

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

JÔNIO PIZZOL CALIMAN

FERTILIDADE DO SOLO EM UMA FLORESTA ESTACIONAL
SEMIDECIDUAL SUBMONTANA NO SUL DO ESPÍRITO SANTO

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO

2011

JÔNIO PIZZOL CALIMAN

FERTILIDADE DO SOLO EM UMA FLORESTA ESTACIONAL
SEMIDECIDUAL SUBMONTANA NO SUL DO ESPÍRITO SANTO

Monografia apresentada ao
Departamento de engenharia
Florestal da Universidade
Federal do Espírito Santo, como
requisito parcial para obtenção
do título de Engenheiro
Florestal.

JERÔNIMO MONTEIRO

ESPÍRITO SANTO

2011

JÔNIO PIZZOL CALIMAN

FERTILIDADE DO SOLO EM UMA FLORESTA ESTACIONAL
SEMIDECIDUAL SUBMONTANA NO SUL DO ESPÍRITO SANTO

Monografia apresentada ao Departamento de engenharia Florestal da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Aprovada em 10 de Junho de 2011.

COMISSÃO AVALIADORA

D.Sc. Marcos Vinicius Winckler Caldeira
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador

Rogério Colombi
Universidade Federal do Espírito Santo

Huezer Viganô Sperandio
Universidade Federal do Espírito Santo

A Deus, “Razão de tudo que somo e fazemos”.

Aos meus pais Anicelcio e Lourdes e meu irmão Cícero, razão maior de minha existência e exemplo de amor com que fui criado. Pelo esforço, dedicação e compreensão, em todos os momentos desta e de outras caminhadas.

Aos meus amigos, “São pessoas tão queridas e especiais, que seria impossível ter feito alguma coisa sem eles”.

“Sonha e serás livre de espírito, luta e serás livre na vida”.

CHE GUEVARA

AGRADECIMENTOS

Ao meu amigo e orientador D.Sc. Marcos Vinicius Winckler Caldeira, por ter me acolhido e me ajudado com suas precisas e incisivas pontuações.

Ao meu amigo Tiago de Oliveira Godinho, parceiro de projeto que me acompanhou em todos os trabalhos de campo e sempre me incentivou nos estudos.

Aos meus amigos Tiago Costa Machado, Gilsimar Elvis Bellon, Marcos Zndonadi Caliman, Edson Lachini e Diogo de Souza Alves, por me ajudarem nas coletas de campo.

Ao meu amigo e companheiro Davi Salgado de Senna, por me incentivar nos trabalhos acadêmicos e me acompanhar ao longo de toda a minha graduação.

Ao D.Sc. Luiz Carlos Prezotti, por me dar a oportunidade de realizar as análises químicas.

RESUMO

A fertilidade dos solos florestais depende, principalmente, das características da serapilheira que é produzida pelo dossel da floresta. O solo é a base para o desenvolvimento das plantas, pois oferece suporte físico, químico e biológico. O objetivo da pesquisa foi avaliar a fertilidade do solo (Latosolo Vermelho-Amarelo Distrófico) de uma Floresta Estacional Semidecidual Submontana e sua correlação com a serapilheira acumulada. Para o estudo foram utilizadas nove parcelas (20 x 50 m) dentro da Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Cafundó, Cachoeiro de Itapemirim, ES. Para efeito de comparação as parcelas foram divididas em três tipos de áreas (baixada, encosta e topo de morro), de acordo com o gradiente topográfico. Em cada parcela foram coletadas 20 amostras simples para formar uma amostra composta de solo na profundidade de 0–20 cm. A serapilheira acumulada foi coletada mensalmente entre dezembro/2009 e novembro/2010. Foi constatado que o solo da floresta possui, em geral, médio a alto teor de matéria orgânica e baixa disponibilidade de fósforo. Os solos da RPPN Cafundó são, em geral, de média a alta fertilidade, sendo que os solos de baixada mostraram-se mais férteis que os solos de encosta e topo de morro. A melhor correlação encontrada foi para o fósforo, representando uma boa relação entre os teores de fósforo do solo e os teores de fósforo da serapilheira acumulada.

Palavras-chave: Solos florestais, atributos químicos do solo, serapilheira.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 O problema e sua importância	2
1.2. Objetivos	2
1.2.1. Objetivo geral	2
1.2.2. Objetivos específicos	2
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Solo como base para o desenvolvimento das plantas	3
2.2. Fertilidade dos solos florestais	4
2.3. Serapilheira versus Fertilidade do Solo	5
3. METODOLOGIA.....	8
3.1. Caracterização da área.....	8
3.2. Coleta de solo.....	9
3.3. Coleta de serapilheira acumulada	10
3.4. Análise química do solo	12
3.5. Nutrientes do solo versus nutrientes da serapilheira acumulada	12
4. RESULTADOS DA PESQUISA.....	13
4.1 Atributos químicos do solo nas parcelas de baixada.....	13
4.2 Atributos químicos do solo nas parcelas de encosta	15
4.3 Atributos químicos do solo nas parcelas de topo	17
4.4. Comparativo entre as parcelas de baixada, encosta e topo de morro.....	19
4.5. Correlação entre os nutrientes do solo e da serapilheira.....	21

5. CONCLUSÕES.....	24
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Teor dos atributos químicos das parcelas de baixada da RPPN Cafundó....	14
Tabela 2 – Teor dos atributos químicos das parcelas de encosta da RPPN Cafundó. ...	16
Tabela 3 – Teor dos atributos químicos das parcelas de topo de morro da RPPN Cafundó.	18
Tabela 4 – Atributos químicos do solo (macronutrientes; pH; Al; H+Al; SB; t; T) da RPPN Cafundó.	20
Tabela 5 – Atributos químicos do solo (micronutrientes; V; m; ISNa; MO; P-rem) da RPPN Cafundó.	21

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da Reserva Particular do Patrimônio Natural Cafundó no estado do Espírito Santo.	8
Figura 2 – Localização das parcelas alocadas dentro da Reserva Particular do Patrimônio Natural Cafundó, Cachoeiro de Itapemirim, ES.....	10
Figura 3 – Gabarito de metal para coleta de serapilheira acumulada.....	11
Figura 4 – Diagramas de dispersão e regressão linear entre os macronutrientes do solo e os macronutrientes da serapilheira, encontrados na RPPN Cafundó.	22
Figura 5 – Diagramas de dispersão e regressão linear entre os micronutrientes e matéria orgânica do solo e os micronutrientes e matéria orgânica da serapilheira, encontrados na RPPN Cafundó.	23

1. INTRODUÇÃO

O solo é a base para o desenvolvimento das plantas, pois fornece suporte físico, químico e biológico para o crescimento de comunidades vegetais. Constitui importante compartimento de onde são retirados os nutrientes necessários à sobrevivência das plantas e é fundamental para a regulação da distribuição, armazenamento, escoamento e infiltração da água da chuva e de irrigação, exercendo ação filtrante e protetora da qualidade da água.

Para qualquer tipo de vegetação terrestre, o solo constitui-se como fator de abastecimento de água e nutrientes, cuja disponibilidade está na dependência do clima geral, do relevo, dos processos físicos do solo, da matéria orgânica disponível, dos microorganismos existentes e ainda da qualidade química dos minerais do solo.

A interação solo-planta é denominada de ciclo biogeoquímico. Este termo deriva-se do movimento cíclico dos elementos que formam os organismos biológicos e o ambiente geológico e intervêm em uma mudança química, ou seja, é o movimento de um ou mais elementos químicos através da atmosfera, hidrosfera, litosfera e biosfera da Terra.

Nos ecossistemas florestais a devolução de nutrientes e carbono orgânico para o solo é feita através da queda de serapilheira. A fertilidade dentro de uma floresta depende da transferência dos nutrientes da serapilheira para o solo.

A matéria orgânica do solo é importante para a sua fertilidade, sendo o conhecimento da fertilidade do solo fundamental para o manejo adequado dos sistemas em uso, resultando em preservação da natureza, por evitar tomadas de decisões errôneas, e economia ao homem (RODRIGUES et al., 2010).

A produção e decomposição da serapilheira são processos fundamentais, e mais comumente mensurados, do fluxo de matéria orgânica e nutrientes da vegetação para a superfície do solo, sendo vitais para o funcionamento do ecossistema, principalmente, nas florestas tropicais situadas em solos pobres em nutrientes (GOLLEY, 1978).

Em relação às propriedades químicas do solo, a matéria orgânica do solo tem papel fundamental na sua fertilidade (MIRANDA, 2007), sendo a principal fonte de nutrientes minerais para as plantas. (BONINI, 2010).

Florestas tropicais são muito mais exigentes, por exemplo, que as florestas de gimnospermas (DUVIGNEAUD, 1976). A exigência nutricional é parte do nicho ecológico e constitui importante fator para a seleção dos componentes de cada comunidade. Há, portanto, um custo nutricional sem o qual a espécie ou comunidade não poderá se estabelecer.

1.1 O problema e sua importância

Estudos da avaliação de atributos químicos, físicos e biológicos do solo são fundamentais no entendimento da funcionalidade e sustentabilidade de solos.

Sabe-se que os nutrientes dos solos florestais constituem-se em primoroso tema de investigações científicas, num valioso instrumento para estudos de diagnose ambiental e avaliação de impactos naturais ou decorrentes das atividades humanas.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo geral

O objetivo da pesquisa foi avaliar a fertilidade do solo de uma Floresta Estacional Semidecidual Submontana e sua correlação com a serapilheira acumulada.

1.2.2. Objetivos específicos

Como objetivos específicos este estudo buscou: (a) quantificar o teor de nutrientes do solo da Floresta Estacional Semidecidual Submontana na RPPN Cafundó; (b) caracterizar quimicamente o solo nas parcelas de baixada, de encosta e de topo de morro; (c) correlacionar os nutrientes do solo com os nutrientes da serapilheira acumulada.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Solo como base para o desenvolvimento das plantas

O solo é considerado uma das maiores fontes de energia que torna possível a existência dos seres vivos no planeta, que, por sua vez, atuam diretamente sobre o mesmo. Em florestas o solo funciona como um suporte para os ecossistemas, sendo uma base para o desenvolvimento de plantas, o que torna essencial a compreensão de sua atuação, visando um ótimo crescimento e manutenção de espécies (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1990).

Nesse sentido, de acordo com Rodrigues et al. (2010), o solo é um componente importante dos ambientes terrestres, naturais ou antropizados, pois, além de ser o principal substrato utilizado pelas plantas para o seu crescimento e disseminação, fornecendo água, ar e nutrientes, exerce, também, diversas funções como: regulação da distribuição, armazenamento, escoamento e infiltração da água da chuva e de irrigação; armazenamento e ciclagem de nutrientes para as plantas e outros elementos; ação filtrante e protetora da qualidade da água.

O ecossistema florestal, tendo o solo, a biomassa vegetal e a liteira como compartimentos, constitui um sistema aberto, que permite a troca de massa e energia com os sistemas adjacentes, de onde recebe energia, nutrientes e água (como transportador), exportando também energia (de menor qualidade), os metabólitos não utilizáveis e água (FERREIRA et al., 2006).

Nesse sentido, os autores acima comentam que o sistema florestal é mantido por este fluxo unidirecional “entrada → saída”, sendo que, no seu interior, grande parte da energia é dissipada para promover uma forte circulação, a qual faz com que se reduzam as perdas, tanto de nutrientes como de compostos ricos em energia.

Dependendo do tipo de rocha de origem e grau de envelhecimento do solo, o intemperismo pode representar uma importante fonte de nutrientes para os ecossistemas florestais. Com o passar do tempo, vão sendo liberados os nutrientes dos minerais do solo, principalmente naqueles mais novos com grande quantidade de minerais primários. Os íons solúveis são liberados através de reações do intemperismo,

sendo disponibilizados para a absorção pelas plantas e para a ciclagem dentro do ecossistema florestal. Em florestas, entre 80 e 100% do aporte de Ca, Mg, K e P é derivado do intemperismo de rochas (HAAG, 1985).

2.2. Fertilidade dos solos florestais

A fertilidade dos solos florestais é um produto de diversos fatores, como a disponibilidade de água, aeração, temperatura e resistência do solo à penetração das raízes. Tais características encontram-se comprometidas em um solo degradado, o que pode comprometer sua fertilidade e conseqüentemente o crescimento da vegetação, devido à redução da taxa de difusão de oxigênio, de quantidade de água disponível e de resistência do solo à penetração (ARAÚJO et al., 2004). Sabe-se que em relação às propriedades químicas do solo, a matéria orgânica do solo tem papel fundamental na sua fertilidade, sendo a principal fonte de nutrientes minerais para as plantas. Pois, uma das funções da matéria orgânica é melhorar as propriedades físicas do solo com o aumento da retenção de água, da porosidade (aeração), propiciando o desenvolvimento da comunidade microbiana do solo, constituída por bactérias, fungos, vírus, algas e protozoários, que tem papel na sua decomposição.

Segundo Melloni (2008), os efeitos das plantas podem resultar em mudanças nas características químicas e propriedades físico-hídricas do solo. As plantas contribuem para a macroporosidade, devido aos canais abertos pelas raízes. O volume e a distribuição do espaço poroso são muito importantes, uma vez que são nesses espaços que ocorrem os principais fenômenos responsáveis pela regulação do crescimento e a produção vegetal, tais como: reações químicas e biológicas, difusão de gases e íons, movimento e retenção de água e penetração de raízes.

As espécies apresentam diferenças entre si quanto ao teor de nutrientes presente nas folhas, mesmo em ambientes edáficos praticamente iguais, mas, mesmo assim, podem refletir a disponibilidade de nutrientes e as características dos solos sobre os quais se encontram (HARIDASAN, 2005).

Grande parte da matéria orgânica depositada sobre o solo é proveniente de resíduos vegetais, que, quando chegam ao solo, podem sofrer sequestro pela fração

mineral ou serem transformados bioquimicamente, por meio do processo de humificação. Tanto a mineralização como a humificação dependem da atividade biológica (MIRANDA et al., 2007).

Os principais fatores que controlam a formação do húmus são a temperatura, drenagem, nitrogênio e presença ou ausência de cátions básicos no solo, que podem variar conforme o ambiente e a ação antrópica (CERRI e VOLKOFF, 1988; MIRANDA et al., 2007).

O balanço da matéria orgânica no solo, afirma Alves (1992), é fundamental para a manutenção e melhoria das condições físicas internas e externas do solo, que só poderão ser alcançadas e mantidas via biológica. Esse processo se constitui em um resultado da ação de raízes, da atividade macro e microbiológica e da decomposição da matéria orgânica.

Para Tótola e Chaer (2002), um indicador de qualidade do solo pode ser simplesmente uma variável mensurável (temperatura do solo), um processo (taxa de mineralização do nitrogênio) ou um índice, no qual são inclusas inúmeras medidas do solo, como densidade, porosidade e matéria orgânica.

Quanto à eficiência de aproveitamento de nutrientes do solo, Alvarenga (1996) observou que há diferença entre espécies de plantas, de acordo com suas necessidades específicas e sua capacidade de adaptação à condição de disponibilidade de nutrientes.

2.3. Serapilheira versus Fertilidade do Solo

Os fragmentos orgânicos advindos dos componentes senescentes da parte aérea das plantas, ao caírem sobre o solo, formam uma camada denominada de serrapilheira, que compreende folhas, caules, flores, frutos, bem como restos de animais e material fecal (GOLLEY et al., 1978).

A serrapilheira acumulada desempenha um papel essencial no crescimento das plantas, pois influencia nas propriedades físicas, biológicas e químicas dos solos. De acordo com Santos (1989), a serrapilheira acumulada sobre o solo da floresta aumenta a capacidade de troca catiônica do solo, permite a existência de uma grande variedade de nichos para a mesofauna e microrganismos, bem como exerce, também, funções de

isolante térmico, retentor de água, atenuador de efeitos erosivos, filtrador e armazenador de água proveniente das chuvas.

Conhecer o aporte de nutrientes através da serapilheira é muito importante para avaliar a disponibilidade de nutrientes no solo e a produtividade futura dos povoamentos florestais. A serapilheira contém grande proporção dos nutrientes extraídos do solo pelas árvores, e, à medida que o material decíduo vai se decompondo, os nutrientes nele contidos vão sendo liberados, dando sequência à ciclagem de nutrientes (planta–solo–planta) (KOEHLER et al., 1987; SCHUMACHER et al., 2004), que são passíveis de serem reabsorvidos pelas raízes das plantas (POGGIANI e SCHUMACHER, 2000; SCHUMACHER et al., 2003).

Conforme Spurr e Barnes (1982), as quantidades relativas dos diferentes nutrientes absorvidos pelas árvores, quando liberados pela decomposição da serapilheira, influenciam a formação das camadas superficiais do solo e, como consequência, a vegetação que nele se desenvolve.

O dossel das florestas também influencia nas características do solo. O aspecto mais importante da copa, em termos de sua influência na ciclagem de nutrientes é o seu papel como fonte de serrapilheira.

Características do dossel determinam a quantidade e a composição de serapilheira produzida, a qual determina a grande quantidade de nutrientes a serem reciclados, a composição da comunidade microbiana e fauna do solo e a disponibilidade de nutrientes (PRESCOTT, 2002).

De acordo com Gonçalves (2008) a produção de serapilheira nos ecossistemas florestais é de grande importância e apresenta variações ao longo do ano devido à influência das variáveis climáticas.

Segundo Pinto (2005), a produção de serapilheira em Floresta Estacional Semidecidual aumenta de forma proporcional à densidade e à biomassa presente no ambiente. Portanto, a estrutura vertical e horizontal da floresta, representada, principalmente, pelo porte da vegetação, têm relações com a produção de serapilheira. Essa relação pode explicar as maiores produções de serapilheira nos fragmentos em estágios sucessionais mais avançados, que apresentam, geralmente, maior densidade

de indivíduos arbóreos e maior área basal em comparação a fragmentos em estágios sucessionais iniciais.

Em florestas localizadas em menores altitudes a temperatura e umidade, no geral, são maiores, fazendo com que a produção de serapilheira também seja maior e a serapilheira acumulada sobre o solo seja menor, visto que as condições favoráveis para a decomposição do resíduo vegetal são altas temperaturas, umidade, atividade microbiana intensa, entre outros (MARTINS, 2010).

O padrão de ciclagem de nutrientes nos trópicos úmidos é diferente do padrão de áreas temperadas. Nas regiões frias, uma grande parcela da matéria orgânica e dos nutrientes permanece no solo e sedimentos, enquanto que, nos trópicos, uma porcentagem muito maior está na biomassa, sendo reciclada dentro das estruturas orgânicas do sistema. Além disso, a taxa de ciclagem, ou seja, a velocidade com que os nutrientes se movimentam entre e dentro dos compartimentos, é muito mais rápida numa floresta tropical do que em uma temperada (ODUM, 1988).

3. METODOLOGIA

3.1. Caracterização da área

O presente estudo foi desenvolvido na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Cafundó, situada no município de Cachoeiro de Itapemirim – ES. Este fragmento é coberto pela Floresta Estacional Semidecidual Submontana em cotas de 100 a 150 m (IBGE, 1987). A RPPN Cafundó possui 517 hectares e localiza-se na coordenada geográfica 20°43' latitude Sul e 41°13' de longitude Oeste (Figura 1).

A Floresta Estacional Semidecidual é uma fitofisionomia determinada por duas estações, uma chuvosa e outra seca, que condicionam a sazonalidade foliar dos elementos arbóreos dominantes. A porcentagem de árvores caducifólias no conjunto situa-se entre 20 e 50%.

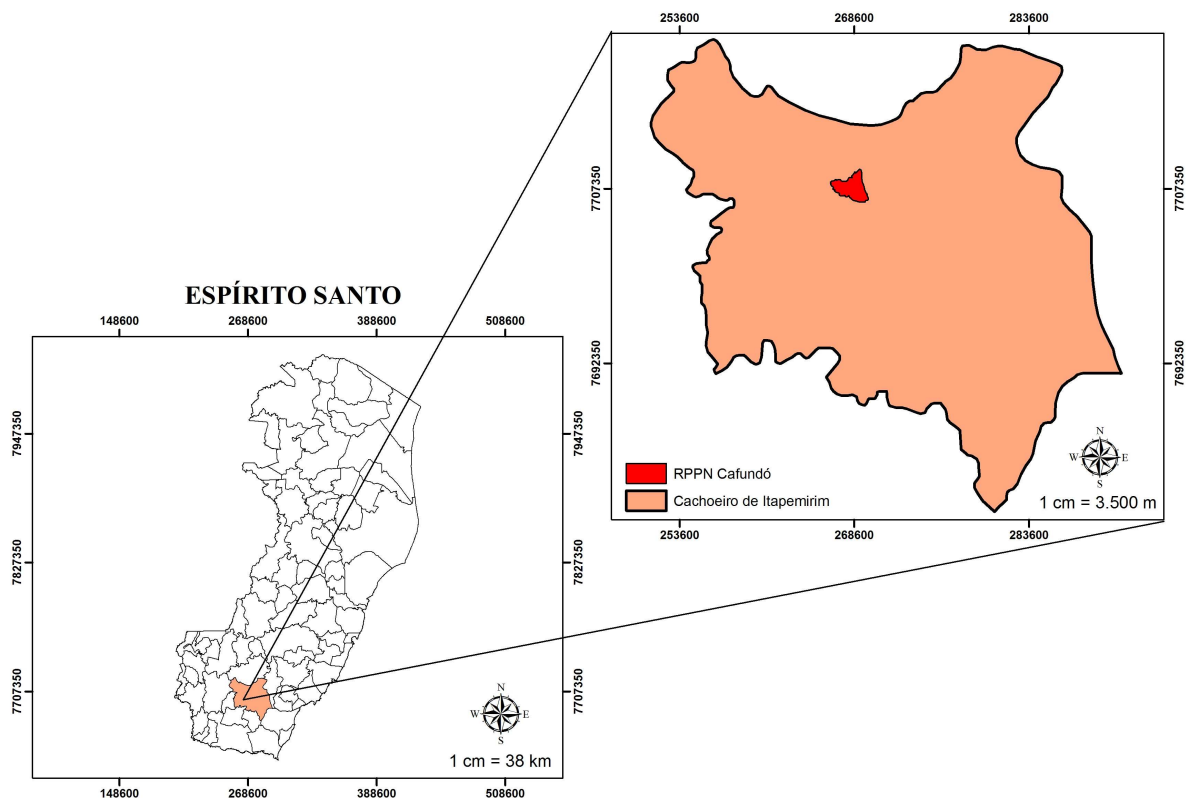


Figura 1 – Localização da Reserva Particular do Patrimônio Natural Cafundó no estado do Espírito Santo.

A RPPN Cafundó encontra-se em estágio médio a avançado de sucessão secundária, sendo que as espécies não-pioneiras são as que predominam na estrutura horizontal e vertical (ARCHANJO, 2008).

O clima da região enquadra-se no tipo Cwa, apresentando chuva mal distribuída ao longo do ano, com verão chuvoso e inverno seco, de acordo com a classificação de Köppen. A temperatura mínima dos meses mais frios varia entre 11,8 e 18°C e a temperatura máxima dos meses mais quentes varia entre 30,7 e 34°C (INCAPER, 2008).

A região é caracterizada por extensas áreas planas com esparsas e suaves elevações, aparecendo afloramentos rochosos em pontos distintos. Esse relevo regional caracteriza-se com feições do tipo “Mar de morros”, com relevo ondulado a forte ondulado. O material de origem é do tipo granito-gnáissico de origem pré-cambriana (IBGE, 1987). O solo da região é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, de acordo com Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006).

3.2. Coleta de solo

As coletas foram realizadas no mês de dezembro/2010, dentro de parcelas preexistentes no fragmento, com dimensões de 20 x 50 m. As parcelas foram alocadas sistematicamente dentro da RPPN Cafundó em inventário realizado por Archanjo (2008).

Para determinação dos teores de nutrientes no solo foi coletada, no mês de dezembro/2010, uma amostra composta de 20 amostras simples, coletadas dentro de cada uma das nove parcelas estudadas (Figura 2), totalizando nove amostras compostas. A profundidade utilizada na coleta do solo foi de 0 – 20 cm e as amostras simples foram coletadas aleatoriamente dentro das parcelas.

As nove parcelas foram divididas em três classes distintas, de acordo com o gradiente topográfico: baixada (parcelas 9, 15 e 16), encosta (parcelas 7, 8 e 21) e topo de morro (parcelas 19, 20 e 22).

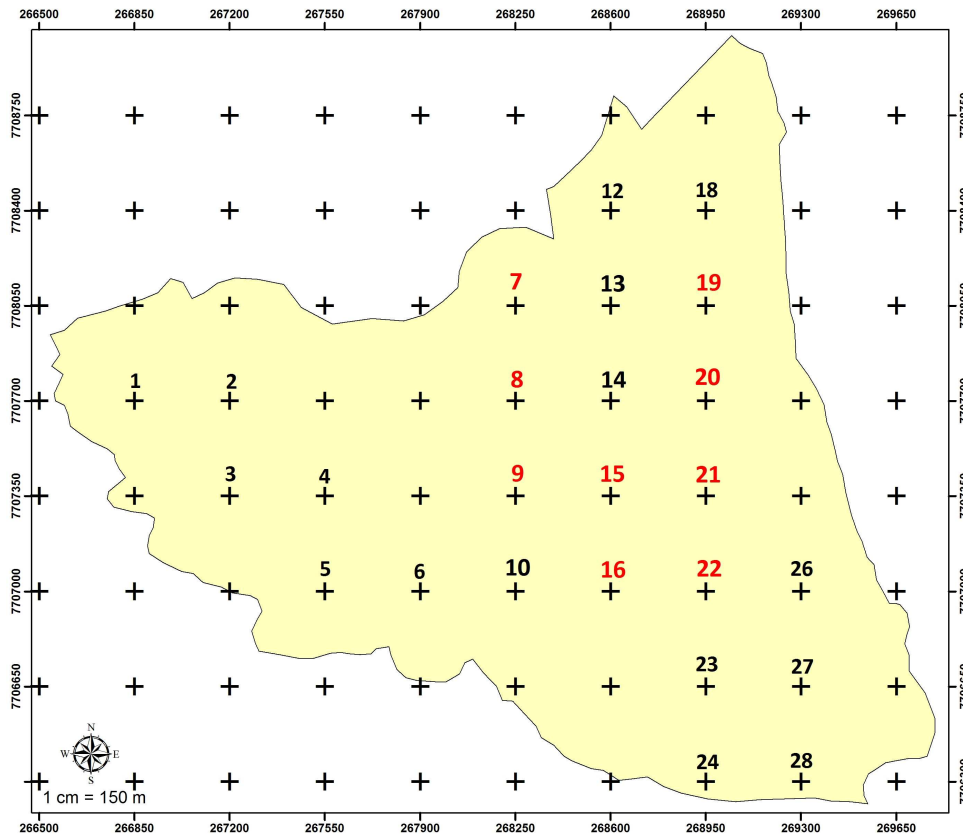


Figura 2 – Localização das parcelas alocadas dentro da Reserva Particular do Patrimônio Natural Cafundó, Cachoeiro de Itapemirim, ES.

Os instrumentos adotados para a retirada das amostras foram a enxada, enxadão e balde plástico. As amostras foram acondicionadas em sacolas plásticas, identificadas e encaminhadas ao Laboratório de Análises de Solos e Plantas do Centro Regional de Desenvolvimento Rural Centro Serrano do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural - INCAPER, localizado em Domingos Martins/ES.

3.3. Coleta de serapilheira acumulada

Para a coleta de serapilheira acumulada foram utilizadas as mesmas parcelas escolhidas para a coleta de solo (Figura 2). Em cada uma das nove parcelas foram coletadas, mensalmente, no período de dezembro/2009 a novembro/2010, 12 amostras de serapilheira, de forma aleatória, sob o piso da floresta com o auxílio de gabarito de metal (Figura 3) de 0,25 x 0,25 m totalizando 108 amostras/mês.

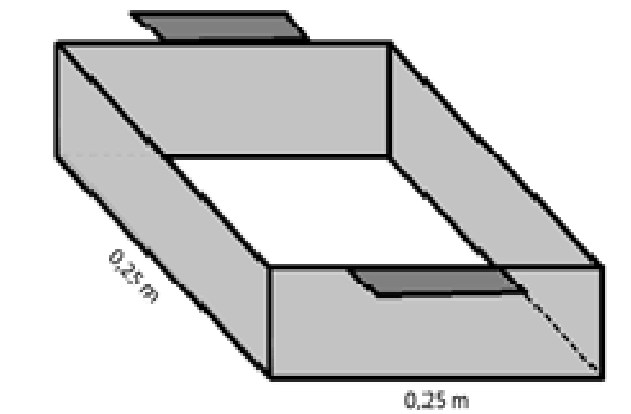


Figura 3 – Gabarito de metal para coleta de serapilheira acumulada.

Em campo, cada amostra de serapilheira acumulada foi colocada, separadamente, em sacos plásticos devidamente identificados. Após a coleta, o material foi levado imediatamente para o Laboratório de Ecologia Florestal/ Núcleo de Estudos e de Difusão de Tecnologia em Floresta, Recursos Hídricos e Agricultura Sustentável/Universidade Federal do Espírito Santo, em Jerônimo Monteiro/ES, transferido para sacos de papel devidamente identificados e, por fim, colocado em estufa de circulação e renovação de ar a 65°C até alcançar massa seca constante. Depois de seco, o material foi pesado em balança de precisão (0,01g).

Para a análise dos nutrientes da serapilheira acumulada o material seco foi triturado em moinho do tipo Wiley, passadas em peneiras de malha 1,0 mm (20 mesh) e armazenadas em frascos de vidros devidamente identificados.

Os nutrientes analisados na serapilheira acumulada foram: P, K, Ca, Mg, Al, Zn, Fe, Mn, Cu, B e MO.

O material moído foi encaminhado ao Laboratório de Análises de Solos e Plantas do Centro Regional de Desenvolvimento Rural Centro Serrano do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural - INCAPER, localizado em Domingos Martins/ES.

3.4. Análise química do solo

O solo coletado foi secado ao ar, destorroado e peneirado em peneira de malha de 2 mm, a fim de se obter a terra fina seca ao ar (TFSA). A caracterização química foi baseada segundo a metodologia proposta pela Embrapa (2009).

Foram analisados os seguintes atributos químicos do solo: pH, P, K, Na, Mg, Al, H+Al, SB, t, T, V, m, ISNa, MO, P-rem, Zn, Fe, Mn, Cu e B.

Os atributos químicos do solo foram interpretados de acordo com a metodologia proposta por Prezotti et al. (2007).

3.5. Nutrientes do solo versus nutrientes da serapilheira acumulada

Para estudar as correlações entre os nutrientes do solo e da serapilheira utilizaram-se gráficos de dispersão e regressão linear entre os teores de nutrientes do solo e da serapilheira. Para isso utilizou-se o aplicativo computacional Microsoft Office Excel 2007.

Em relação à serapilheira acumulada, para a confecção dos gráficos de dispersão foi utilizada, para cada nutriente, a média entre os meses de dezembro/2009 a novembro/2010.

4. RESULTADOS DA PESQUISA

4.1 Atributos químicos do solo nas parcelas de baixada

Os valores de pH encontrados neste estudo (Tabela 1) variaram entre 6,0 (acidez fraca) e 6,7 (acidez fraca) e os teores de alumínio trocável foram zero, indicando que solo não é considerado ácido e não apresenta toxidez de alumínio. Isto pode ser confirmado ao analisar o alto valor da Soma de Bases (SB) (entre 3,9 e 9,8 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$) e o baixo valor da acidez potencial (entre 1,0 e 2,0 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$). Benites et al. (2010) encontraram um valor de pH de 4,8 em um fragmento de Mata Atlântica (estágio avançado de sucessão), no município de Bom Jardim, RJ. Uma das hipóteses do alto valor da Soma de Bases pode ser em função da queda da serapilheira, bem como, a sua decomposição. Caldeira (2003) em seu estudo na Floresta Ombrófila Mista Montana no PR evidencia que a serapilheira acumulada é a principal via de transferência de N, K e Ca para o solo.

No presente estudo, a CTC efetiva (t) pode ser interpretada como média para a parcela 15 e alta para as parcelas 9 e 16, variando de 3,9 a 9,8 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$. Entretanto, o teor de matéria orgânica do solo (MOS) foi considerado alto para a parcela 9 (4,5 dag kg^{-1}) e médio para as parcelas 15 e 16 (2,1 dag kg^{-1} e 2,6 dag kg^{-1} , respectivamente). Em solos de regiões de clima tropical a MOS, mesmo que em pequenas quantidades, contribui com mais de 50% da CTC devido à reduzida atividade das argilas.

O teor de MOS, assim como o carbono orgânico do solo (COS) tem sido utilizado como indicador de alterações do solo, sendo menor em condições estressantes. Um dos principais motivos da estabilidade dos teores de MOS no presente estudo é principalmente devido da queda de folhas e galhos durante o ano, gerando também uma boa ciclagem de nutrientes.

Tabela 1 – Teor dos atributos químicos das parcelas de baixada da RPPN Cafundó.

Atributos Químicos		Parcelas		
		9	15	16
pH	H ₂ O	6,0	6,3	6,7
P		9(B)	5(B)	7(B)
K	mg dm ⁻³	120(M)	32(B)	75(M)
Na		17	8	10
Ca		7,7(A)	3,2(M)	4,9(A)
Mg		1,7(A)	0,6(M)	1,1(A)
Al		0,0(B)	0,0(B)	0,0(B)
H + Al	cmol _c dm ⁻³	2,0(B)	1,2(B)	1,0(B)
SB		9,8(A)	3,9(M)	6,2(A)
T		9,8(A)	3,9(M)	6,2(A)
T		11,8(A)	5,1(M)	7,2(M)
V		83(A)	76(A)	86(A)
M	%	0(B)	0(B)	0(B)
ISNa		0,1	0,1	0,1
MO	dag kg ⁻¹	4,5(A)	2,1(M)	2,6(M)
P-rem	mg L ⁻¹	31	45	44
Zn		7,9(A)	5,3(A)	4,5(A)
Fe		171(A)	71(A)	23(M)
Mn	mg dm ⁻³	133(A)	144(A)	176(A)
Cu		1,1(M)	0,6(B)	0,5(B)
B		0,55(M)	0,26(B)	0,47(M)

(B)=Baixo; (M)=Médio; (A)=Alto.

Estudando a Floresta Ombrófila Mista Montana em Irati-PR, Oliveira (2010) verificou um teor de MOS de 53,6 g dm⁻³, sendo este valor superior ao da presente pesquisa que revelou um teor de MO entre 21 e 45 g dm⁻³.

O presente estudo revela que os teores de fósforo encontrados (entre 5,0 e 9,0 mg dm⁻³) assumem valores acima dos encontrados por Benites et al. (2010) e Rodrigues et al. (2010). Estudo realizado por Benites et al. (2010), mostrou que o fragmento de floresta Mata Atlântica (estágio avançado de sucessão), em Bom Jardim, RJ, apresentou teor de fósforo de 4,2 mg kg⁻¹. Já, Rodrigues et al. (2010), ao estudar uma floresta nativa e uma capoeira na fazenda São Paulo da Serra, em Campo Verde, MT, encontraram teores de fósforo iguais a 2,56 mg dm⁻³ e 2,51 mg dm⁻³, respectivamente.

Oliveira (2010) relevou teores de potássio variando entre 0,29 a 0,49 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ para a Floresta Ombrófila Mista Montana, Irati/PR. Estes resultados são superiores aos da presente pesquisa, que varia entre 0,08 e 0,30 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. Alvarenga (1996) observou que ecossistemas que não receberam constante aporte de nutrientes apresentaram propriedades químicas desfavoráveis em relação ao ecossistema original.

A textura do solo pode ser estimada em função do fósforo remanescente (P-rem). Sendo assim, esta pesquisa apresentou os seguintes resultados para a textura do solo: parcela 9 (31 mg L^{-1} = textura média); parcela 15 (45 mg L^{-1} = textura arenosa); e parcela 16 (44 mg L^{-1} = textura arenosa). A textura, estrutura e porosidade do solo são fatores determinantes para o armazenamento e a mobilidade dos nutrientes no perfil do solo.

Na presente pesquisa, a sequência dos teores de macronutrientes, em ordem decrescente, observada nas parcelas de encosta foi: $\text{K} > \text{Na} > \text{P}$. Já, a sequência dos teores de micronutrientes, em ordem decrescente, observada nas parcelas de encosta não foram as mesmas: parcela 9 ($\text{Fe} > \text{Mn} > \text{Zn} > \text{Cu} > \text{B}$); parcela 15 ($\text{Mn} > \text{Fe} > \text{Zn} > \text{Cu} > \text{B}$); e parcela 16 ($\text{Mn} > \text{Fe} > \text{Zn} > \text{Cu} > \text{B}$).

4.2 Atributos químicos do solo nas parcelas de encosta

Observando a Tabela 2, ressalta-se os valores de pH variando entre 5,2 (acidez média) e 6,1 (acidez fraca) e os teores de alumínio foram muito baixos, indicando que na parcela 19 o solo pode ser considerado relativamente ácido, mas não apresenta toxidez por alumínio. Isto pode ser confirmado ao analisar os baixos valores das Somas de Bases (entre 2,1 e 5,4 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) e valores mais elevados da acidez potencial (entre 1,4 e 2,7 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$). Benites et al. (2010) encontrou um valor de pH igual a 4,8 em um fragmento de Mata Atlântica (estágio avançado de sucessão), no município de Bom Jardim, RJ.

Tabela 2 – Teor dos atributos químicos das parcelas de encosta da RPPN Cafundó.

Atributos Químicos		Parcelas		
		19	20	22
pH	H ₂ O	5,2	5,8	6,1
P		3(B)	3(B)	3(B)
K	mg dm ⁻³	66(M)	62(M)	81(M)
Na		13	8	10
Ca		1,5(M)	2,1(M)	4,0(M)
Mg		0,4(B)	0,6(M)	1,2(A)
Al		0,3(M)	0,0(B)	0,0(B)
H + Al	cmol _c dm ⁻³	2,7(M)	2,0(B)	1,4(B)
SB		2,1(M)	2,9(M)	5,4(A)
T		2,4(B)	2,9(M)	5,4(M)
T		4,9(M)	4,9(M)	6,9(M)
V		44(B)	59(M)	79(A)
M	%	12(B)	0(B)	0(B)
ISNa		0,1	0,1	0,1
MO	dag kg ⁻¹	2,1(M)	1,9(M)	3,2(A)
P-rem	mg L ⁻¹	40	44	44
Zn		1,3(M)	4,7(A)	6,7(A)
Fe		74(A)	73(A)	14(B)
Mn	mg dm ⁻³	40(A)	83(A)	136(A)
Cu		0,6(B)	0,7(B)	0,5(B)
B		0,47(M)	0,33(B)	0,66(M)

(B)=Baixo; (M)=Médio; (A)=Alto.

A CTC efetiva (t) pode ser interpretada como baixa para a parcela 19 e média para as parcelas 20 e 22, variando de 2,4 a 5,4 cmol_c dm⁻³. Já o teor de matéria orgânica (MO), para as parcelas 19 e 20, foi considerado médio e, para a parcela 22, foi considerado alto. Em solos de regiões de clima tropical a MO, mesmo que em pequenas quantidades, contribui com mais de 50% da CTC devido à reduzida atividade das argilas.

O presente estudo revela que o teor de fósforo encontrado foi de 3,0 mg dm⁻³ para todas as parcelas, assumem valores mais baixos do que os encontrados por Benites et al. (2010) e mais altos do que os encontrados por Rodrigues et al. (2010). Estudo realizado por Benites et al. (2010), mostrou que o fragmento de Floresta Mata Atlântica (estágio avançado de sucessão), em Bom Jardim, RJ, apresentou teor de fósforo de 4,2 mg kg⁻¹. Contudo, Rodrigues et al. (2010), ao estudarem uma floresta

nativa e uma capoeira na fazenda São Paulo da Serra, em Campo Verde, MT, encontraram teores de fósforo iguais a $2,56 \text{ mg dm}^{-3}$ e $2,51 \text{ mg dm}^{-3}$, respectivamente.

De acordo com Witschoreck (2008), a entrada de nutrientes se dá de forma mais intensa nas camadas superficiais de solo, sendo que, a maioria dos solos apresenta um padrão de distribuição dos nutrientes decrescente com o aumento da profundidade. Estudando um plantio de *Pinus taeda* no município de Cambará do Sul, RS, Witschoreck (2008) mostra em seus resultados que os teores de fósforo decresceram com o aumento da profundidade de amostragem, exceto na camada de 50 – 60 cm: camada 0 - 10 cm = $6,4 \text{ mg dm}^{-3}$; camada 10 – 20 cm = $3,9 \text{ mg dm}^{-3}$; camada 20 – 30 cm = $2,2 \text{ mg dm}^{-3}$; camada 30 – 40 cm = $1,5 \text{ mg dm}^{-3}$; camada 40 – 50 cm = $1,1 \text{ mg dm}^{-3}$; camada 50 – 6- cm = $1,5 \text{ mg dm}^{-3}$.

A textura do solo pode ser estimada em função do fósforo remanescente (P-rem): parcela 19 (textura média = 40 mg L^{-1}); parcela 20 (textura arenosa = 49 mg L^{-1}); e parcela 22 (textura arenosa = 44 mg L^{-1}).

Estudando a Floresta Ombrófila Mista Montana em Irati – PR, Oliveira (2010) verificou um teor de MO de $53,6 \text{ g dm}^{-3}$, sendo este valor superior ao da presente pesquisa que revelou o teor de matéria orgânica entre 19 e 32 g dm^{-3} .

O mesmo autor acima relevou teores de potássio variando entre 0,29 e 0,49 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ para a Floresta Ombrófila Mista Montana. Estes resultados são superiores aos desta pesquisa, que variou entre 0,16 e $0,21 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$.

Na presente pesquisa, a sequência dos teores de macronutrientes, em ordem decrescente, observada nas parcelas de encosta foi: $\text{K} > \text{Na} > \text{P}$. Já, a sequência dos teores de micronutrientes, em ordem decrescente, observada nas parcelas de encosta não foram as mesmas: parcela 19 ($\text{Fe} > \text{Mn} > \text{Zn} > \text{Cu} > \text{B}$); parcela 20 ($\text{Mn} > \text{Fe} > \text{Zn} > \text{Cu} > \text{B}$); e parcela 22 ($\text{Mn} > \text{Fe} > \text{Zn} > \text{B} > \text{Cu}$).

4.3 Atributos químicos do solo nas parcelas de topo

De a cordo com a Tabela 3, os valores de pH variaram entre 4,8 (acidez elevada) e 5,9 (acidez média) e os teores de alumínio foram muito baixos, indicando que em algumas parcelas o solo pode ser considerado ácido, mas não apresenta toxidez

de alumínio. Isto pode ser confirmado ao analisar os baixos valores das Somas de Bases (entre 1,6 e 4,5 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$) e o alto valor da acidez potencial (entre 1,2 e 3,6 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$).

Tabela 3 – Teor dos atributos químicos das parcelas de topo de morro da RPPN Cafundó.

Atributos Químicos		Parcelas		
		7	8	21
pH	H ₂ O	4,8	5,9	5,7
P		3(B)	6(B)	3(B)
K	mg dm ⁻³	57(B)	56(B)	82(M)
Na		10	13	10
Ca		1,0(B)	3,6(M)	3,2(M)
Mg		0,4(B)	0,7(M)	1,0(M)
Al		0,6(M)	0,0(B)	0,0(B)
H + Al	cmol _c dm ⁻³	3,6(M)	1,2(B)	2,4(B)
SB		1,6(B)	4,4(M)	4,5(M)
T		2,2(B)	4,4(M)	4,4(M)
T		5,2(M)	5,6(M)	6,8(M)
V		31(B)	78(A)	65(M)
M	%	27(M)	0(B)	0(B)
ISNa		0,1	0,1	0,1
MO	dag kg ⁻¹	2,6(M)	2,4(M)	3,4(A)
P-rem	mg L ⁻¹	30	45	39
Zn		1,1(M)	5,7(A)	5,6(A)
Fe		96(A)	22(M)	82,4(A)
Mn	mg dm ⁻³	34(A)	157(A)	132(A)
Cu		0,4(B)	0,6(B)	0,5(B)
B		0,30(B)	0,26(B)	0,41(M)

(B)=Baixo; (M)=Médio; (A)=Alto.

De acordo com a Tabela 3, os valores de pH variaram entre 4,8 (acidez elevada) e 5,9 (acidez média) e os teores de alumínio foram muito baixos, indicando que em algumas parcelas o solo pode ser considerado ácido, mas não apresenta toxidez de alumínio. Isto pode ser confirmado ao analisar os baixos valores das Somas de Bases (entre 1,6 e 4,5 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$) e o alto valor da acidez potencial (entre 1,2 e 3,6 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$).

Estudando um fragmento florestal de Mata Atlântica em sucessão secundária, com espécies em diferentes estádios sucessionais (capoeira), Gama-Rodrigues et al., (2008) observou um valor de pH igual a 4,35, resultado inferior os desta pesquisa, que variou entre 4,8 e 5,9.

A CTC efetiva (t) pode ser interpretada como média para as parcelas 8 e 21 e baixa para a parcela 7, variando de 2,2 e 4,4 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. Já o teor de MO, para as parcelas 7 e 8, foi considerado médio e, para a parcela 21, foi considerado alto.

O presente estudo revela que os teores de fósforo encontrados (entre 3,0 e 6,0 mg dm^{-3}) assumem valores baixos.

Em uma Floresta Densa de Terra Firme Amazônica, com uma composição florística bastante heterogênea, Ferreira et al. (2006) encontrou valores de MOS para as camadas de 0-10 cm e 0-20 cm iguais a 4,24 e 2,82 g dm^{-3} , respectivamente. Os resultados deste estudo mostram valores de MOS superiores, variando entre 24 g dm^{-3} e 34 g dm^{-3} .

A textura do solo pode ser estimada em função do fósforo remanescente (P-rem): parcela 7 (textura média = 30 mg L^{-1}); parcela 8 (textura arenosa = 45 mg L^{-1}); e parcela 21 (textura média = 39 mg L^{-1}).

A sequência dos teores de macronutrientes, em ordem decrescente, para as parcelas de topo de morro foi: $\text{K} > \text{Na} > \text{P}$. Já, a sequência dos teores de micronutrientes, em ordem decrescente, observada nas parcelas de topo de morro não foi à mesma: parcela 7 ($\text{Fe} > \text{Mn} > \text{Zn} > \text{Cu} > \text{B}$); parcela 8 ($\text{Mn} > \text{Fe} > \text{Zn} > \text{Cu} > \text{B}$); e parcela 21 ($\text{Mn} > \text{Fe} > \text{Zn} > \text{Cu} > \text{B}$).

4.4. Comparativo entre as parcelas de baixada, encosta e topo de morro

Os solos de baixada apresentem maiores teores de macronutrientes do que as parcelas de topo de morro e encosta (Tabela 3).

A acidez dos solos pode ser dividida em dois tipos: acidez ativa e acidez potencial. A acidez ativa é o hidrogênio na solução do solo na forma de H^+ e é expressa em valores de pH. Na presente pesquisa os solos de topo de morro e encosta

(pH = 5,47 e pH = 5,7, respectivamente) apresentaram-se mais ácidos do que os solos de baixada (pH = 6,32).

Tabela 4 – Atributos químicos do solo (macronutrientes; pH; Al; H+Al; SB; t; T) da RPPN Cafundó.

Classes	Atributos químicos										
	pH	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H + Al	SB	T	T
	H ₂ O	mg dm ⁻³			cmol _c dm ⁻³						
Baixada	6,33	7,00	75,67	11,67	5,27	1,13	0,00	1,40	6,63	6,63	8,03
Encosta	5,70	3,00	69,67	10,33	2,53	0,73	0,10	2,03	3,47	3,57	5,57
Topo	5,47	4,00	65,00	11,00	2,60	0,70	0,20	2,40	3,50	3,67	5,87

Para o fósforo, houve diferença estatística entre as parcelas de baixada, encosta e topo de morro, como mostra a Tabela 4, indicando que há diferenças nos teores de fósforo entre os solos de baixada, encosta e topo de morro.

A acidez potencial divide-se em acidez trocável e acidez não trocável. A acidez trocável refere-se aos íons H⁺ e Al³⁺ que estão retidos na superfície dos colóides do solo por forças eletrostáticas. A quantidade de hidrogênio trocável em condições naturais parece ser pequena. A acidez não trocável é representada pelo hidrogênio de ligação covalente, associado aos colóides com carga negativa variável e aos compostos de alumínio. A acidez potencial corresponde à soma da acidez trocável e da acidez não trocável do solo. Este estudo revelou que as parcelas de topo de morro e encosta (H+Al = 2,40 e 2,03 cmol_c dm⁻³, respectivamente) mostraram um valor de acidez potencial mais elevado que as parcelas de baixada (H+Al = 1,40 cmol_c dm⁻³)

Os solos de baixada apresentem maiores teores de micronutrientes do que as parcelas de topo e encosta, com exceção do boro (Tabela 5).

O solo da região onde se situa a RPPN Cafundó é classificado pela Embrapa (2006) como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, porém sua saturação por bases (V) (58,00% para parcelas de topo, 60,67% para parcelas de encosta e 81,67% para as parcelas de baixada) permite classificá-lo como um solo eutrófico. Esse fato pode ser explicado pela quantidade de MO presente no solo, que em maiores quantidades pode elevar o valor da saturação por bases.

Tabela 5 – Atributos químicos do solo (micronutrientes; V; m; ISNa; MO; P-rem) da RPPN Cafundó.

Classes	Atributos químicos									
	V	m	ISNa	MO	P-rem	Zn	Fe	Mn	Cu	B
		%		dag kg ⁻¹	mg L ⁻¹			mg dm ³		
Baixada	81,67	0,00	0,10(a)	3,07	40,00	5,90	88,33	151,00	0,73	0,43
Encosta	60,67	4,00	0,10(a)	2,40	42,67	4,23	53,67	86,33	0,60	0,49
Topo	58,00	9,00	0,10	2,80	38,00	4,13	66,80	107,67	0,50	0,32

Os teores de MOS mostraram-se bem próximos entre as parcelas de baixada e topo/encosta, mas as parcelas de baixada apresentaram, em geral, maiores teores de MOS.

A CTC efetiva (t) ocupada por alumínio, representada pela saturação de alumínio (m), observada na parcela 7 (topo de morro) foi classificada como média (27%) e na parcela 19 (encosta) foi classificada como baixa (12%), enquanto que nas parcelas de baixada a saturação de alumínio (m) foi igual a zero.

4.5. Correlação entre os nutrientes do solo e da serapilheira

Nas Figuras 4 e 5 são apresentados alguns diagramas de dispersão e retas para verificação da correlação entre o teor de nutrientes do solo e da serapilheira acumulada.

Ao observar as Figuras 4 e 5, pode-se concluir que não houve correlação para a maioria dos teores de nutrientes do solo e da serapilheira acumulada. Isso pode ser explicado pelo teor de nutrientes nas folhas, pelo estágio sucessional da floresta e, principalmente, devido aos fatores climáticos, os quais resultam numa decomposição lenta ou acelerada, dependendo das características ambientais do local.

A baixa correlação encontrada para o cálcio, magnésio, ferro, manganês, cobre, zinco e boro pode ser devido à profundidade trabalhada, que foi de 0 – 20 cm. Ao se trabalhar com menores profundidades, como 0 – 10 cm ou 0 – 5 cm, por exemplo, poder-se-ia encontrar melhores resultados para as correlações.

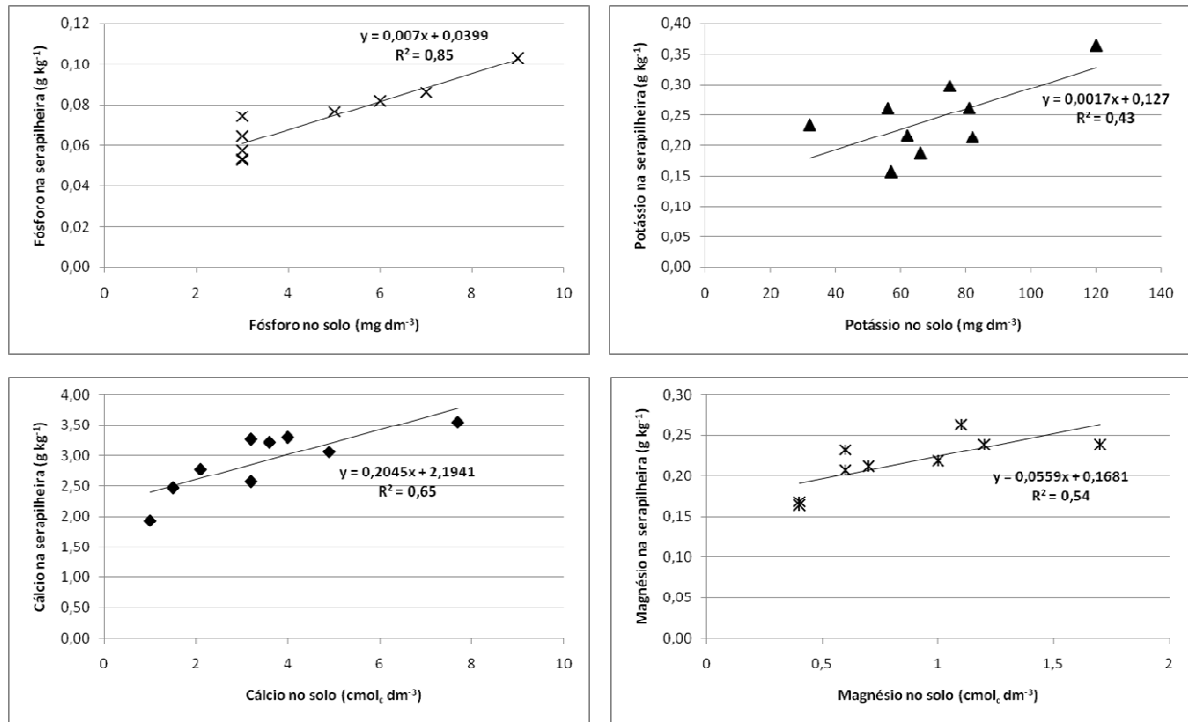


Figura 4 – Diagramas de dispersão e regressão linear entre os macronutrientes do solo e os macronutrientes da serapilheira, encontrados na RPPN Cafundó.

O maior coeficiente de determinação encontrado foi para o fósforo ($y = 6,9508x + 0,0399$; $R^2 = 0,85$), representando uma alta relação entre os teores de fósforo do solo e os teores de fósforo da serapilheira acumulada.

Apesar de o solo apresentar baixos teores de fósforo, a sua correlação com o fósforo do solo é considerável, e, pode-se concluir que o fósforo da serapilheira contribuiu significativamente para a fertilidade do solo da floresta.

Estudo realizado por Vital et al. (2004), em Floresta Estacional Semidecidual em zona ripária (Mata Ciliar no Centro-Sul/SP), indica que para o fósforo e potássio, as maiores taxas de transferência ocorreram no mês de outubro, com a chegada das primeiras chuvas.

A baixa correlação encontrada para o potássio pode ser explicada pelo fato do mesmo se percolar facilmente no perfil do solo juntamente com a água da chuva e por ser fracamente retido no solo e na serapilheira.

Uma razão para a baixa correlação entre a MO do solo e a MO da serapilheira pode ser devido à qualidade da serapilheira, pois a quantidade de nitrogênio, fósforo e

enxofre presentes na serapilheira influenciam na decomposição e liberação de nutrientes para o solo.

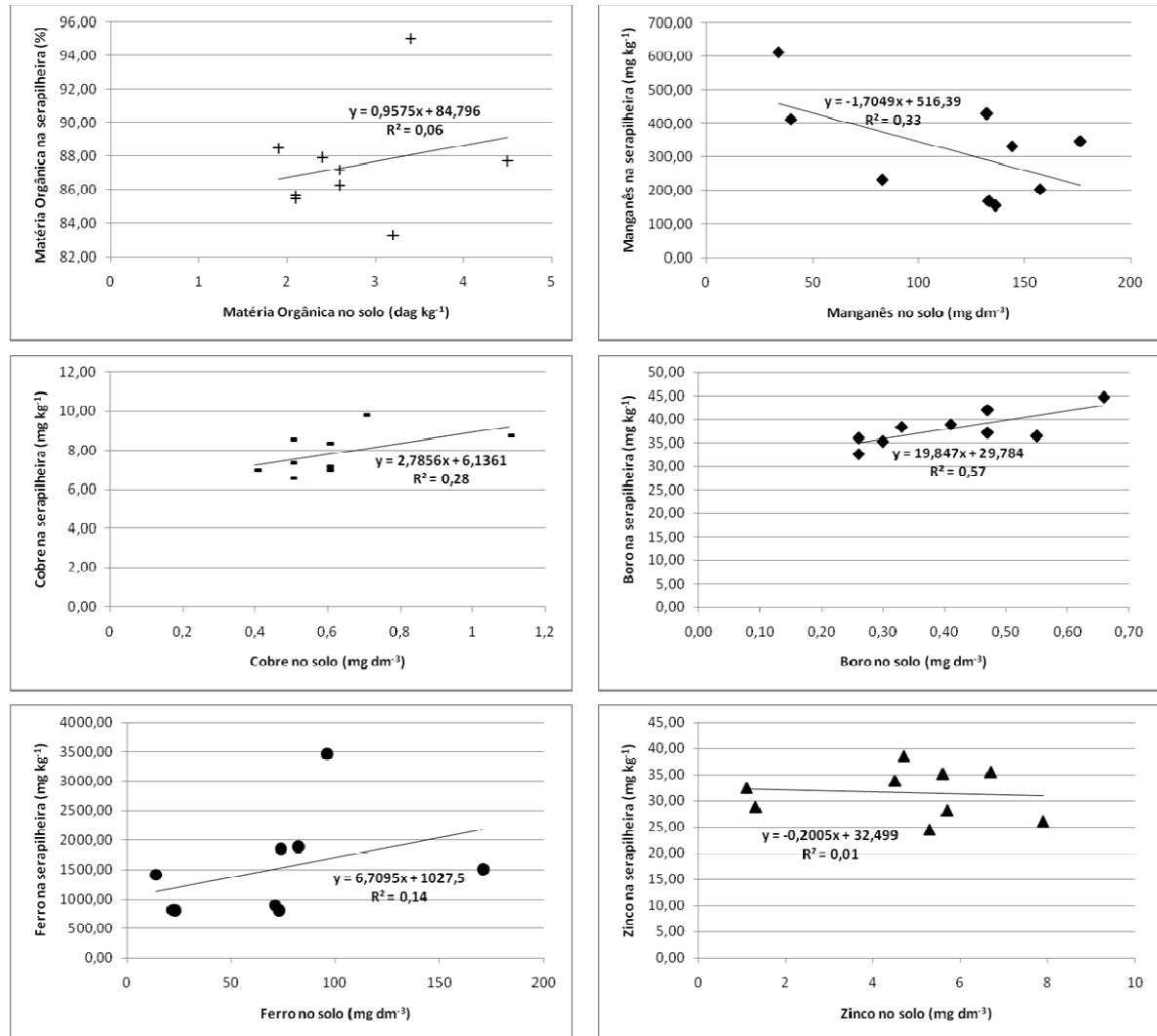


Figura 5 – Diagramas de dispersão e regressão linear entre os micronutrientes e matéria orgânica do solo e os micronutrientes e matéria orgânica da serapilheira, encontrados na RPPN Cafundó.

O menor coeficiente de determinação encontrado foi para o zinco ($y = -0,2005x + 32,499$; $R^2 = 0,01$). Esses dados indicam que houve baixa correlação entre os teores de micronutrientes do solo e os teores de micronutrientes da serapilheira acumulada, assim como para a matéria orgânica.

5. CONCLUSÕES

A fertilidade dos solos de baixada, encosta e topo de morro apresentou diferentes resultados, sendo que os solos de baixada mostraram-se mais férteis.

Os solos da RPPN Cafundó são, em geral, de média a alta fertilidade.

O solo apresentou valores de médios a altos teores de matéria orgânica e baixos teores de fósforo.

A melhor correlação encontrada foi para o fósforo, representando uma boa relação entre os teores de fósforo do solo e os teores de fósforo da serapilheira acumulada.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACCIOLY, L. J. O.; OLIVEIRA, M. A. J. Indicadores de processos de desertificação. In: ROMEIRO, A. R. Avaliação e contabilização de impactos ambientais. Campinas: Unicamp; São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2004. p.123-139.

ALVARENGA, M. I. N. **Propriedades físicas, químicas e biológicas de um Latossolo Vermelho-Escuro em diferentes ecossistemas.** 1996. 211f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras. Lavras, 1996.

ALVES, M. C. **Cultura do algodão, soja, milho e feijão em sucessão com quatro adubos verdes em dois sistemas de semeadura.** 1992. 173f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1992.

ARAÚJO, M. A.; TORMENA, C. A.; SILVA, A. P. Propriedades Físicas de um Latossolo Vermelho distrófico cultivado e sob mata nativa. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 337-345, 2004.

ARCHANJO, K. M. P. A. **Análise florística e fitossociológica de fragmentos florestais de Mata Atlântica no sul do estado do Espírito Santo.** 2008, 136p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, 2008.

BENITES, V. M.; MOUTTA, R. O.; COUTINHO, H. L. C.; BALIEIRO, F. C. Análise discriminante de solos sob diferentes usos em área de mata Atlântica a partir de atributos da matéria orgânica. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.34, n.4, p.685-690, 2010.

BERTONI, J. LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo.** São Paulo: Ícone, 1990. 355p.

BLAKE, G. R.; HARTGE, K. H. Bulk density. In: KLUTE, A., ed. Methods of soil analysis. Madison, 1986. p. 363-375.

BONACINA, D. M.; BRUN, E. J.; SCHUMACHER, M. V.; VIERA, M. Deposição de serapilheira em três estágios sucessionais de uma floresta estacional decidual em Santa Tereza, RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30, 2005, Recife. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <http://w3.ufsm.br/ppgcs/congressos/CBCS_RECIFE/FERT.%20DO%20SOLO%20E%20NUTR.%20DE%20PLANTAS/pdf/Darlan_Michel_Bonacina.pdf> Acesso em: 24 jun. 2005.

BONINI, C. S. B. **Propriedades físico-químicas de um Latossolo Vermelho sob recuperação há 16 anos e a ocorrência espontânea de espécies arbóreas nativas.** 2010. 103f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2010.

BRITEZ, R. M. **Ciclagem de nutrientes minerais em duas florestas da planície litorânea da Ilha do Mel, Paranaguá, PR.** Curitiba, 1994. 240f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

BRITEZ, R. M.; REISSMANN, C. B.; SILVA, S. M.; SANTOS FILHO, A. Deposição estacional de serapilheira e macronutrientes em uma floresta de araucária, São Mateus do Sul, PR. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSENCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. Revista do Instituto Florestal, São Paulo, v. 4, n. 3, p. 766-772, 1992. Edição especial.

CALDEIRA, M. V. W. **Determinação de biomassa e nutrientes em uma Floresta Ombrófila Mista Montana em General Carneiro – Paraná.** 2003. 176f. Tese (Doutorado em Ciências florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

CALDEIRA, M. V. W.; MARQUES, R.; SOARES, R. V.; BALBINOT, R. Quantificação de serrapilheira e de nutrientes – Floresta Ombrófila Mista Montana – Paraná. **Revista Acadêmica**, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 101-116, abr./jun. 2007.

CERRI, C.C.; VOLKOFF, B. Matéria orgânica de três solos dos campos inundáveis da Ilha de Marajó/PA. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.12, p.93-100, 1988.

CESAR, O. Produção de serrapilheira na Mata Mesófila Semidecídua da Fazenda Barreiro Rico, município de Anhembi, SP. *Revista Brasileira de Biologia*. São Paulo, v. 53, n.4, p. 671-681, 1993a.

DANTAS, M.; PHILLIPSON, J. Litterfall and litter nutrient content in primary and secondary Amazonian “terra firme” rain forest. **Journal of Tropical Ecology**, v.5, n.1, p.27-36, 1989.

DICKOW, K. M. C. **Ciclagem de fitomassa e nutrientes em sucessão secundária na Floresta Atlântica, Antonina, PR**. 2010. 215p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2010.

DORAN, J. W.; SARRANTONIO, M.; LIEBIG, M.A. Soil health and sustainability. **Advances in Agronomy**, v.56, p.1-54, 1996.

DREGNE, H. E. **Soils of arid regions**. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company, 1976. 237p.

DUVIGNEAUD, P. **A Síntese Ecológica**. Ed. Socicultur, 1974, 165p.

EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.** / editor técnico, Fábio Cesar da Silva. - 2ª ed. rev. ampl. – Brasília, DF: Embrapa informação Tecnológica, 2009. 627p.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 2ª Ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

EWEL, J. J. Litter fall and leaf decomposition in a tropical forest succession in eastern Guatemala. **Journal of Ecology**, v. 64, p. 293-308, 1976.

FERREIRA, S. J. F.; LUIZÃO, F.J; MIRANDA, S.A.F.; SILVA, M.S.R. da; VITAL, A.R.T. Nutrientes na solução do solo em floresta de terra firme na Amazônia Central submetida à extração seletiva de madeira. **Acta Amazonica**, v.36, n.1, p.59-68, 2006.

FOTH, H. D. **Fundamentals of soil science.** 8 ed. Michigan: John Wiley & Sons, 1990. 380p.

GAMA-RODRIGUES, E. F.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; PAULINO G.M.; FRANCO A. A. Atributos químicos e microbianos de solos sob diferentes coberturas vegetais no norte do estado do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.32, p.1521-1530, 2008.

GOLLEY, F. B. 1978. **Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida.** São Paulo, EPU: EDUSP.

GOLLEY, F. B.; MCGINNIS, J.T.; CLEMENTS, R.G.; CHILD, G.L.; DUEVER, M.J. **Ciclagem de minerais em ecossistemas de floresta tropical úmida.** São Paulo: EPU/EDUSP, 1978. 256p.

GONÇALVES, M. A. M. **Avaliação da serapilheira em fragmento de floresta atlântica no sul do estado do Espírito Santo.** 2008. 85p. Dissertação (Mestrado) –

Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, 2008.

HAAG, H. P. **Ciclagem de nutrientes em florestas tropicais**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. 144 p.

HARIDASAN, M. Perfil nutricional de espécies lenhosas de duas florestas semidecíduas em Uberlândia, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.28, n.2, p.295-303, 2005.

HÜLLER, A.; COELHO, G. C.; LUCCHESI, O. A.; SCHIRMER, J. A comparative study of four tree species used in riparian forest restoration along Uruguai River, Brazil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 297-304, 2009.

IBGE. **Projeto RADAM**. V.34. Folha SE 24 Rio Doce. Rio de Janeiro, 1987, 540p.

INCAPER. **Sistemas de Informações Agrometeorológicas**. Disponível em: <[HTTP://siag.incaper.es.gov/cachodeitap_carac.htm](http://siag.incaper.es.gov/cachodeitap_carac.htm)> Acesso em: 20 jan. 2008.

KELLMAN, M. C. **Secondary plant succession in tropical montane Mindanao**. Publication BG/2, Research School of Pacific Studies. Australian National University, Canberra, 1970.

KOEHLER, C. W.; REISSMANN, C. B.; KOEHLER, H. S. Deposição de resíduos orgânicos (serapilheira) e nutrientes em plantio de *Araucaria angustifolia* em função do sítio. **Revista do Setor de Ciências Agrárias**, v.9, n.1, p.89-96, 1987.

KÖNIG, F. G.; SCHUMACHER, M. V.; BRUN, E. J.; SELING, I. Avaliação da sazonalidade da produção de serapilheira numa Floresta Estacional Decidual no município de Santa Maria - RS. **Revista Árvore**. Viçosa, v. 26, n. 4, p. 429-435, 2002a.

LEITÃO FILHO, H. F (coord.). **Ecologia da Mata Atlântica em Cubatão**. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista; Campinas, SP: Editora da Universidade de Campinas, 1993. 184p.

MARTINS, K. G.; MARQUES, M. C. M.; BRITZ, R. M.; WISNIEWSKI, C. Deposição e decomposição de serapilheira em uma floresta inundável na planície costeira da Ilha do Mel, PR. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 6., 2003, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza:UFC, p. 542-543, 2003.

MARTINS, S. C. **Caracterização dos solos e serapilheira ao longo do gradiente altitudinal da Mata Atlântica, estado de São Paulo**. 2010. 155p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciências, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2010.

MEGURO, M.; VINUZA, G. N.; DELITTI, W. B. C. Ciclagem de nutrientes na mata mesófila secundária – São Paulo. I – Produção e conteúdo de nutrientes minerais no folhedo. *Boletim de Botânica*, São Paulo, v. 7, p. 11-31, 1979.

MELLONI, R.; MELLONI, E. G. P.; ALVARENGA, M. I. N.; VIEIRA, F. B. M. Avaliação da qualidade de solos sob diferentes coberturas florestais e de pastagem no sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n.6, p.2461-2470, 2008.

MIRANDA, C. C.; CANELLAS, L. P.; NASCIMENTO, M. T. Caracterização da matéria orgânica do solo em fragmentos de Mata Atlântica e em plantios abandonados de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, n.5, p.905-916, 2007.

MORELLATO, L. P. C. Nutrient cycling in two south-east Brazilian forests. Litterfall and litter standing crop. **Journal of Tropical Ecology**, v.8, p.205-215, 1992.

OLIVEIRA, L. P. **Carbono e nutrientes no solo e na serapilheira em Floresta Ombrófila Mista Montana e plantio de *Pinus elliottii* Engelm.** 2010. 64p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Irati, 2010.

ONG, J. E.; GONK, W. K.; WONG, C. H. **Productivity of a managed mangrove forest in West Malaysia.** Proceedings of the International Conference on Trends in Applied Biology in South East Asia. University Sains Malaysis, Penang, Malaysia, p.274-284, 1981.

PAGANO, S. N. Produção de folheto em Mata Mesófila Semidecídua no município de Rio Claro, SP. Revista Brasileira de Biologia. São Paulo, v. 49, n.3, p. 633-639, 1989a.

PEZZATTO, A.; WISNIEWSKI, C. Produção de serapilheira em diferentes seres sucessionais da Floresta Estacional Semidecidual no oeste do Paraná. **Floresta**, Curitiba, v.36, n.1, p.111-120, 2006.

PINTO, C. B.; MARQUES, R. Aporte de nutrientes por frações da serapilheira em sucessão ecológica de um ecossistema da Floresta Atlântica. **Floresta**, Curitiba, v.33, n.3, p.257-264, 2003.

PINTO, S. I. C.; MARTINS, S. V.; BARROS, N. F.; DIAS, H. C. T. Produção de serapilheira em dois estádios sucessionais de Floresta Estacional Semidecidual na Reserva Mata do Paraíso, em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v.32, n.3, p.545-556, 2008.

PINTO, S. I. C. **Florística, estrutura e ciclagem de nutrientes em dois trechos de floresta estacional semidecidual na reserva florestal Mata do Paraíso, Viçosa-MG.** 2005, 121p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2005.

POGGIANI, F.; SCHUMACHER, M. V. Ciclagem de nutrientes em florestas nativas. In: GONÇALVES, J. L.; BENEDETTI, V. (Eds.) **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p.285-306.

PRESCOTT, C. E. The influence of the forest canopy on nutrient cycling. **Tree Physiology**, Victoria, v.22, p.1193-1200, 2002.

PREZOTTI, L. C.; GOMES, J. A.; DADALTO, G. G.; OLIVEIRA, J. A. de. **Manual de Recomendação de Calagem e Adubação para o Estado do Espírito Santo – 5ª aproximação**. Vitória, ES, SEEA/INCAPER/CEDAGRO, 2007. 305p.

REZENDE, S. B.; RESENDE, M. Solos dos mares de morros: Ocupação e uso. In: ALVAREZ V. V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. Os solos nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentável. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. p.261-289.

ROCHA, M. J. R.; MARTINS C. A. S.; SILVA, A. G.; NAPPO, M. E. Caracterização físico-hídrica do solo de um fragmento na Fazenda Santa Rita, Faria Lemos, MG. In: Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, 8, 2009, São José dos Campos. **Anais eletrônicos...** São José dos Campos: UNIVAP, 2009. Disponível em: <http://www.inicepg.univap./cd/INIC_2009/anais/arquivos/0236_0398_01.pdf>. Acesso em: 29 out. 2010.

RODRIGUES, A. B. C.; SCARAMUZZA, W. L. M. P.; SCARAMUZZA, J. F.; ROCHA, F. Atributos químicos em solo sob floresta nativa e capoeira. **Uniciências**, v.14, n.1, p.23-38, 2010.

SANTOS, P. F.; ELKINS, N. Z.; STEINBERGER, Y.; WHITFORD, W. G. A comparison of surface and buried *Larrea tridentata* leaf litter decomposition in North American hot deserts. **Ecology**, v.65, n.1, p.278-284, 1984.

SCHUMACHER, M. V., BRUN, E. J., HERNANDES, J. I. KÖNIG, F. G. Produção de serapilheira em uma Floresta de Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze no município de Pinhal Grande-RS. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n.1, p.29-37, 2004.

SCHUMACHER, M. V.; BRUN, E. J.; RODRIGUES, L. M.; SANTOS, E. M. Retorno de nutrientes via deposição de serapilheira em um povoamento de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) no estado do Rio Grande do Sul. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.6, p.791-798, 2003.

SPURR, S. H.; BARNES, V. B. **Ecologia Florestal**. México: A.G.T. Editora S.A 1982, 690p.

TÓTOLA, M. R.; CHAER, G. M. Microrganismos e processos microbiológicos como indicadores da qualidade dos solos. In: CURI, N.; MARQUES, J.J.; GUILHERME, L.R.G.; LIMA, J.M.; LOPES, A.S.S. & ALVAREZ V., V.H., eds. Tópicos em ciência do solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. v.2. p.195-276.

TREVISAN, G. V. **Biomassa e produção de serapilheira no parque Estadual “Mata dos Godoy”, Londrina, PR**. Londrina, 1998. 24f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Centro de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Londrina.

VARJABEDIAN, R., PAGANO, S. N., Produção e decomposição de folhedo em um trecho de Mata Atlântica de Encosta no município do Guarujá, SP. **Acta Botânica Brasileira**, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 243-256, 1988.

WERNECK, M. S.; PEDRALLI, G.; GIESEKE, L. F. Produção de serapilheira em três trechos de uma floresta semidecídua com diferentes graus de perturbação na Estação Ecológica do Tripuí, Ouro Preto, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 195-198, 2001.

WITSCHOREC, R. **Biomassa e nutrientes no corte raso de um povoamento de *Pinus taeda* L. de 17 anos de idade no município de Cambará do Sul – RS.** 2008. 80f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.