serapilheira produzida foi de 150 e 639 dias, respectivamente (VITAL et al , 2004).

Em um povoamento de Araucária angustifolia os mesmos autores observaram um acúmulo de 6,96 Mg/ha, composta por 74% de acículas e 26% de galhos. Ocorreu uma marcante sazonalidade de deposição, com picos entre a primavera e o verão, diminuindo nos meses de outono e inverno, de acordo com a variação da precipitação média mensal. As acículas e galhos foram responsáveis por devolver ao piso florestal 84 e 16% do total dos nutrientes, que foi de 254,3 kg/ha. O cálcio foi o nutriente de maior devolução (177,1 kg/ha). A quantidade expressiva de nutrientes devolvidos ao solo demonstra a importância da serapilheira na manutenção da capacidade produtiva do sítio.

Em um trecho de Floresta Atlântica com características primárias foi observada uma produção de serapilheira, oriunda de bromélias, igual a 327,8 kg/ha, o que representou 3,1% da serapilheira total produzida no mesmo período (10.690,9kg/ha). A contribuição da serapilheira oriunda de bromélias apresentou distribuição espacial irregular em relação à da serapilheira total. Em relação ao fluxo de nutrientes dessa fração da serapilheira, observou-se que as maiores participações foram Na (4,4 kg/ha/ano); K (7,6 kg/ha/ano) e Mg (7,0 kg/ha/ano), o que correspondeu, respectivamente, a 27,5, 18,7 e 13,9% dos aportes feitos pela serapilheira em geral. Esta participação ocorreu em função da concentração relativamente elevada destes nutrientes nas serapilheira de bromélias. (OLIVEIRA, 2004).

A quantidade de nutrientes que retorna ao solo através da camada de serapilheira depende de fatores como: características da cobertura vegetal, sazonalidade, condições climáticas e características químicas do solo. Cada ecossistema produz quantidades

diferentes de matéria orgânica dessa forma a quantidade de cada nutriente devolvido ao solo variam em função os diferentes tipos de cobertura vegetal (ANDRADE 1997).

## **2.7 - Características Químicas e Mineralógicas**

Ocorrem tanto os Cambissolos eutróficos, com boa disponibilidade de nutrientes, quanto os distróficos, com carência generalizada dos elementos essenciais para as plantas. Os Cambissolos distróficos abrangem mais de 90% da superfície ocupada pela classe na região. Esses são solos ácidos, com valores médios de matéria orgânica e teores muito baixos de fósforos. Os elevados valores de saturação de alumínio (m) os caracterizam como solos álicos. Devido aos baixos valores de soma de bases (SB), conclui-se que a capacidade de troca cátions (CTC), relativamente alta, e formada essencialmente pelo aporte de alumínio e do hidrogênio.

Como solos poucos desenvolvidos, os Cambissolos possuem na fração areia, além de quartzo, minerais primários menos resistentes ao intemperismo, como a caucina, olivina, hornblenda, biotita e sericita, dentre outros. Análise da fração argila do horizonte B indica ocorrência de gibbsita, caulinita e goethita (EMBRAPA/SNLCS, 1978). A relação  $K_i$  situa-se em torno de 2,0. Parte do volume do solo constitui-se de fragmentos de rochas semi-intemperizadas, saprolito ou resto da estrutura orientada da rocha de origem.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 – Descrição geral das áreas

Os locais escolhidos para o estudo da dinâmica da ciclagem de nutrientes através do estudo da fertilidade das camadas superficial e de subsuperficial do solo e deposição de serapilheira foram: área de Mata Atlântica Primária localizada no Núcleo de Picinguaba; área de Mata Atlântica Secundária Tardia localizada na Reserva Ecológica de Pedra Branca; área de Mata Atlântica Secundária Inicial localizada no Núcleo Santa Virgínia; áreas de pastagem localizadas no entorno da Reserva Ecológica de Pedra Branca e do Núcleo Santa Virgínia.



Figura 1 – Mapa da localização das áreas estudadas.

Núcleo Picinguaba - localizado ao norte do Município de Ubatuba a ( $23^{\circ}20'$ - $23^{\circ}22'$  S e  $44^{\circ}46'$ -  $44^{\circ}51'$  W), Estado de São Paulo. O Núcleo é administrado pelo Instituto Florestal e Secretaria do Meio Ambiente (SMA) Ocupa uma área de aproximadamente 47.500 ha, onde estão representados todos os ecossistemas da Mata

Atlântica. Como sendo o único trecho do PESH que atinge o nível do mar, são aí encontrados manguezais e florestas da planície costeira. Com a elevação altitudinal chega também a ocorrer campos de altitude nos pontos culminantes (pedra do Espelho - 1.670 m; pico Corcovado - 1.150 m e Cuscuzeiro - 1.275 m). Esta área é considerada como ambientalmente estratégica por unir, através de uma sobreposição, o PESH ao Parque Nacional da Serra da Bocaina (com área de 110.000 ha, abrangendo os municípios cariocas de Paraty e Angra dos Reis, e paulistas de São José do Barreiro, Areias, Cunha e Ubatuba) (São Paulo, D.O.E. 1998-a) formando uma grande área de conservação. Além do valioso patrimônio genético nativo que abriga, o Núcleo tem grande potencial para a educação ambiental e turismo ecológico, por localizar-se numa das áreas turísticas mais importantes do estado São Paulo (SANCHEZ et al 1999).

A área escolhida para amostragem na pesquisa se situava no intervalo altitudinal de 900 a 1100 metros e o solo, em função da condição de relevo, se caracterizava como jovem com características semelhantes às áreas do Núcleo Santa Virgínia e da Reserva de Pedra Branca. Pertence à classe Cambissolo distrófico de textura areno-argilosa.

O clima da região é classificado como tropical chuvoso, com precipitação alta durante todos os meses do ano (tipo Af sensu KOPPEN 1948). A precipitação e temperatura média anual são de 2.624 mm e 21,2°C, respectivamente, e a umidade relativa do ar é sempre superior a 85%.

A vegetação da área é do tipo Floresta Ombrofila Densa ou Floresta Atlântica úmida (VELOSO et al., 1991).

O Núcleo Santa Virgínia/Natividade da Serra --(45°30' a 45°11'W e 23°17' a 23°24'S), ocupa uma área de aproximadamente 16.000 ha, nos municípios de São Luis do Paraitinga, Natividade da Serra, Cunha e Ubatuba. Situando-se na macrounidade do Planalto Atlântico Paulista, no reverso imediato das escarpas da Serra do Mar, possui altitudes que variam entre 860 e 1.500 m. Além de sua vegetação característica, a floresta ombrófila densa montana, o núcleo apresenta manchas de florestas em regeneração plantios de eucaliptos abandonados (SÃO PAULO, D.O.E. 1998-b), a vegetação é constituída por árvores e arvoretas com dossel de até 8 m de altura. Apresenta populações densas de bromélias e orquídeas terrícolas, pteridófitas, líquens e musgos e espécies de *Chusquea* (taquaras), que dão a essa formação uma fisionomia característica (BASTOS NETO & FISCH, 2007).

A área de realização da pesquisa se situa no intervalo altitudinal de 800 a 900 metros, possui relevo declivoso e também com classe de solo predominante Cambissolo

distrófico de textura areno-argilosa. Conforme classificação climática de Koeppen, o clima regional é tropical temperado, sem estação seca (SETZER, 1966).

A precipitação média anual é de 2.180 mm, sendo os meses mais úmidos dezembro, janeiro e fevereiro e os menos chuvosos junho, julho e agosto. Não se observa nenhum mês com precipitação média inferior a 60 mm (SÃO PAULO, 1972).

Na década de 60, parte da floresta Atlântica no Núcleo Santa Virginia sofreu corte raso e queima sendo substituído por pastagens. Atualmente, apresenta-se na forma de mosaico, composta por áreas de floresta madura, pastagem, plantios de Eucalipto e florestas secundárias em diferentes idades de regeneração.

As unidades que compõem esse mosaico representam um gradiente de regeneração entre a pastagem e floresta madura (TABARELLI et al, 1997)



Figura 2 – Cobertura de Mata Inicial do Núcleo de Santa Virgínia

A reserva ecológica de Pedra Branca, pertencente à Universidade de Taubaté (UNITAU), está situada no município de Tremembé, nas coordenadas 22°56'29" de latitude sul e 45°40'53" de longitude a oeste de Greenwich, abrangendo uma área de 514,7 ha. Localiza-se nos contrafortes da serra da Mantiqueira, próxima à divisa com o

Estado de Minas Gerais. O relevo é montanhoso apresentando declives muito acentuados, com declividade média superior a 30%, em forma de grandes lançantes, com morros longos e estreitos. A altitude máxima é de 1.181m e a mínima de 590 metros. A vegetação característica da área é de uma mata secundária tardia, subtropical úmida de encosta, com algumas clareiras, constituídas de árvores de grande porte, mescladas com numerosas espécies de porte médio a baixo e com presença constante de *Euterpe edulis* e bambú. O solo predominante na área de estudo se enquadra na classe Cambissolo distrófico de textura areno-argilosa intergrade para Latossolo Vermelho Amarelo **distrófico** de textura média.

As áreas de pastagens estão localizadas no entorno da reserva ecológica de Pedra Branca, com declividade na faixa de 20% a 40% e entorno da área de mata secundária inicial do Núcleo Santa Virgínia. Ambas são formadas por pastagem do tipo pasto sujo com a forrageira *Brachiaria decubens* sem o manejo referente às adubações de reposição e calagem. A área do entorno da Reserva Ecológica de Pedra Branca foi identificada como Pastagem<sup>1</sup> e a do Núcleo Santa Virgínia como Pastagem<sup>2</sup>.





Figura 3 e 4 – Cobertura de Mata Atlântica Secundária Tardia da Reserva de Pedra Branca.

### 3.2 – Avaliação da fertilidade do solo

As amostras foram obtidas considerando vinte pontos por cobertura distribuídos aleatoriamente coletando-se o solo nas camadas 0-20 e 20-40 cm de profundidade após ter sido retirada a camada de serapilheira da superfície.

Os solos foram analisados quanto às suas características químicas relacionadas à fertilidade e disponibilidade de nutrientes (análise padrão de fertilidade)

As condições da fertilidade do solo foram avaliadas nas camadas 0-20 e 20-40 cm das parcelas através da análise dos teores de M.O.%, C%, N%, pH, K, Ca, Mg, H, Al, P, S, T, V% e m%, de acordo com metodologia do Sistema IAC de Análise de Solo (FERREIRA et al.,1990).

Para VAN RAIJ et al. (1985), a acidez do solo é consequência da concentração de hidrogênio iônico ( $H^+$ ) existente no solo. Maior concentração representa maior acidez que possui o efeito de reduzir a capacidade de troca catiônica e diminuir a disponibilidade de nutrientes causando queda na fertilidade do solo. Outro cátion relacionado à acidez é o alumínio ( $Al^{+++}$ ) que contribui no aumento do hidrogênio

iônico na solução do solo. Esse dois íons são considerados como os cátions ácidos do solo.

Outro atributo químico do solo descrito por Van Raij et al. (1985) diretamente relacionado à acidez é a Porcentagem de Saturação de Bases (V%). Esse parâmetro avalia a concentração, em porcentagem, dos cátions básicos do solo (Ca + Mg + K) em relação ao total de cátions importantes na nutrição das plantas (ácidos + básicos) que é a Capacidade de Troca Catiônica (T). Em função de sua determinação quanto maior o seu valor maior é a fertilidade do solo e menor será a acidez.

Para se quantificar o efeito desses dois parâmetros químicos foi proposto por Van Raij et al. (1985) e Scheid (1989) – CFSEMG uma tabela de classes de valores do pH e V% relacionados à acidez do solo e, conseqüentemente, à fertilidade (Tabela 1).

**Tabela 1** - Limites de interpretação das determinações relacionadas com a acidez do solo, concentração de bases e de alumínio.

Acidez	pH em H <sub>2</sub> O (CFSEMG)	pH em CaCl <sub>2</sub> (IAC)	Matéria Orgânica (%)	(CFSEMG)
Muito alta	-----	Até 4,3	Muito Baixa	-----
Alta	< 5,0	4,4 a 5,0	Baixa	0,0 – 1,5
Média	5,0 a 5,9	5,1 a 5,5	Média	1,6 – 3,0
Baixa	6,0 a 6,9	5,6 a 6,0	Alta	> 3,0
Muito Baixa	> 6,0	> 6,0	Muito Alta	-----

Fonte: van Raij et al. (1985) - IAC e Lopes (1989) – CFSEMG

Os macronutrientes importantes na nutrição das plantas e que condiciona melhores condições na fertilidade dos solos são o nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre. Com base em pesquisas realizadas pelo Instituto Agrônomo de Campinas, ao longo de décadas, van Raij et al. (1985) complementadas por Scheid (1989) – CFSEMG propuseram limites de concentração estabelecendo classes de interpretação que se relacionavam à produção (Tabelas 2 e 3).

**Tabela 2** – Limites de interpretações dos teores de potássio e fósforo em solos.

Teor	K <sup>+</sup> (IAC)	K <sup>+</sup> (CFSEMG)	P (IAC)	P (CFSEMG)
	mmol/dm <sup>3</sup>		mg/dm <sup>3</sup>	
Muito baixo	0,0 – 0,8	0,0 - 2,3	0,0 – 3,0	0,0 – 5,0
Baixo	0,8 – 1,6	2,3 – 4,5	3,0 – 6,0	6,0 – 10,0
Médio	1,6 – 3,0	4,6 – 6,3	6,0 – 9,0	11,0 – 15,0
Alto	3,0 – 6,0	6,3 – 8,0	9,0 – 16,0	16,0 - 20,0
Muito Alto	> 6,0	> 8,0	> 16,0	> 21,0

Fonte: van Raij et al. (1985) – IAC e Lopes (1989) – CFSEMG



**Tabela 3** - Limites de interpretação de teores de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ .

Teor	$\text{Ca}^{++}$ (IAC)	$\text{Ca}^{++}$ (CFSEMG)	$\text{Mg}^{++}$ (IAC)	$\text{Mg}^{++}$ (CFSEMG)
	mmol <sub>e</sub> /dm <sup>3</sup>		mmol <sub>e</sub> /dm <sup>3</sup>	
Baixo	0,0 – 4,0	0,0 – 15,0	0,0 – 5,0	0,0 – 5,0
Médio	4,0 – 7,0	16,0 – 40,0	5,0 – 8,0	6,0 – 10,0
Alto	> 7,0	> 40,0	> 8,0	> 10,0

Fonte: van Raij et al. (1985) – IAC e Lopes (1989) – CFSEMG

Os índices químicos do solo (tabela 4) atualmente utilizados para avaliar a fertilidade do solo são a porcentagem de saturação de bases (V%) e a porcentagem de saturação de alumínio (m%) conforme estabelecidas pelo IAC (1985), pela CFSEMG (1989) e pela EMBRAPA, (1999).

Os cátions ácidos do solo são representados pelo hidrogênio ( $\text{H}^+$ ) e alumínio ( $\text{Al}^{+++}$ ) e o índice m% indica o efeito somente desse cátion na acidez do solo, com exclusão do hidrogênio. É determinado através da relação porcentual do alumínio pela soma de bases do solo. O índice V% representa a concentração dos cátions básicos ( $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$  e  $\text{K}^+$ ) em relação ao total de cátions importantes para a nutrição das plantas existentes no solo. É determinado pela relação porcentual da somatória dos cátions básicos pelo total de cátions do solo.

**Tabela 4** - Limites de interpretação das determinações relacionadas com a porcentagem de saturação em bases e em alumínio do solo.

Saturação (Al, SB)	V% (EMBRAPA)	V% (CFSEMG)	m% (EMBRAPA)	m% (CFSEMG)
Muito Baixa	0 - 25	0 - 25	< 25	-----
Baixa	26 - 50	26 - 50	26 - 50	0 – 20
Média	51 - 70	51 - 70	51 - 70	21 – 40
Alta	71 - 90	71 - 90	71 - 90	41 – 60
Muito Alta	> 90	> 90	>90	> 60

Fonte: van Raij et al. (1985) – IAC e Lopes (1989) – CFSEMG

### 3.3 – Avaliação da quantidade de serapilheira depositada

As amostras para o estudo da variação comparativa da quantidade da serapilheira depositada no período de desenvolvimento vegetativo das coberturas florestais foram coletadas nos pontos determinados para a coleta de solos distribuídos aleatoriamente na cobertura. Foi coletado o material orgânico da camada de serapilheira acumulada de uma área de 1 m<sup>2</sup> nos pontos previamente escolhidos.

Todo o material coletado foi separado de acordo com as frações: folhas, estruturas reprodutivas (flores sementes e frutos), galhos  $\leq 2$  cm de diâmetro e refugo (fragmentos  $\leq 2,0$  mm de diâmetro). O material foi seco em estufa a  $65^{\circ}\text{C}$ , até peso constante e pesado. Foram determinadas as variáveis:

- Peso úmido e seco de serapilheira total;
- Umidade gravimétrica da serapilheira total;
- Porcentagens em peso seco das frações: folhas, raízes, sementes, galhos e ramos e fração  $< 2,0$  mm.





Figuras 5 e 6 – Coleta e separação das frações da serapilheira.

## 4.- RESULTADOS

### 4.1 – Produção de serapilheira e teores de matéria orgânica na camada superficial das coberturas.

A quantidade de serapilheira acumulada nas coberturas de diferentes períodos de regeneração está mostrada (Tabela 5 e Figura 7) podendo se observar que houve uma redução do fragmento de Mata Primária em relação aos demais de menor tempo de recuperação. Houve uma diferença estatisticamente significativa entre todas as coberturas

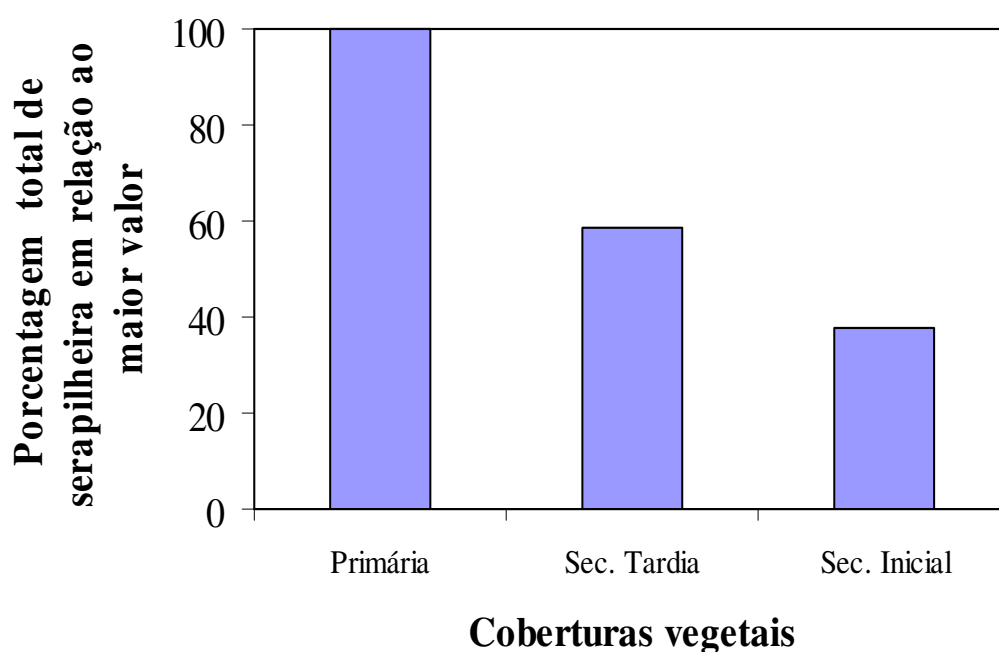


Figura 7 – Variação percentual da serapilheira total nas diferentes coberturas.

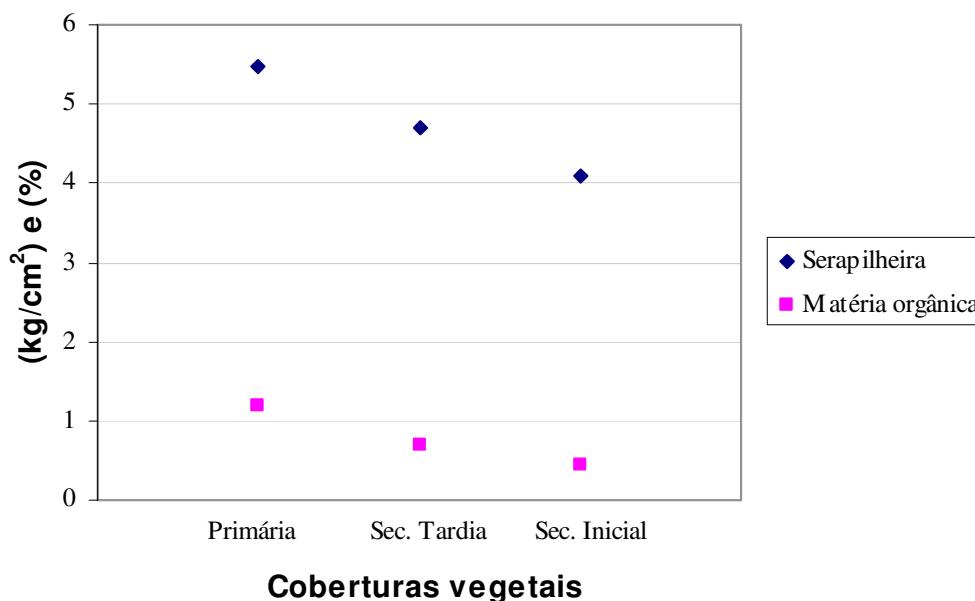


Figura 8 – Relações entre a quantidade de serapilheira e os teores de matéria orgânica do solo.

#### 4.2 – Análise da variação dos atributos químicos do solo nas coberturas florestais com diferentes idades e nas profundidades 0-20 e 20-40 cm.

A análise dos teores de matéria orgânica (Tabela 5) na camada 0-20 cm demonstrou a existência de variação significativa da cobertura de mata primária em relação às coberturas de mata secundária tardia, mata secundária inicial e pastagens apresentando também o maior valor. Segundo a interpretação da CFSEMG (Tabela 1) os valores encontrados para todas as coberturas se encontram na classe de teores altos. Na camada 20-40 cm não houve variação significativa entre as coberturas de mata primária e mata secundária tardia apresentando valores que se localizam também na classe alto teor segundo a CFSEMG (Tabela 1). Para as coberturas de mata secundária inicial e pastagens foram encontradas menores valores, sendo ambas coberturas classificadas na classe de médio teor (Tabela 1), diferindo estatisticamente entre as demais coberturas.

Os dados apresentados na Tabela 5 mostram que houve variação significativa para o pH entre as coberturas estudadas tanto na camada 0-20 como 20-40 cm com valores de ambas no intervalo de 3,5 a 4,1 e pertencendo à classe de acidez muito alta de acordo com CFSEMG e IAC (Tabela 1).

Para os teores de fósforo (Tabela 5) houve variação estatística entre as coberturas na camada superficial sendo maior para a cobertura de mata primária. As coberturas de mata secundária tardia, mata secundária inicial e pastagens não apresentaram variação significativa entre si e os valores apresentados se encontram na classe alta para as coberturas de mata primária e mata secundária tardia segundo os níveis estabelecidos pelo IAC e médio pela interpretação da CFSEMG (Tabela 2). O valor encontrado para a cobertura de mata inicial se localiza na classe alta segundo o IAC e baixa pela CFSEMG (Tabela 2). As áreas de pastagens foram classificadas na classe média pelo IAC e na classe baixa pela CFSEMG.

Na camada 20-40 cm (tabela 5) os teores de fósforo das coberturas de mata primária e mata secundária tardia não diferiram entre si somente diferindo de mata secundária inicial e pastagens que apresentaram o menor valor. Apresentaram valores que os localizam na classe média segundo o IAC e classe baixa pela CFSEMG (Tabela 2). As coberturas de mata secundária inicial e pastagens possuem valores que se enquadra na classe baixa pelo IAC e muito baixa pela CFSEMG (Tabela 2).

**Tabela 5** – Medidas de variação dos atributos químicos do solo das coberturas florestais nas profundidades 0-20 e 20-40 cm.

Coberturas	pH		MO%		P (mg/dm <sup>3</sup> )		K (mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )		Ca (mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	
	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40
Primária	3,5B	3,6B	6,6A	4,3A	13,3A	7,3A	2,7A	1,9A	14,9A	8,4A
Sec. Tardia	4,0A	3,8B	5,4B	4,0A	10,9B	8,2A	1,9B	1,1B	4,2BC	5,6AB
Sec. Inicial	4,1A	4,1A	5,3B	2,9B	9,5BC	4,8BC	1,4B	1,0B	9,3B	2,7B
Pastagem <sup>1</sup>	3,7B	3,8B	4,3C	2,8B	8,0C	4,6C	1,7B	1,3B	3,6C	2,2B
Pastagem <sup>2</sup>	3,7B	3,7B	3,8C	3,0B	7,7C	4,9BC	1,5B	1,0B	4,1C	2,8B

Em relação ao potássio como mostra a (tabela 5) observa-se na camada 0-20 cm que não houve variação nos teores desse nutriente entre as coberturas de mata secundária tardia, mata secundária inicial e pastagens, apresentando valores que se enquadram na classe média segundo o IAC e muito baixa pela CFSEMG (Tabela 2). Na mesma camada a cobertura de mata primária diferiu das demais coberturas apresentando o maior valor, localizando-se na classe de médio teor pelo IAC e baixo pela CFSEMG (Tabela 2). Na camada 20-40 cm os valores encontrados demonstram que a cobertura de mata primária também diferiu das demais coberturas apresentando também o maior valor e se localizando na classe média pelo IAC e muito baixa pela CFSEMG (Tabela

2). Os valores observados para as coberturas de mata secundária tardia, mata secundária inicial e pastagens demonstram a não existência de variação estatística entre ambos e apresenta os menores teores se inserindo na classe baixa pelo IAC e muito baixa pela CFSEMG (Tabela 2).

Quanto à variação do cálcio (Tabela 5) observou-se na camada 0-20 cm a existência de variação estatística entre todas as coberturas, com maior valor apresentado pela cobertura de mata primária seguidos dos de mata secundária inicial e secundária tardia e por último pastagens se enquadrando em seqüência nas classes de teores alto, alto e médio pelo IAC e médio, baixo e baixo pela CFSEMG (Tabela 3). Na camada 20-40 cm somente houve variação estatística da cobertura de mata primária em relação às coberturas de mata secundária tardia, secundária inicial e pastagens, apresentou o maior valor localizando-se na classe alta pelo IAC e baixa pela CFSEMG (Tabela 3). A cobertura de mata secundária inicial diferiu estatisticamente da cobertura de mata primária, não diferindo das de mata secundária tardia e pastagens. Apresentou o menor valor correspondente à classe baixa pelo IAC e pela CFSEMG (Tabela 3).

Na camada 0-20 cm os teores de magnésio das coberturas (Tabela 6) não diferiram entre si, com a cobertura de mata primária apresentando o maior valor seguido dos de mata secundária inicial, secundária tardia e pastagens. A cobertura primária mesmo apresentando o maior valor, se inseriu na classe de baixo teor pelo IAC e pela CFSEMG (Tabela 3). As demais coberturas apresentaram menores valores e se enquadraram nas mesmas classes. Na camada 20-40 cm também não houve variação nos teores entre as coberturas e os resultados obtidos localizam-nos na classe de baixos teores tanto pelo IAC como pela CFSEMG (Tabela 3).

**Tabela 6** – Medidas de variação dos atributos químicos do solo das coberturas florestais nas profundidades 0-20 e 20-40 cm.

Coberturas	Mg (mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )		H+Al (mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )		SB (mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )		CTC (mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	
	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40
Primária	4,7A	2,3A	177,2A	154,7A	22,4A	12,6 A	192,8A	165,7 A
Sec. Tardia	3,8A	3,2A	98,2B	79,8B	9,5C	7,0B	102,0B	89,3B
Sec. Inicial	4,5A	1,8AB	83,1B	71,0B	15,6B	9,0AB	105,5B	83,6B
Pastagem <sup>1</sup>	2,2B	1,2B	165,0A	126,0A	7,5C	4,7C	172,0A	131,3 A
Pastagem <sup>2</sup>	2,1B	1,0B	157,0A	116,0A	7,7C	4,8C	164,7A	120,8A

Os atributos químicos da porcentagem de saturação de bases (V%) e porcentagem de saturação em alumínio (m%) são dois atributos químicos do solo muito importantes na avaliação de sua fertilidade (Tabela 7). Maiores valores de V% indicam melhores condições de fertilidade e os solos são classificados como eutróficos quando  $V\% > 50$  e distróficos quando  $V\% < 50$ . O inverso ocorre com a porcentagem de saturação em alumínio; maiores valores indicam menores condições de fertilidade e os solos são classificados como álicos quando  $m\% > 50$ .

**Tabela 7** – Medidas de variação dos atributos químicos do solo das coberturas florestais nas profundidades 0-20 e 20-40 cm.

Coberturas	Al (mmol <sub>e</sub> /dm <sup>3</sup> )		H (mmol <sub>e</sub> /dm <sup>3</sup> )		V (%)		m (%)	
	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40
Primária	16,6B	22,0AB	160,5A	132,0A	22,1A	16,6A	52,6AB	71,1AB
Sec. Tardia	14,3BC	18,9B	83,9B	60,9B	9,4B	8,0B	60,3AB	73,2AB
Sec. Inicial	10,4C	21,0AB	73,4B	48,4B	8,5B	5,7B	34,5B	61,4B
Pastagem <sup>1</sup>	35,4A	30,8A	129,6AB	95,2AB	4,6C	3,6C	82,4A	86,8A
Pastagem <sup>2</sup>	38,2A	36,7A	118,8AB	79,3AB	4,7C	4,00C	83,22A	88,4A

Observa-se na Tabela 7 que os valores da porcentagem de saturação de bases (V%) foram maiores para a cobertura de mata primária em relação as demais coberturas tanto na camada 0-20 cm como 20-40 cm. Apresentaram, no entanto, valores abaixo de 50% se enquadrando na classe muito baixa (< 25%) tanto na interpretação da EMBRAPA como da CFSEMG (Tabela 4) e o solo é classificado como distrófico ( $V\% < 50$ ).

Quanto à porcentagem de saturação em alumínio (m%) (Tabela 7) verifica-se que os valores foram em geral elevados sendo que a camada 20-40 cm apresentou os maiores valores, bem acima de 50%. Somente na camada 0-20 cm da cobertura de mata secundária inicial o valor foi inferior a 50%. Apresentou na camada 0-20 cm a classe média, nas coberturas de mata primária e mata secundária tardia, classe baixa para a cobertura de mata secundária inicial, e classe alta para as pastagens segundo a EMBRAPA (Tabela 4). Considerando o critério da CFSEMG a classe é muito alta para as coberturas de mata primária, mata secundária tardia e pastagens, e de classe média para a cobertura de mata secundária inicial (Tabela 4). O solo para todas as coberturas pode ser classificado em relação à porcentagem de saturação em alumínio como álico.



As porcentagens de carbono e de nitrogênio bem como a relação carbono/nitrogênio estão relacionadas aos teores de matéria orgânica encontrados no solo das diferentes profundidades avaliadas nas coberturas estudadas.

**Tabela 8** – Medidas de variação dos atributos químicos do solo das coberturas florestais nas profundidades 0-20 e 20-40 cm.

Coberturas	C (%)		N (%)		C/N	
	0-20cm	20-40cm	0-20cm	20-40cm	0-20cm	20-40cm
Primária	4,9A	3,2A	0,38A	0,26A	13,05B	12,24A
Sec. Tardia	3,6AB	2,3AB	0,22B	0,18B	18,56A	12,76A
Sec. Inicial	3,0B	1,7B	0,19B	0,14B	16,79AB	13,61A
Pastagem <sup>1</sup>	2,2B	1,5B	0,21B	0,14B	10,67B	10,43B
Pastagem <sup>2</sup>	1,9B	1,6B	0,18B	0,14B	10,55B	11,4AB

Como se pode observar na tabela 8 tanto na camada 0-20 cm como 20-40 cm somente a cobertura de mata primária diferiu dos demais apresentando os maiores valores da porcentagem de carbono e de nitrogênio.

Com relação a relação carbono/nitrogênio na camada 0-20 cm houve maiores valores para as coberturas de mata secundária tardia e inicial. Já na camada 20-40 cm não existe variação estatística entre nos resultados obtidos entre as coberturas.

## 5.- DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos no presente estudo, foram observadas e comparadas as variações dos atributos químicos referentes á quantidade de serapilheira, porcentagem de matéria orgânica, pH e disponibilidade dos íons fósforo, potássio, cálcio e magnésio nas diferentes coberturas vegetais estudadas.

Em relação à quantidade de serapilheira (Figura 7) podemos observar que ocorreram diferenças entre os diferentes estágios sucessionais estudados. Essas diferenças podem estar diretamente relacionadas às características intrínsecas de áreas perturbadas, que apresentam um número muito elevado de espécies pioneiras, com um crescimento rápido, um ciclo de vida mais curto, e uma produção intensa de biomassa em um curto espaço de tempo (MARTINS & RODRIGUES, 1999). Por outro lado, as áreas menos perturbadas possuem um pequeno número de espécies pioneiras, apresentando menor produção líquida de biomassa (LEITÃO-FILHO et al. 1993). Desta forma, diferenças na produção de serapilheira entre trechos próximos podem estar relacionadas aos diferentes graus de perturbação que são encontrados dentro de um mesmo tipo florestal.

Segundo BRAY & GORDOM (1964) a quantidade de serapilheira produzida anualmente pelas florestas podem, também, estar relacionada com as condições climáticas, sendo esta menor nas regiões frias e maior nas regiões equatoriais úmidas. As características químicas do solo também se refletem diretamente sobre a quantidade de serapilheira depositada e sobre a quantidade de minerais nela contidos.

Cada ecossistema produz quantidades diferentes de matéria orgânica, dessa forma, a quantidade de cada nutriente devolvido ao solo varia em função dos diferentes tipos de cobertura vegetal (ANDRADE 1997).

Os teores de matéria orgânica encontrados, foram significativos na cobertura primária, em relação às demais coberturas vegetais estudadas, contudo, ambas as coberturas foram classificadas, segundo LOPES (1989) (tabela 5), na classe alta, em relação à disponibilidade destes componentes no solo. A cobertura primária apresentou valores superiores na camada de 0-20 em relação a 20-40 cm. Isso se deve a maior

quantidade de matéria orgânica que se encontra na superfície porque a contribuição da serapilheira é maior que a das raízes; além disso uma porção razoável destas se localiza superficialmente. Nesse caso, o teor de matéria orgânica decresce bruscamente da camada superficial que esta imediatamente abaixo (MELLO et al, 1983).

Na cobertura secundária tardia e inicial e também nas áreas de pastagens, não houve grandes variações de matéria orgânica nas camadas de 0-20 cm. Os valores encontrados nas pastagens são representados provavelmente pela matéria orgânica oriunda da gramínea, visto que a contribuição da serapilheira para essa cobertura é menor. Em solos que suportam gramíneas, a contribuição das raízes é grande devido o fato destas plantas possuírem um sistema radicular profundo. As gramíneas apresentam ciclo de vida relativamente curto, contribuindo com uma continua adição de restos orgânicos ao solo devido à morte das raízes, e conseqüentemente, o teor de matéria orgânica decresce menos com a profundidade (MELLO et al, 1983).

De acordo com BAHIA et al. (1994), solos com maior declividade tendem a ter uma quantidade menor de matéria orgânica, por estarem mais sujeitos a erosão, e também são mais rasos e mais pobres. Isso poderia explicar a variação de matéria orgânica observada, uma vez que as áreas de estudo possuem relevos acidentados e bastante íngremes.

Na camada subsuperficial, a cobertura secundária tardia apresentou um aumento significativo em relação á secundária inicial e as pastagens que por sua vez apresentaram menores valores. Essas diferenças de valores da matéria orgânica podem estar relacionadas a vários fatores. Um destes fatores deve-se ao fato da matéria orgânica se concentrar principalmente na camada superficial do solo, com conseqüente decréscimo do teor de matéria orgânica de acordo com o aumento da profundidade (MELLO et al, 1983).

Em relação ao pH (Tabela 5) houve diferença significativa entre as coberturas. Segundo VAN RAIJ et al. (1985) (Tabela 1) os solos das coberturas primária , secundária e das pastagens foram classificados como sendo de acidez muito alta, mais elevada na camada de 20-40 cm. Isso ocorre porque em geral a acidez aumenta com a profundidade (MALAVOLTA, 1980). Essa elevada acidez nessas coberturas, pode estar relacionada com o tipo de solo, que é classificado como Cambissolo distrófico. Esses solos ocorrem em locais onde o relevo é o fator preponderante no processo de formação do solo e caracterizam-se por serem jovens com baixos teores de cátions básicos,

permitindo que o mesmo tenha uma baixa troca catiônica e elevada saturação em alumínio e hidrogênio e maior quantidade de minerais primários pouco intemperizados.

A menor intemperização desses minerais ocorre pelo fato desse tipo de solo ter se formado a partir do antigo horizonte C subjacente ao Latossolo propriamente dito (ANDRADE et. al, 1993). A acidez também é resultado da decapagem superficial do solo pelo processo erosivo e exposição da camada subsuperficial com maiores teores em alumínio. Em relação à cobertura secundária inicial, pelo solo ser da mesma classe, também apresentou uma acidez elevada sendo caracterizadas por apresentar grandes problemas de fertilidade com características similares às outras coberturas.

Quanto à variação do fósforo observou-se que na camada de 20-40 cm (Tabela 5) os teores nos solos das coberturas de mata primária e mata secundária tardia não diferiram entre si somente diferindo de mata secundária inicial e pastagens que apresentaram os menores valores. As maiores variações observadas ocorreram nas camadas subsuperficiais, em função do maior estágio de mineralização da matéria orgânica. Uma das principais fontes de fósforo em ecossistemas florestais é a ciclagem da matéria orgânica que também contribui na redução da fixação aumentando a disponibilidade desse nutriente (CUNHA, 2002).

Outro fator que certamente interferiu na redução da quantidade de fósforo, foi o aumento da concentração do alumínio no substrato, que reconhecidamente provoca a diminuição na disponibilidade desse elemento (CUNHA et al., 2007). A erosão também pode ser considerada importante na redução do fósforo no solo, pois o relevo das áreas estudadas é bastante íngreme, principalmente em áreas de pastagem onde a presença da vegetação é bem menor, provocando a exposição da camada subsuperficial.

O potássio não apresentou valores significativos (Tabela 5) entre as coberturas estudadas. Fontes desse nutriente no solo são o granito e o gnaisse, bem como muitas outras rochas ígneas, aparecendo nos minerais do grupo dos feldspatos, micas e outros silicatos. Formas insolúveis, presentes nos minerais primários, passam para formas disponíveis por meio de várias reações químicas que se operam no solo. Outra fonte desse nutriente no solo é a reposição pela ciclagem da matéria orgânica nas coberturas florestais aparecendo como resultado da mineralização da matéria orgânica. Embora ele não entre em combinações orgânicas na planta, o referido elemento aparece no solo em formas assimiláveis. Contudo, nessas condições, ele se perde do solo com relativa facilidade, principalmente naqueles de baixa capacidade de troca catiônica (MELLO et al., 1983). As pequenas variações que ocorreram nas diferentes camadas podem estar

relacionadas ao fato desse elemento ser bastante móvel no solo e se perder com facilidade por lixiviação (MARBUT, 1935).

Com relação ao cálcio (Tabela 5) houve uma variação significativa principalmente para a cobertura primária. Entre a cobertura secundária tardia, inicial e pastagens também houve variação significativa.

A variação nos valores do cálcio nas coberturas pode estar relacionada às condições de acidez do solo uma vez que solos mais ácidos são geralmente mais pobres nesse elemento. Solos localizados em regiões de altos índices pluviométricos são freqüentemente ácidos nas camadas superficiais, devido à remoção do cálcio e outros cátions básicos pela lixiviação. Assim como solos localizados em regiões com altos índices de declividade que acaba perdendo grande parte desse elemento pelo processo de erosão. Em solos das regiões tropicais o teor de cálcio é geralmente baixo em função da saturação por alumínio ser maior podendo haver deficiência desse nutriente para as culturas mais exigentes (FASSBENDER, 1994).

O magnésio não apresentou variações consideráveis entre as coberturas estudadas, não sendo encontrados valores significativos entre as camadas de 0-20 e 20-40 cm. Os baixos valores de magnésio encontrado nas coberturas dependem até certo ponto de fatores como da textura do solo, da lixiviação que o mesmo tenha sofrido, do teor no material de origem (rocha), da remoção pelas colheitas e da erosão. As perdas de magnésio por erosão dependem da intensidade desta, da riqueza do solo em magnésio, da declividade, etc. As carências de magnésio ocorrem mais comumente em terrenos arenosos, ácidos, submetidos a precipitações pluviométricas moderadas ou altas (MELLO et al, 1983).

Os cátions que condicionam a acidez do solo são representados pelo alumínio e hidrogênio, sendo responsáveis pela elevação da acidez dos solos. Quanto aos teores de alumínio o solo de ambas as coberturas foram classificados como álicos. A presença excessiva do alumínio pode estar relacionada com a acidez do solo, pois segundo FASSBENDER (1994) a acidez extrema de solos promove o aparecimento do alumínio em solução, que passa a ser um cátion disponível para trocas. Portanto o alumínio trocável é consequência da elevada acidez dos solos e acima de certo limite pode ser tóxico às plantas reduzindo a disponibilidade de outros nutrientes.

Em relação à saturação de bases (V%) foram encontrados valores muito baixos em todas as coberturas estudadas, sendo esses solos classificados como distróficos. A baixa saturação de bases está relacionada com a acidez excessiva do solo. Segundo

MELLO et al. (1983) em solos fortemente ácidos a relação cátions/ ânions adequada para o bom desenvolvimento de determinada espécie de planta pode ser perdida. Com a acidificação do meio ou a redução do pH, a superfície dos óxidos adsorve íons  $H^+$  e passa a apresentar carga positiva, e, portanto, troca de ânions e não de cátions que é o desejável para que ocorra maior disponibilidade de nutrientes a plantas.

O tipo de solo também pode estar envolvido na saturação de bases. Latossolos Amarelos e Cambissolos são cauliníticos, ou seja, o tipo de argila dominante é a caulinita que possui a capacidade de troca catiônica altamente dependente do pH do solo. A acidez leva a uma grande redução nessa propriedade química. Esses solos possuem em geral textura argilo-arenosa tornando-os bastantes erodíveis, mesmo com declives suaves (RESENDE, 1940). Finalmente, os nutrientes desse solo são perdidos contribuindo também para diminuir a capacidade de troca catiônica e conseqüentemente reduzir a porcentagem de saturação de bases.

Os Cambissolos distróficos de relevo acidentado que ocorrem, por exemplo, extensivamente associados aos Latossolos Vermelho-Amarelo do “Mar de Morros” na região do Vale do Paraíba e que se encontram sob as formações sedimentares de Caçapava e Taubaté-Tremembé, devem permanecer como Áreas de Proteção Permanente (APP). Além de serem pouco conservadores de nutrientes possuem um solo muito raso, um horizonte C muito profundo e pobre, facilmente erodíveis e encrostáveis (EMBRAPA, 1999).

O teor de carbono e nitrogênio ocorreu em maiores concentrações na cobertura vegetal primária em relação às outras analisadas. Isso pode estar relacionado ao fato da cobertura primária proporcionar um maior acúmulo de matéria orgânica através da serapilheira depositada ao solo, já que as diferentes coberturas vegetais formam serapilheira em quantidade e qualidade distintas, implicando em resultados diferentes na fertilidade do solo (BARBOSA et al., 2000)

Com relação à estabilização da matéria orgânica, a relação C/N em que se pode considerar como matéria orgânica humificada, segundo KIEHL (1985), é quando for igual ou inferior a 12/1; quando for igual ou menor que 17, a matéria orgânica está bioestabilizada e quando acima de 30 estará pouco decomposta e na forma fibrosa.

Os maiores valores encontrados na relação C/N na cobertura secundária tardia e inicial da camada 0-20 cm podem estar relacionados ao fato de ambas as coberturas serem formadas por plantas jovens. Segundo MELLO et al.(1983), plantas jovens contem porcentagens relativamente altas de substâncias que se decompõem

prontamente, e baixas de substâncias resistentes à decomposição, e que por isso, tendem a não se acumularem no solo. Conseqüentemente, o enterrio de plantas jovens resulta em pequena acumulação de matéria orgânica no solo. O mesmo autor cita que nem todos os componentes dos materiais orgânicos incorporados ao solo apresentam a mesma resistência á decomposição. Alguns são prontamente atacados e decompostos pelos microrganismos, outros são altamente resistentes á decomposição (KIEHL, 1985).

## 6.- CONCLUSÕES

- Em todas as condições de cobertura estudadas os valores de V% (porcentagem de saturação em bases) e m% (porcentagem de saturação em alumínio), demonstram que o solo estudado é pouco fértil, devido às condições geomorfológicas das áreas, necessitando realizar correções com a aplicação de calcário e complementação nutricional através de adubação mineral quando utilizado para fins agrícolas.
- Os maiores teores de matéria orgânica, que condicionaram melhores condições de fertilidade do solo foram encontrados nas áreas de mata primária e secundária evidenciando que o aporte de matéria orgânica é obtido pela ciclagem de nutrientes presentes na camada de serapilheira e a menor contribuição pelo sistema radicular das gramíneas ocorrida na cobertura de pastagem. O balanço do estado nutricional do solo demonstrou que a cobertura de mata primária se caracteriza como um ecossistema em equilíbrio com o retorno de nutrientes ao solo pelo processo de ciclagem.
- A análise percentual evidenciou que os nutrientes que apresentaram maiores variações da cobertura de mata primária em relação às demais coberturas foi o cálcio, seguido pelo potássio, nitrogênio e fósforo.



## 7.- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ, V.H.; FONTES, L.E.F.; FONTES, M.P.F. O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil. Viçosa, MG; SBCS, UFV, DPS, 1996. p.148
- ANDRADE, H.A.; SOUZA, J.J. Solos: Origem, Componentes e Organização. Lavras: ESAL/FAEPE, 1993 (Curso de Especialização por Tutoria à Distância).
- ANDRADE, A. G. **Ciclagem de nutrientes e arquitetura radicular de leguminosas arbóreas de interesse para revegetação de solos degradados e estabilização de encostas**. 166 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1997.
- ARCOVA, F.C.S. & CICCIO, V.de. Fluxo de nutrientes através da precipitação interna e escoamento elo tronco em floresta natural secundária no Parque Estadual da Serra do Mar-Núcleo Cunha-SP. **Bol. Tecn. IF**. São Paulo, v. 41, n. 1, p. 37-58, março, 1987.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Degradação do solo – terminologia – NBR 10.703. Rio de Janeiro. 1989: ABNT.
- BAHIA, V.G.; RIBEIRO, M.A.V. Conservação do solo e preservação ambiental. Lavras, ESAL/FAEPE, 1994. (Curso de Especialização por Tutoria à Distância – Solos e Meio Ambiente).
- BALLESTERO, S.D.; LORANDI, R.; TREMOCOLDI, W. Mapeamento pedológico semidetalhado da área de relevante interesse ecológico de Pedra Branca (Tremembé-SP). **Revista Biociências – Ano VI**, n 2, 2000.
- BARBOSA, R.I. & FEARNSIDE. Erosão do solo na Amazônia: Estudo de caso na região do Apiaú, Roraima, Brasil. **Acta Amazônica**, 2000, 30(4): 513-534.
- BASTOS NETO, A; FISCH, S.T.V. Comunidade de palmeiras no entorno de escorregamentos de Santa Virginia, SP. **Revista Ambiente e Água**, v.2, n.2, p.21-32, 2007.
- BLANCHARD, J. & PRADO, G. Natural regeneration of *Rizophora mangle* in strip clearcuts in Northwest Ecuador. **Biotropica**, v. 27, n<sup>o</sup> 2, June 1995, p. 160-167.

- BONGERS, F. Natural regeneration of natural and semi-natural forest ecosystems. In: FREIBERG, H. (Ed). **ETFRN News**. Bonn: European Tropical Forest Research Network, 1995. p. 12-18.
- BOREM, R. A.T; OLIVEIRA-FILHO. A. T. Fitossociologia do estrato arbóreo em uma toposeqüência alternada de mata atlântica, no município de Silva Jardim –RJ, Brasil. **Revista Arvore**. Viçosa, v.26, n. 6, nov/dez 2002.
- BRAY, J.R. & GORHAM, E. Litter production in forests of the world. **Advances in ecological research**, Londres. 2: 101-57, 1964.
- BROWN, K. S., JR & BROWN, G.G.1992. Habitat alteration and species loss in Brazilian forest. In T.C. Whitmore & J.A. Sayer (eds.). **Tropical Deforestation and Species Extinction**. Chapman & Hall, London. p. 119-142.
- CAIRNS JR., J. Restoration, reclamation and regeneration of degrade or destroyed ecosystems. In: SOULÉ, M.E., org. **Conservation Biology**. Sunderland Sinauer, 1986. p.465-484.
- CARVALHO, J.O.P. **Inventário diagnóstico da regeneração natural da vegetação em áreas da floresta Nacional do Tapajós no Estado do Pará**. Curitiba, 1982. 128p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná.
- CFSEMG – COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 4ª aproximação. 287p.
- CHIARANDA, J. R.; POGGIANI, F.; SIMÕES, J. W. Crescimento das árvores e deposição de folheto em talhões florestais plantados em solos alterados pela mineração do xisto. **IPEF**, v. 25, p. 25-28, 1983.
- CITADINI-ZANETTE, V. **Florística, fitossociologia e aspectos da dinâmica de um remanescente de mata atlântica na microbacia do Rio Novo, Oleans, SC**. Tese de doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, Brasil, 1995, 236 p.
- CLARK, D.B. & CLARK, D.A. Abundance, growth and mortality of very large trees in neotropical lowland rain forest. **Forest Ecology and Management**, 1996, 80:25-244.
- COLE, D. W. & RAPP, M. Elemental cycling in florestedecosystems. In: Reichle, D.E., Editor Dynamic properties of forest ecosystems. **Cambridge University Press**, Cambridge, England, p.341-409, 1980.
- CRUZ, O. **A serra do mar e o litoral na área de Caraguatatuba: contribuição à geomorfologia tropical litorânea**. 1974. 181p. Tese de doutoramento. Faculdade de Filosofia, Letras e ciências Humanas, USP.

- CRUZ, O. **Estudo dos processos geomorfológicos do escoamento pluvial na área de Caraguatatuba-SP**. 1982. 151p. Tese de Livre Docência. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, USP.
- CUNHA, G.M. Balanço e ciclagem de nutrientes em florestas montanas da mata atlântica e em plantio de eucalipto na região Norte Fluminense. Campos dos Goytacazes, Universidade Estadual do Norte Fluminense, 2002. 122p. (Tese de Doutorado).
- CUNHA, G.M.; GAMA-RODRIGUES, A.C.; COSTA, G.S.; VELLOSO, A.C.X. Fósforo orgânico em solos sob florestas montanas, pastagens e eucalipto do Norte Fluminense. *R. Bras. Ci. Solo*, 2007, 31:667-672.
- DEAN, W.1995. With Broadax and Firebrand- The Destruction of the Brazilian Atlantic Forest. University of California Press, Berkeley.
- DUCHAUFOR, P. H. *Pédologia. 1Pedogénese et Classification*. Ed. Masson, Paris, 1977.
- DURIGAN, G.; NOGUEIRA, J.C.B. Recomposição de matas ciliares. **IF. Série Registros**, v.4, 1990, p. 1-14.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília. 1999. 412p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1999. 412p.
- FASSBENDER, H.W. Química del suelos com énfasis em suelos de América Latina. – Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 8ª. Reimpresión. San José, Costa Rica, 1994. 523p.
- FAULDS, C.B., WILLIAMSON, G., 1999. The role of hydroxycinnamates in the plant cell wall. **J Sci Food Agri.** **79** : 393-395.
- FEARNSIDE, P.M. Potential impact of climate change on natural forests and forestry in **Brasilian Amazonia. Forest Ecology and Management**, 1995. 78: 51-70.
- FERRAZ, I.D.K; LEAL FILHO, N; IMAKAWA, A.M; VARELA, V.P; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. Características básicas para um agrupamento ecológico preliminar de espécies madeireiras da floresta de terra firme da Amazônia Central. **Acta Amazônica**, v.34, n.4, p.621-633, 2004.

- FINOL, U.H. Nuevos parâmetros a considerarse en el analisis estrutural de las selvas virgenes tropicales. **Revista Florestal Venezolana**. V. 14, nº 21, 1971. p.29-42
- GOSZ, J.R.; LIKENS, G.E. & BORMANN, F.H. Organic matter and nutrient dynamics of the forest and forest floor in the Hubbard Brook forest. **Oecologia**, Berlin, 22, 1976, p.305-20.
- GUARIGUATA, M.R. & OSTERTAG, R. 2001. Neotropical secondary succession: changes in structural and functional characteristics. **Forest Ecol. Manag.** v 148, p.185-206.
- HADLEY, R.F. & TOY, T.J. **Geomorphology and reclamation of disturbed lands**. London: Academic Press, 1987. pp. 480.
- HOLL, K.D. & KAPPELLE, M. Tropical forest recovery and restoration. **Trends in Ecology and Evolution**, v.14, nº10, 1999, p. 378-379.
- IBGE - FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO de GEOGRAFIA e ESTATISTICA, 1992. **Manual técnico da vegetação brasileira**, Rio de Janeiro, 92p.
- IMAÑA-ENCINAS, J.; PAULA, J.E.; PEREIRA, B.A.S. Fitossociologia dos indivíduos jovens da mata ciliar do córrego Capãozinho. **Revista Árvore**, v.9, nº 12, 1995. p.157-170.
- JARDIM, F.C.S. & HOSOKAWA, R.T. Estrutura da floresta equatorial úmida da Estação Experimental de Silvicultura Tropical do INPA. **Acta Amazônica**, v. 16/17, 1987, p. 411-508.
- JOLY, C.A.; LEITÃO FILHO, H.F.; SILVA, S.M. O patrimônio florístico. In: MARA, I.B.C. (Ed.). **Mata Atlântica**, 1991, p.95-125.
- KAGEYAMA, P.Y.; CASTRO, C. Sucessão secundária, estrutura genética e plantações de espécies nativas. **IPEF**, n. 41/42, p.83-93, 1989.
- KAGEYAMA, P.Y. & GANDARA, F.B. Recuperação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, R.R. & LEITÃO FILHO, H. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP, 2000, cap. 15. p. 249-269.
- KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492p.
- LAL, R.; HALL, G.F.; MILLER, F.P. Soil degradation: I. Basic processes. **Land Degradation & Rehabilitation**, London, v. 1, nº 1, Jul/Aug. 1989, p.51-69.
- KÖPPEN, W. 1948. Climatologia. Fondo de Cultura Económica, México.
- LEITÃO FILHO, H.F. Ecologia da Mata Atlântica em Cubatão. Campinas: Editora Unesp; Unicamp, 1993.

- LOPES, A.S. Manual de fertilidade do solo. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo. 1989, p.144-145.
- KLEIN, R.M. Ecologia da flora e vegetação do Vale do Itajaí. **Sellowia**, Itajaí, v.32, n.32, p.164-369, nov.1980.
- MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição de plantas. 1 ed. Ed. Agronômica Ceres, São Paulo, 1980. pp. 251.
- MARBUT, C.F. Atlas of american agriculture. Parte III. Soil of United States, Government Printing Office, Washington, D.C., 1935.
- MARTINS, S.V. & RODRIGUES, R.R. 1999. Produção de serapilheira em clareiras de uma floresta estacional semidecídua no Município de Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica** 22:405-412.
- MEDWECKA-KORNAS, A. Litter production. In: PHILLIPSON, J. ed. **Methods of study in soil ecology**. Gêneve, UNESCO/IBP, 1970. p. 139-43.
- MELLO, F.A.F.; SOBRINHO, M.O.C.B.; ARZOLA, S.; SILVEIRA, R.I.; NETTO, A.C.; KIEHL, J.C. Fertilidade do solo. 3 ed. Nobel, São Paulo, 1983. pp.400
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v.403, n.1, p.853-858, 2000.
- McINTYRE, S. LAVOREL, S.; LANDSBERG, J. FORBES, T. D. A. 1999. Disturbance response in vegetation –towards a global perspective on functional traits. **Journal of Vegetation Science**. n.10, p. 621-630.
- OLIVEIRA, R. R. Importância das bromélias epífitas na ciclagem de nutrientes da Floresta Atlântica. **Acta bot. bras.**, 2004, 18(4): 793-799.
- PARROTA, J.A. A secondary forest regeneration on degraded tropical lands: the role of plantations as “foster ecosystems”. In: LIETH, H.; LOHMANN, M. (Ed) **Restoration of tropical forest ecosystems**. The Hague. Kluwer Academic. 1993. cap. 2, p.63-73
- PHILLIPSON, J. **Methods of study in soil ecology**. Gêneve, UNESCO/IBP, 1970, p. 139-152.
- POGGIANI, F. et al. Quantificação da deposição de folheto em talhões experimentais de *Pinus taeda*, *Eucalyptus viminalis* e *Mimosa scabrella* plantados em uma área degradada pela mineração do xisto betuminoso. **IPEF**, v. 47, p. 21-29, 1987
- POGGIANI, R.R. Estrutura, funcionamento e classificação das florestas: implicação ecológica das florestas plantadas. **Documentos Florestais**, 1989, nº 3, p. 9-14.

- PRITCHETT, W.L. **Suelos Forestales. Propriedades, conservación y mejoramiento.** Primeira Ed. México: Limusa, 1986. pp. 634.
- RADAMBRASIL, 1983, **Projeto: Rambrasil levantamento de recursos naturais.** IBGE, Rio de Janeiro.
- REIS, A. et al. Curso: manejo do palmitreiro ( *Euterpe edulis* ) em regime de rendimento sustentado. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1985. 84p.
- RESENDE, M.; CURI, N. SANTANA, D.P. **Pedologia e fertilidade do solo: interações e aplicações.** Ministério da Educação, Brasília, 1988, pp.83.
- RODRIGUES, R.R. **Análise de um remanescente de vegetação natural às margens do Rio Passa Cinco. Ipeúna, SP.** Campinas, 1991. 325P. Tese de Doutorado. Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas.
- ROLLET, B. **Arquitetura e crescimento das florestas tropicais.** Belém: SUDAN, 1978. 22p.
- SÁNCHEZ, P.A. & LOGAN, T.J. Myths and science about the chemistry and fertility of soils in the tropics. p. 35-46. In **Myths and Science of Soils of Tropics. Soil Science Society of America Special Publication**, 1992, V.29. Madison, Wincosin, USA.
- SANCHEZ, M; PEDRONI F; LEITÃO-FILHO, H.F; César, O. Composição florística de um trecho de floresta riparia na Mata Atlântica em Picinguaba, Ubatuba, São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica.** São Paulo, v.22, n. 1, p, 1999.
- SANTOS, V.E; SOUZA, A.F; VIEIRA, M.L; Efeito do pastejo na estrutura da vegetação de uma Floresta Estacional Ripícola. **Revista Brasileira de Biociências,** Porto Alegre, v.5, n.1, p. 171-173, jul. 2007.
- SÃO PAULO (ESTADO). SECRETARIA de SERVIÇOS e OBRAS PUBLICAS. **Atlas pluviométrico do Estado de São Paulo,** São Paulo, 1972.
- SETZER, J., 1966, Atlas climático e ecológico do Estado de São Paulo. Comissão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguaí, São Paulo.
- SCHEID, L.A. Manual de fertilidade do solo. Trad. e adapt. de Soil Fertility Manual. Potash and Phosphate Institute. Wincosin, USA, 1989.
- SCHUMACHER, M. V.; BRUN, E. J.; RODRIGUES, L. M.; SANTOS, E. M. Retorno de nutrientes via deposição de serapilheira em um povoado de Acácia negra (*Acácia mearsii* De Wild) no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Arvore.** Viçosa, v. 27, n. 6, nov/dez 2003.

- SCHUMACHER, M. V.; BRUN, H. J. I.; KONIG, F. G. Produção de serapilheira em uma floresta de *Araucaria angustifolia* (Bertol) Kuntze no município de Pinhal Grande, Rio Grande do Sul. **Revista Arvore**. Viçosa, v. 28, n. 1, p. 29-37, 2004.
- SIMINSKI, A; MANTOVANI, A; Reis, M. S; Fantini, A, C. Sucessão florestal secundária no município de São Pedro de Alcântara, litoral de Santa Catarina: Estrutura e Diversidade. **Ciência Florestal**, v. 14, n. 1, p. 21- 33, 2004.
- SIMONETTI, C. **As relações entre o relevo, os solos e a floresta atlântica na serra do mar (bacia do rio Itamambuca, Ubatuba-SP)**. Tese de doutoramento, Instituto de Biociências, USP. 2001, 158p.
- SINGH, K.P. Litter production and nutrient turnover in deciduous forest of varanasi. **Proc. Symp. Recent. Adv. Trop. Ecol.**, 1968, p.655-65.
- TABARELLI, M; MANTOVANI, W. A regeneração de uma floresta tropical Montana após corte e queima (São Paulo – Brasil). **Revista Brasileira de Biologia**. São Carlos, v. 59, n. 2, p. 239- 250 , 1999.
- TORIOLA, D.; CHAREYRE, P; BUTTLER, A. Distribution of a primary forest plant species in a 19-year old secondary forest in French Guiana. **Journal of Tropical Ecology**. v.14, n. 3, 1998, p.323-340.
- VAN RAIJ, B. **Avaliação da fertilidade do solo**. Instituto da Potassa & Fosfato: Instituto Internacional da Potassa, Piracicaba, 1981. pp. 142.
- VAN RAIJ, B; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Boletim Técnico 100**. Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo. Instituto Agrônomo de Campinas. Campinas-SP. p. 9-13. 1985.
- VELOSO, E.P.; RANGEL FILHO, A.L.R. & LIMA, J.C.A. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro: **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais)**, 1991. 124 p.
- VIANA, V. M; TABANEZ, A. J. Biology and conservation of forest fragments in Brazilian atlantic moist forest. In: Schelhas, J., Greenberg, R ( Ed.). **Forest patches: in tropical landscapes**. Washington , DC.:Island Press, p.151-167,1996.
- VITAL, A. R. T.; GUERRINI, I. A.; FRANKEN, W. K.; FONSECA, R. C. B. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta estacional semidecidual em zona ripária. **Revista Arvore**. Viçosa, v. 28, n. 6, p.793-800, nov/dez 2004.

- VOGT, K.A.; GRIER, C.C. VOGT, D.J. **Production, turnover, and nutrient dynamics of above and belowground detritus of world forest.** *Advances in ecological research*. v.15, p.303-77, 1986.
- VOLPATO, M.M.I. **Regeneração natural em uma floresta secundária no domínio de Mata Atlântica: uma análise fitossociológica.** Viçosa, 1994. 123p. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Viçosa.
- YARED, J.A.G. **Efeito de sistemas silviculturais na florística e na estrutura de florestas secundárias e primárias na Amazônia Oriental.** Viçosa, 1996. 176p. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Viçosa.
- WILLIAMS, D.D.; BUGIN, A.; REIS, J.L.B. **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de revegetação.** Brasília: Ibama, 1990.