



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS

MARÍLIA GABRIELA TIRELLI

**CAPACIDADE DE RETENÇÃO DA UMIDADE E PRODUÇÃO ACUMULADA DE
SERRAPILHEIRA EM SÍTIOS FLORESTAIS PERTURBADOS DA MATA
ATLÂNTICA**

Orientador: Prof. Dr. RICARDO VALCARCEL

Co-orientadora: Dr^a. CRISTIANE ROPPA

SEROPÉDICA, RJ
NOVEMBRO - 2015



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS

MARÍLIA GABRIELA TIRELLI

**CAPACIDADE DE RETENÇÃO DA UMIDADE E PRODUÇÃO ACUMULADA DE
SERRAPILHEIRA EM SÍTIOS FLORESTAIS PERTURBADOS DA MATA
ATLÂNTICA.**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheira Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Orientador: Prof. Dr. RICARDO VALCARCEL

Co-orientadora: Dr^a. CRISTIANE ROPPA

SEROPÉDICA, RJ
NOVEMBRO - 2015

**CAPACIDADE DE RETENÇÃO DA UMIDADE E PRODUÇÃO ACUMULADA DE
SERRAPILHEIRA EM SÍTIOS FLORESTAIS PERTURBADOS DA MATA
ATLÂNTICA.**

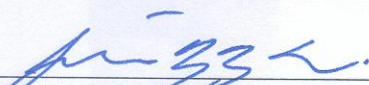
MARÍLIA GABRIELA TIRELLI

Monografia aprovada em 23 de novembro de 2015.

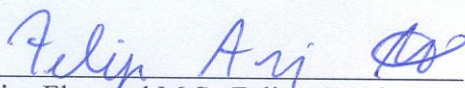
Banca Examinadora:



Prof. Dr. Ricardo Valcarcel
UFRRJ / IF / DCA
Orientador



Prof. Dr. Jerônimo Boelsums Barreto Sansevero
UFRRJ / IF / DCA
Membro



Engenheiro Florestal M.Sc Felipe Araujo Mateus
UFRRJ / PPGCAF
Membro

DEDICATÓRIA

A Deus, fonte da minha alegria.

Aos meus pais, Célia e Sebastião Tirelli.

À minha Irmã, Anne Karoline.

À minha avó Joselina Ribeiro.

dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, porque com carinho, generosidade, amizade e fidelidade esteve sempre presente me acompanhando durante toda essa caminhada.

Aos meus pais Célia e Sebastião Tirelli, pelo carinho, incentivo e compreensão.

À minha irmã Anne Karoline pelo companheirismo, amor e preocupação.

À minha avó Joselina Ribeiro por todo amor e todas as orações, e meus avós que já não estão mais presentes: Expedito Ribeiro, Pedro Tirelli, Mara Tirelli, por todo ensinamento passado. Eles foram os grandes responsáveis pelas minhas escolhas e estarão sempre presentes em meu coração.

À UFRRJ, pela oportunidade em realizar o curso de Engenharia Florestal.

Ao prof. Dr. Ricardo Valcarcel, pela sua orientação, ensinamentos, amizade e compreensão.

À Dra Cristiane Roppa, pela co-orientação e amizade. Muito obrigada Cris por cada dica, conversa e ensinamentos e por se dedicar nos trabalhos de campo.

Aos amigos que auxiliaram nas coletas de campo, permitindo a realização deste trabalho: Thiago Costa, Cleriston Andrade Machado, Anthony Valença, Agenor Reis, João Paulo Ramos e Mateus Reis. Meu muito obrigada pelo esforço de cada um.

À equipe do LMBH (Laboratório de Manejo de Bacias Hidrográficas).

À Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMADES) de Paracambi, por ter autorizado o desenvolvimento deste trabalho no PNMCP e por todas as informações prestadas.

Aos brigadistas Florestais Osvaldo Marques e Silas Silva-Neto, por ajudarem na localização dentro do PNMCP.

Ao Kenedy Mota, pela amizade, ajuda nos trabalhos de campo, “puxões de orelha” nas horas certas e por transmitir força e perseverança nos momentos difíceis.

Aos amigos Soraia e Edson, por todo carinho, orações e por serem sempre exemplo de pessoas de fé e profissionais do reino.

Aos amigos Alexandre, Doniésia, Thiago, Cleriston, Patrícia, Raquel, Isabele, Irineu, Alberto, Gildete, Carla, Heron e demais irmãos de caminhada da família MUR (Ministério Universidades Renovadas), por todos os momentos de alegria, orações e por sempre estarem me ajudando a continuar na busca do “sonho de amor para o mundo”.

Aos meus tios Jercemil Ribeiro e Fernando Ribeiro, por sempre darem apoio as minhas escolhas.

Aos meus primos Cauã Augusto e João Lucas, pela alegria em muitos momentos.

À Andreza Christina e Karina Riguete que além de companheiras de casa são amigas para as horas difíceis.

Muito Obrigada!

RESUMO

Sendo explorada desde as primeiras etapas da colonização, a Mata Atlântica sofreu redução da cobertura florestal, perda de diversidade e de serviços ambientais, interferindo na qualidade de vida da sociedade contemporânea. Após o êxodo rural, houve redução de pressão antrópica, permitindo aquisição de resiliência e a retomada dos processos de restauração espontânea. Para avaliar se a restauração de um ecossistema demanda ações complementares, se faz necessário à utilização de bioindicadores que evidenciam a saúde ambiental dos ecossistemas, sendo um deles a serrapilheira. A serrapilheira acumulada é constituída por resíduos vegetais dispostos sobre o solo em diferentes estados de decomposição. Ela representa fonte de nutrientes e água para o ecossistema. A atuação da serrapilheira também está ligada ao sistema solo-água-planta, pois interfere nos fatores físicos do solo e conseqüentemente na administração da infiltração e umidade, que são agentes que facilitam a restauração florestal espontânea. Este estudo objetivou avaliar a produção acumulada de serrapilheira no campo e retenção hídrica *ex-situ* e suas implicações na construção de solos em ambientes com níveis de restauração florestal espontânea distintos, dentro do mesmo estágio sucessional secundário da Mata Atlântica. As amostras de serrapilheira (0,25x0,05m) foram recolhidas, avaliada sua retenção de umidade a partir da saturação total e secas em estufa até atingir peso constante. A densidade aparente foi obtida com amostras indeformadas, coletadas com o anel de Kopeck e a densidade real foi obtida com amostras deformadas e determinada por meio do método do balão volumétrico. Os dados foram analisados através de ANOVA pareada de dois fatores (períodos-verão e inverno) processados no programa SPSS 15, obtendo as médias e os coeficientes de correlação entre os tratamentos. A serrapilheira acumulada foi estatisticamente diferente entre as estações inverno e verão, não havendo diferença em relação aos sítios. A retenção de umidade foi diferente entre as estações, não havendo diferença entre os sítios. A densidade aparente foi estatisticamente diferente entre o sítio A e o sítio B e a densidade real não teve diferença entre os sítios. Evidencia-se que a dinâmica da serrapilheira mostra-se sensível aos efeitos de sazonalidade, observou-se também que através da serrapilheira a matéria orgânica é incorporada ao solo modificando sua densidade e colaborando para estabilização da vegetação e conseqüentemente para a restauração florestal espontânea.

Palavra-Chave: Serrapilheira acumulada, retenção de umidade e restauração espontânea.

ABSTRACT

Being exploited from the early stages of colonization, the Atlantic Forest was reduced forest cover, loss of biodiversity and ecosystem services, affecting the quality of life of contemporary society. After the rural exodus, there was a reduction of anthropogenic pressure, allowing acquisition of resilience and the resumption of spontaneous restoration processes. To assess whether the restoration of an ecosystem demand complementary actions, it is necessary the use of biomarkers that show the environmental health of ecosystems, one of the litter. The accumulated litter consists of willing crop residues on the ground in different stages of decomposition. It represents a source of nutrients and water to the ecosystem. The performance of this litter also tied in the soil-water-plant system, because it interferes in the soil physical factors and consequently in the management of infiltration and moisture, which are agents that facilitate spontaneous forest restoration. This study aimed to evaluate the cumulative production of litter in the countryside and ex-situ water retention and its implications on building soil in areas with levels of spontaneous forest restoration distinct within the same secondary successional stage of the Atlantic. The litter samples (0.25 x 0.05 m) were collected, its moisture retention assessed from total saturation and dried in stove until constant weight. The apparent density was obtained from soil samples collected with Kopeck ring and the actual density was obtained with samples and deformed by means of the determined volumetric flask method. Data were analyzed using paired two-way ANOVA (periods-summer and winter) processed in SPSS 15 program, obtaining the means and correlation coefficients between treatments. The accumulated litter was statistically different between the winter and summer seasons, with no difference compared to the sites. The moisture retention was different between seasons, with no difference between sites. The apparent density was statistically different between the site A and the site B and the actual density was no difference between sites. It is clear that the dynamics of litter was sensitive to the effects of seasonality, it was also observed that through the litter organic matter is incorporated into the soil modifying its density and contributing to stabilization of vegetation and consequently for spontaneous forest restoration.

Keyword: Accumulated litter, moisture retention and spontaneous restoration.

Sumário

LISTA DE FIGURAS	VIII
LISTA DE TABELAS	VIII
LISTA DE EQUAÇÕES	VIII
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Restauração Florestal.....	3
2.2 Dinâmica da serrapilheira	4
2.3 Serrapilheira e seu papel na restauração.....	5
2.4 Matéria orgânica e características físicas do solo.....	6
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	7
3.1 Caracterização da Área de Estudo	7
3.2 Unidades Amostrais.....	12
3.3 Serrapilheira acumulada e retenção de umidade.....	13
3.4 Determinação da densidade do solo	15
3.5 Análise estatística	15
4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
4.1 Serrapilheira Acumulada	16
4.2 Retenção de Umidade.....	18
4.3 Densidade do Solo.....	20
5. CONCLUSÃO.....	22
6. REFERÊNCIAS	23

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
01: Localização do município de Paracambi, Rio de Janeiro.....	08
02: Localização do Parque Natural Municipal do Curió de Paracambi (PNMCP).....	09
03: Remanescentes florestais e Unidades de Conservação próximas ao Parque Natural Municipal do Curió de Paracambi.....	10
04: Vista geral da Companhia Têxtil Brasil Industrial em 1939, com talhão de Eucalipto implantado em área do atual PNMCP.....	11
05: Localização da microbacia hidrográfica a ser estudada, no PNMCP.....	11
06: Microbacia hidrográfica e localização dos sítios “A” e “B”, em áreas de curvatura côncava, no PNMCP.....	12
07: Gabarito utilizado para coletar as amostras de serrapilheira.....	13
08: Método de Blom: Serrapilheira submersa em água e depois drenada em uma bandeja.....	14
09: Pesagem da serrapilheira e acondicionamento em estufa.....	14
10: Serrapilheira acumulada (SAc) e capacidade de retenção hídrica (CRH) nas estações (inverno e verão).....	19

LISTA DE TABELAS

	Pag.
01. Peso seco da serrapilheira (t/ha) nos 2 sítios amostrais (S. A e S.B) em diferentes estações (inverno e verão) estudados no município de Paracambi, RJ.....	16
02. Deposição total de serrapilheira em ecossistemas florestais tropicais no Brasil (adaptado de Araújo 2002).....	17
03. Capacidade de retenção de umidade (%) da serrapilheira acumulada nos dois sítios amostrais (S.A e S.B) em diferentes estações (verão e inverno) estudados no município de Paracambi, RJ.....	19
04. Médias das densidades (g/cm^3) aparentes e real para os sítios amostrais (S.A e S.B) em diferentes estações (inverno e verão) estudados no município de Paracambi, RJ.....	20

LISTA DE EQUAÇÕES

	Pag.
01. Capacidade de retenção hídrica.....	13
02. Densidade aparente.....	15
03. Densidade real.....	15

1. INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica é um bioma que possui cerca de 7% de sua cobertura original (SOS MATA ATLÂNTICA e INPE, 2011), sendo considerado um dos hotspots mundiais de biodiversidade (MYERS et al., 2000). Cerca de 70% da população vivem neste bioma, cujas florestas foram reduzidas a pequenos fragmentos (INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORESTAS, 2013). Esta informação evidencia que o bioma sofreu ocupação antrópica sem planejamento sustentável, tendo como consequência a redução dos seus serviços ambientais (MARTINS, 2001).

A exploração ocorreu desde as primeiras etapas da colonização do Brasil, com a presença de ciclos econômicos que transformavam florestas em áreas agrícolas, industriais e urbanas (RODRIGUES et al., 2009), reduzindo cobertura vegetal, ocasionando perda de diversidade e extinção de espécies com potenciais ainda não conhecidos (FEARNSIDE, 2006). Além disso, ocorre perda de serviços ambientais, tendo como consequência a interferência direta na qualidade de vida da sociedade. Essas consequências se fazem mais presentes nos tempos atuais onde as crises hídricas se encontram agravadas pelos efeitos das mudanças climáticas.

O surgimento de processos erosivos ocorreu devido as atividades como a lavoura de cana-de-açúcar, cereais e café, que ocuparam a base da Serra do Mar (TCR-RJ, 2008). O empobrecendo dos solos e a falta de estabilidade dos ecossistemas reduziram a produtividade da terra e ocasionaram o abandono das culturas até final do século XIX, fator esse que associado à abolição da escravatura ocorrida no ano de 1888 (TCR-RJ, 2008) trouxe o êxodo rural.

Com a redução da pressão de uso, estas áreas entraram em processo espontâneo de restauração. Outras áreas se encontram ainda em processo de degradação, sendo necessária a utilização de técnicas de restauração para recuperação das mesmas.

As técnicas de restauração ecológica envolvem diferentes estratégias, passando pelos reflorestamentos, enriquecimento e indução de ofertas de propriedades emergentes aos ecossistemas, para que eles adquiram resiliência e resistam aos processos exógenos, podendo ser ativas ou passivas. A escolha da melhor técnica depende da leitura precisa da saúde ambiental do ecossistema, pois se pode avaliar o seu nível de resistência e elasticidade ambiental e as ações do meio externo no ecossistema.

Uma das formas de se processar a leitura do meio é através da divisão dos ecossistemas em compartimentos, como dossel, serrapilheira e solo. Esses compartimentos podem ser usados como bioindicadores já que tem a capacidade de

determinar o grau de degradação ou recuperação de um ecossistema (RODRIGUES e GANDOLFI, 2000; KLUMPP, 2001). Os bioindicadores mais estudados envolvem a chuva de sementes, o banco de sementes do solo, a regeneração natural, a fauna edáfica, formigas e a serrapilheira (MACHADO et al., 2008), e são empregados para monitorar alterações ambientais (KLUMPP, 2001).

A serrapilheira acumulada é parte do ecossistema formada a partir de material vegetal depositado na superfície do solo, como folhas, galhos, cascas, flores, inflorescências, frutos, sementes e fragmentos vegetais não identificáveis (CIANCIARUSO et al., 2006). À medida que se decompõe a serrapilheira vai liberando nutrientes para o solo (VITAL et al., 2004), disponibilizando imediatamente para as espécies que se encontram no local. As árvores têm efeito de manter ou até mesmo aumentar a fertilidade da superfície do solo através da adição de matéria orgânica, tendo importantes implicações na regeneração natural (GONÇAVES et al., 2008).

A deposição de serrapilheira tem influência do tipo de vegetação, estágios sucessionais, latitude, altitude, temperatura, ventos, precipitação, herbivoria, disponibilidade hídrica e estoque de nutrientes do solo (PORTES et al., 1996). Sendo assim, a produção de serrapilheira acumulada em ambientes perturbados, somadas com a sua capacidade de retenção hídrica podem ser utilizadas como indicadores para acompanhar o processo de restauração das florestas, uma vez que responde com alterações em seus processos de deposição em função das suas alterações no meio (KLUMPP, 2001). Para o aperfeiçoamento das técnicas de restauração, a avaliação destes indicadores deve vir acompanhada da avaliação dos serviços ambientais referentes à regulação hídrica.

A quantidade de serrapilheira depositada pode variar dentro de um mesmo tipo de vegetação, dependendo do grau de perturbação da área (ARAÚJO et al., 2005). Desta forma, em ambientes submetidos a distúrbios o aporte de serrapilheira pode ser utilizado como indicador na avaliação do processo de recuperação da vegetação (MARTINS e RODRIGUES, 1999).

A manutenção da umidade no solo tem relação com a serrapilheira que, ao reter a água da chuva, libera gradativamente para o solo (MIRANDA, 1992). A retenção da umidade pela serrapilheira favorece o desenvolvimento da fauna do solo, a qual desempenha um papel fundamental na abertura de bioporos nos primeiros centímetros do solo, contribuindo para a infiltração da água (CASTRO JUNIOR, 1991).

A serrapilheira ao entrar em processo de decomposição é incorporada ao solo, acrescentando matéria orgânica, melhorando suas qualidades físicas (MITCHELL e TELL, 1977) e facilitando a infiltração (COELHO NETTO, 2003), resultando na redução dos processos erosivos (FACELLI e PICKETT, 1991).

Nesse contexto, a dinâmica do acúmulo da serrapilheira e a sua retenção hídrica, provenientes de vegetação que se regenerou espontaneamente em ambientes perturbados, pode constituir um importante serviço do ecossistema, contribuindo para a melhoria das características do solo e para indução da restauração florestal.

Este estudo objetiva avaliar a produção acumulada de serrapilheira no campo e retenção hídrica *ex-situ* e suas implicações na construção de solos em ambientes com níveis de restauração florestal espontânea distintos, dentro do mesmo estágio sucessional secundário da Mata Atlântica.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Restauração Florestal

Restaurar um ecossistema é uma forma de recuperar a sua estabilidade e integridade biológica natural, tornando-se mais forte sua capacidade natural de mudança (ENGEL e PARROTA, 2008).

Resiliência é a capacidade que um ecossistema tem de se recuperar de desordens internas ocasionadas por distúrbios de ordem natural ou antrópica (ENGEL e PARROTA, 2008). Áreas perturbadas que ainda apresentam algum nível de resiliência podem recuperar-se naturalmente. Todavia, é possível intervir de forma a acelerar este processo natural, sendo necessário, para isso o entendimento dos mecanismos de manutenção da sustentabilidade dos ecossistemas e dos mecanismos promotores do processo de restauração (SARTORI, 2001).

A restauração ecológica busca promover o retorno de uma área perturbada ou degradada à condição mais próxima possível da original, de forma que o aspecto estrutural e funcional do ecossistema seja semelhante ao da floresta original, criando condições para o aparecimento das características biológicas e físicas mais evoluídas (CAIRNS JÚNIOR e HECKMAN, 1996; KAGEYAMA e GANDARA, 2005; ENGEL e PARROTTA, 2008).

A intensidade dos distúrbios condiciona diferentes níveis de perturbação, variando desde muito pouco (ecossistemas perturbados) até extremos (ecossistemas

degradados), onde sem apoio externo, não há condições dos ecossistemas se recuperarem dentro do tempo de uma geração humana (VALCARCEL e SILVA, 1997).

Ecossistemas mais resilientes necessitam de intervenções menores para desencadear os processos naturais que favorecem a sucessão, enquanto que os ecossistemas menos resilientes necessitam de estratégias de restauração mais complexas e de prazos maiores (ENGEL e PARROTA, 2008). Sendo assim, ecossistemas onde há mais resiliência a recuperação natural após o abandono, se dá com maior facilidade devido a sua estabilidade (MITCHELL et al., 2000).

2.2 Dinâmica da serrapilheira

A produção de serrapilheira varia de acordo com o grau de perturbação, com o tipo de floresta (decídua ou semidecídua) e dentro do mesmo tipo florestal (PAGANO, 1989; SCHLITTLER et al., 1993).

A regulação do acúmulo de serrapilheira na superfície do solo constitui a quantidade de material orgânico decíduo da parte aérea das plantas não mineralizado no ecossistema. Dentre os fatores que mais influenciam a quantidade de resíduos e contribuem na formação da serrapilheira, destacam-se: clima, solos, características genéticas das plantas, idade e densidade de plantas (CORREIA e ANDRADE, 2008).

Segundo Bray & Gordan (1964), a deposição de serrapilheira é influenciada por diversos fatores, tais como: tipo de vegetação, espécie, idade, densidade, fatores edafoclimáticos, latitude e umidade do solo. Essa deposição também introduz heterogeneidade temporal e espacial ao ambiente, e pode afetar a estrutura e a dinâmica da comunidade vegetal (FACELLI e PICKETT, 1991).

A taxa de acumulação de serrapilheira é alta no período de maior crescimento do povoamento, estabilizando-se com a maturidade da floresta ou fechamento das suas copas. Após esse ponto pode ocorrer ligeiro decréscimo ou estabilização (BRAY e GORHAM, 1964). Os períodos que possuem maior produção de serrapilheira estão relacionados à diminuição do fotoperíodo e/ou a períodos de deficiência hídrica (BRAY e GORHAM, 1964).

Parte do material acumulado é reduzido ao entrar em processo de decomposição. A decomposição da serrapilheira é uma das etapas mais importantes da ciclagem de nutrientes (HAAG, 1985), pois há a liberação dos nutrientes pelos microrganismos e pela fauna do solo. Três grupos de variáveis regulam a taxa de decomposição: a natureza da comunidade decompositora (os macro e microrganismos), as características

do material orgânico que determinam sua degradabilidade (a qualidade do material) e as condições físicas e químicas do ambiente (clima e características edáficas do sítio) (ABER e MELILO, 1978; SWIFT et al., 1979).

A qualidade do material depositado tem variação de acordo com os teores de lignina, polifenóis, celulose, carbono, nitrogênio, fósforo, enxofre e outros componentes. A baixa decomposição libera menos nutriente e proporciona maior acúmulo de serrapilheira nos ecossistemas, devido aos altos teores de lignina, polifenóis e celulose (SWIFT et al., 1979). Para ter uma mesma quantidade de serrapilheira sobre o solo ao longo do ano é necessário que haja uma maior taxa de decomposição dessa camada quando houver uma maior taxa de deposição de material e vice-versa (CORREIA e ANDRADE, 2008).

As florestas tropicais sobre solos de baixa fertilidade, em média, produzem em torno de $7,5 \text{ t ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ de matéria seca em forma de resíduos orgânicos que formam a serrapilheira (VITOUSEK e SANFORD, 1986). Já em solos com fertilidade média, essa produção chega a atingir $10,5 \text{ t ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ e, nas áreas montanhosas, $6,3 \text{ t ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ (VITOUSEK e SANFORD, 1986).

2.3 Serrapilheira e seu papel na restauração

A quantidade de serrapilheira depositada sobre o solo pode variar dentro de um mesmo tipo de vegetação, dependendo do grau de perturbação da área. Áreas que tem um elevado grau de perturbação possuem uma maior quantidade de espécies pioneiras de crescimento rápido e investem mais em produção de biomassa, produzindo maior quantidade de serrapilheira (MATEUS, 2012). A situação se difere em áreas menos perturbadas, devido a maior presença de espécies secundárias tardias, que produzem menos biomassa, apresentando, porém maior longevidade (ARAÚJO et al., 2005).

A serrapilheira que se acumula no solo corresponde a um reservatório de nutrientes e de matéria orgânica, influenciando e regulando muitos processos funcionais dos ecossistemas (DOMINGOS et al., 1990). A serrapilheira juntamente com as raízes e parte aérea das plantas, protege o solo dos agentes erosivos e o processo de decomposição do material orgânico alimenta a mesofauna e os microrganismos do solo, liberando nutrientes para a manutenção do crescimento das plantas (ANDRADE, 1997; SOUZA e DAVIDE, 2001). A deposição de serrapilheira é considerada como a mais importante via de transferência de matéria orgânica e dos nutrientes da vegetação para o solo (MOCHIIUTTI et al., 2006), contribuindo para melhorar as suas características. A quantidade e qualidade dos nutrientes fornecidos ao solo pela deposição da serrapilheira

são variáveis, sendo dependentes principalmente das espécies que compõem a formação florestal e da fertilidade do solo (CUEVAS e MEDINA, 1986).

A serrapilheira melhora as condições de superfície (MITCHEL e TELL, 1977), permitindo o estabelecimento de espécies arbóreas de estágios sucessionais mais avançados, contribuindo assim, para o avanço da sucessão florestal. A serrapilheira do solo aumenta o reabastecimento do lençol freático com a diminuição de perdas de água, e diminui o processo erosivo (GONÇALVES et al., 2003) que é promovido pelo impacto direto das gotas de chuva (FACELLI e PICKETT, 1991; ANDRADE e FARIA, 1997). Através desse processo, ocorre a diminuição do escoamento superficial (WILDNER et al., 1985; CASSOL et al., 2004), que mantém o solo úmido e com isso, favorece o crescimento das plantas. A umidade tem uma grande importância para que as plantas germinem, se estabeleçam e consigam se desenvolver (MATEUS et al, 2013).

A serrapilheira acumulada dissipa por reflexão a radiação solar incidente no local, restringindo seu acesso ao subsolo (BAVER, 1972), reduzindo assim variações de umidade e temperatura (BRAGAGNOLO e MIELNIZUK, 1990) e promovendo a interação sinérgica com a manutenção da umidade do solo (ERIKSSON, 1995).

2.4 Matéria orgânica e características físicas do solo

O tecido vegetal é a fonte original da matéria orgânica, constituída de aproximadamente um décimo a um terço das copas e a totalidade das raízes, são deixadas no solo (BRANDY, 1989). À medida que há decomposição desses materiais, eles se transformam em horizontes subjacentes pela infiltração ou incorporação física (BRANDY, 1989). As frações que compõem a serrapilheira acumulada formam ao longo do tempo um gradiente de decomposição, onde as folhas que são depositadas recentemente apresentam pouca transformação, enquanto as antigas apresentam alto grau de modificação estrutural e química, essa diferença de característica permite identificar camadas sobrepostas com diferentes graus de decomposição, denominadas de horizontes orgânicos: OL; OF e OH (TOUTAIN, 1987).

A matéria orgânica proporciona propriedades físicas favoráveis para o crescimento das plantas, exerce influência sobre as propriedades físicas e químicas do solo, estabiliza seus agregados, além de fornecer componentes necessários para o crescimento de microrganismos (BRANDY, 1989). A variação das propriedades e composição da matéria orgânica leva em consideração o material orgânico original, sua decomposição e biossíntese de acordo com o tempo considerado (LONGO e ESPÍNDOLA, 2000).

Segundo Brandy (1989), a quantidade de matéria orgânica presente do solo exerce grande influência na sua densidade de partícula, solos superficiais apresentam densidade de partículas menor quando comparados aos subsolos. Solos sob floresta tem menor densidade e a maior porosidade em comparação com o solo descoberto isso se deve ao maior teor de matéria orgânica de serrapilheira florestal (RODRIGUES et al., 2012).

A capacidade de retenção de umidade é um indicador de características relacionadas com os fenômenos de absorção referente à porosidade e adsorção de umidade referente à estruturação. (VOIGHT e WALSH, 1976).

A porosidade do solo é influenciada pela densidade volumétrica, visto que os espaços dos poros podem estar ocupados por água, porém a grande quantidade de resíduos orgânicos é responsável pela expansão da maior parcela de oxigênio (BRANDY, 1989), fazendo com que o aumento da densidade pela compactação do solo, implique na redução da porosidade e da condutividade hidráulica (SILVA, 2005).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da Área de Estudo

Este trabalho foi realizado no município de Paracambi, região metropolitana do Rio de Janeiro, no Parque Natural Municipal do Curió de Paracambi (PNMCP). Esse município está localizado nas coordenadas geográficas 22°36'39''S de latitude e 43°42'33''O de longitude, abrangendo uma área de 186,8 Km², correspondendo a 4,0% da área da Região Metropolitana e faz limite com os municípios de Piraí, Mendes, Engenheiro Paulo de Frontin, Miguel Pereira, Japeri, Seropédica e Itaguaí (TCR, 2009). Pertence à região turística Vale do Ciclo do Café (Figura 01) (TCR, 2008).



Figura 01: Localização do município de Paracambi-RJ. (Fonte: ABREU, 2006).

A região de Paracambi encontra-se no sopé da macrounidade geomorfológica de domínio da Escarpa da Serra do Mar, que atravessa praticamente todo o estado do Rio de Janeiro na direção WSW-ENE (BRASIL, 1983; DANTAS, 2001a;).

Inserida na subunidade Escarpas das Serras das Araras, esta região apresenta relevo bastante heterogêneo, predominando as escarpas, morrotes e morros baixos, colinas isoladas e em menor proporção aparecem áreas de baixadas próximo aos rios e serras alinhadas (DANTAS, 2001b).

O clima predominante da região de estudo é caracterizado como Aw, de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger (PEEL et al., 2007). A temperatura média anual atinge 21,7°C, enquanto a média no verão fica em torno de 23° - 24° C e no inverno de 18° - 19° C, variando a média da máxima de 30° - 33° C, no verão e a média da mínima de 12° - 13° C, no inverno (BARBIÉRE e KRONEMBERGER, 1994). A precipitação média anual oscila entorno de 1400 mm, sendo os meses de junho, julho e agosto os mais secos (BARBIÉRE e KRONEMBERGER, 1994; DANTAS, 2001b).

Os solos são em geral pouco espessos (Cambissolos), encontram-se também Latossolos e Argissolos, o qual é tido como menos lixiviado em relação a outros tipos de solos (DANTAS, 2001b; BRASIL, 1983).

Na área do Parque Municipal Natural do Curió de Paracambi (PNMCP) e entorno (Figura 02), predomina a Floresta Ombrófila Densa Submontana. Esta formação da Floresta Ombrófila ocupa áreas dissecadas entre as faixas de altitude que varia de 50 a 500 m, sobre litologia do Pré-Cambriano, apresentando geralmente algum

grau de intervenção antrópica, e estrutura fanerofítica, com ocorrência de caméfitas, epífitas (dentre elas bromélias) e lianas (BRASIL, 1983).

O PNMCP foi criado através do Decreto Municipal nº 1001, de 29 de janeiro de 2002 e alterado pela Lei Municipal nº 921, de 30 de abril de 2009, tendo como objetivo proteger uma área de floresta em bom estado de conservação, que entre outras funções ambientais, é utilizada como manancial de águas (SEMADES e ITPA, 2010). Ele está situada junto a divisa com os municípios de Eng. Paulo de Frontin e Mendes, possui 913,96 hectares, abrangendo áreas montanhosas e nascentes importantes para o abastecimento da cidade, além de remanescentes florestais e áreas de regeneração em bom estado de conservação (Figura 03) (SEMADES e ITPA, 2010).

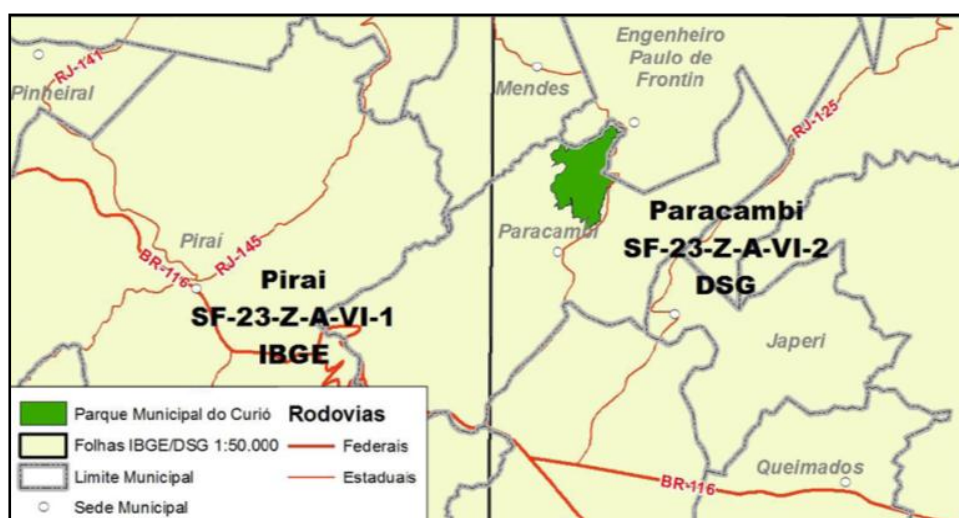


Figura 02: Localização do Parque Municipal Natural do Curió de Paracambi. (Fonte: SEMADES e ITPA, 2010).

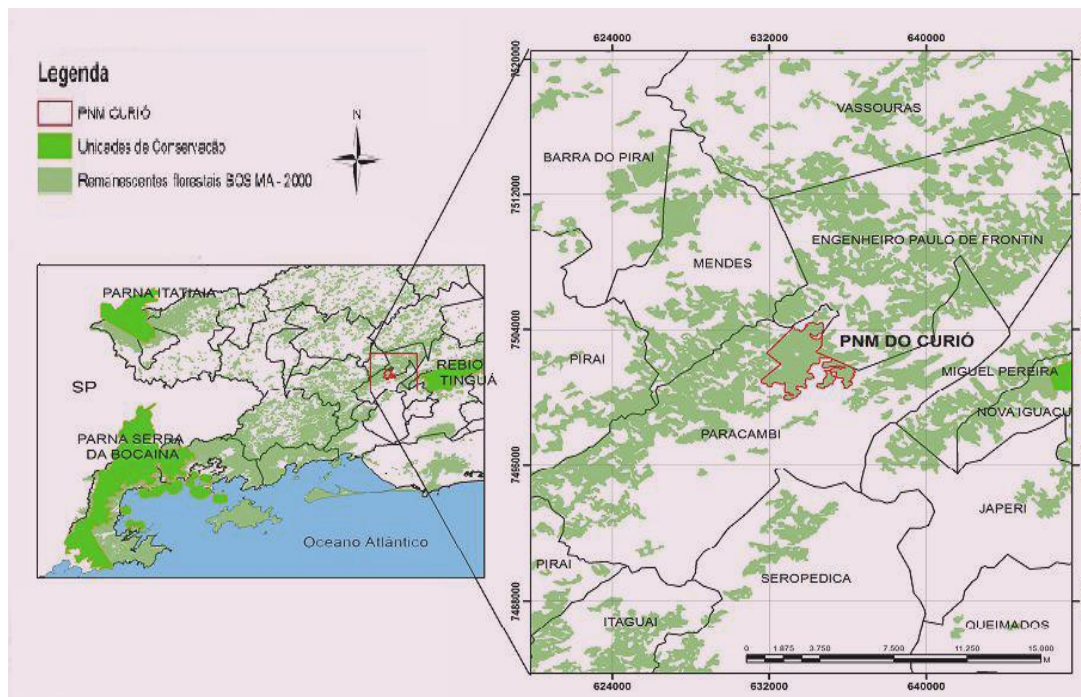


Figura 03: Remanescentes florestais e Unidades de Conservação próximas ao Parque Natural Municipal do Curió de Paracambi (Fonte: MENDONÇA JUNIOR, 2012).

A área do PNMCP pertenceu à extinta Companhia Têxtil Brasil Industrial, que foi fundada em 1871 e funcionou até o ano de 1996 (AMORIM, 2012). Foi instalada no sopé da Serra do Mar, abrangendo as quedas d'água do Ribeirão dos Macacos e de outros rios próximos (KELLER, 1997). Uma grande intervenção da área do parque foi a implantação de talhões de eucalipto realizada na década de 1930 (Figura 04) (NATAL et al., 1987). Existindo ainda hoje indivíduos remanescentes que ultrapassam 50 cm de DAP (AMORIM, 2012).

O trabalho foi desenvolvido no terço inferior de uma microbacia hidrográfica, que possui área de 126 hectares e está localizada na parte central do PNMCP. A mesma possui sítios em diferentes estágios de sucessão florestal (Figura 05).



Figura 04. Vista geral da Companhia Têxtil Brasil Industrial em 1939, com talhão de Eucalipto implantado em área do atual PNMCP (Fonte: BOHRER 2004).

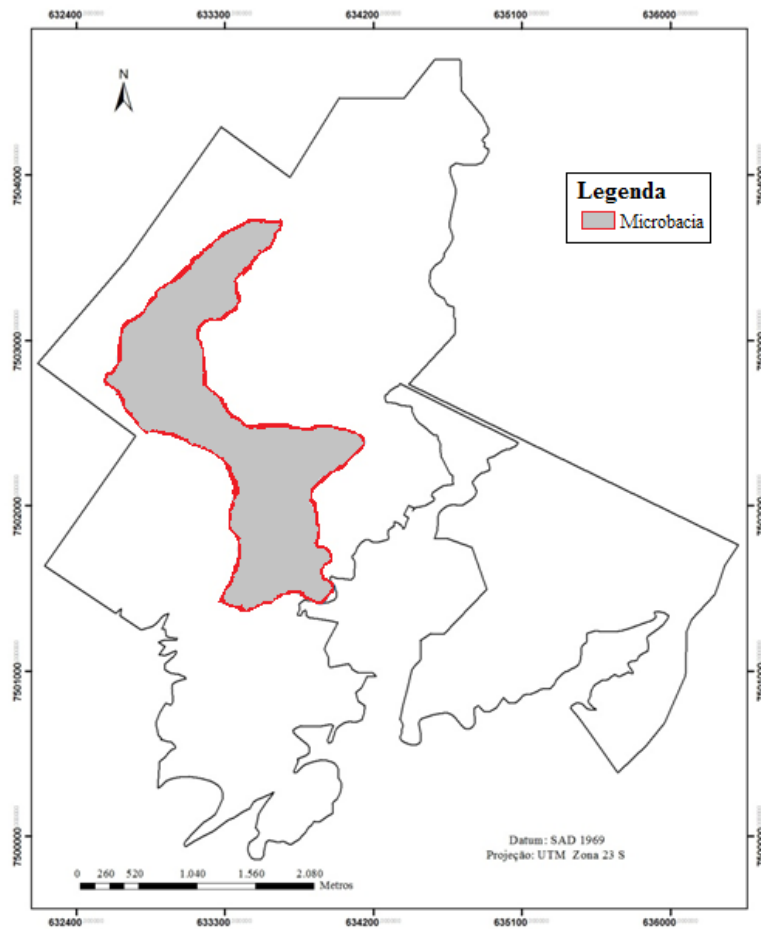


Figura 05: Localização da microbacia hidrográfica a ser estudada, no PNMCP.

3.2 Unidades Amostrais

As amostras foram coletadas em dois sítios amostrais (Figura 06) que se encontram em diferentes estágios de sucessão. Segundo ROPPA (2014) o sítio “A” encontra-se em estágio de sucessão secundária média/avançada, tendo as seguintes famílias com maior riqueza: Rubiaceae, Myrtaceae, Lauraceae, Moraceae, Fabaceae e Piperaceae. O sítio “B” encontra-se em estágio de sucessão secundária inicial, tendo as seguintes famílias com maior riqueza: Rubiaceae, Myrtaceae, Piperaceae Sapindaceae, Fabaceae, Meliaceae e Moraceae A presença das famílias Myrtaceae e Lauraceae entre as que apresentaram maior riqueza de espécies indica a boa qualidade da regeneração natural dos sítios florestais, destacando o sítio “A” com estágio mais avançado.

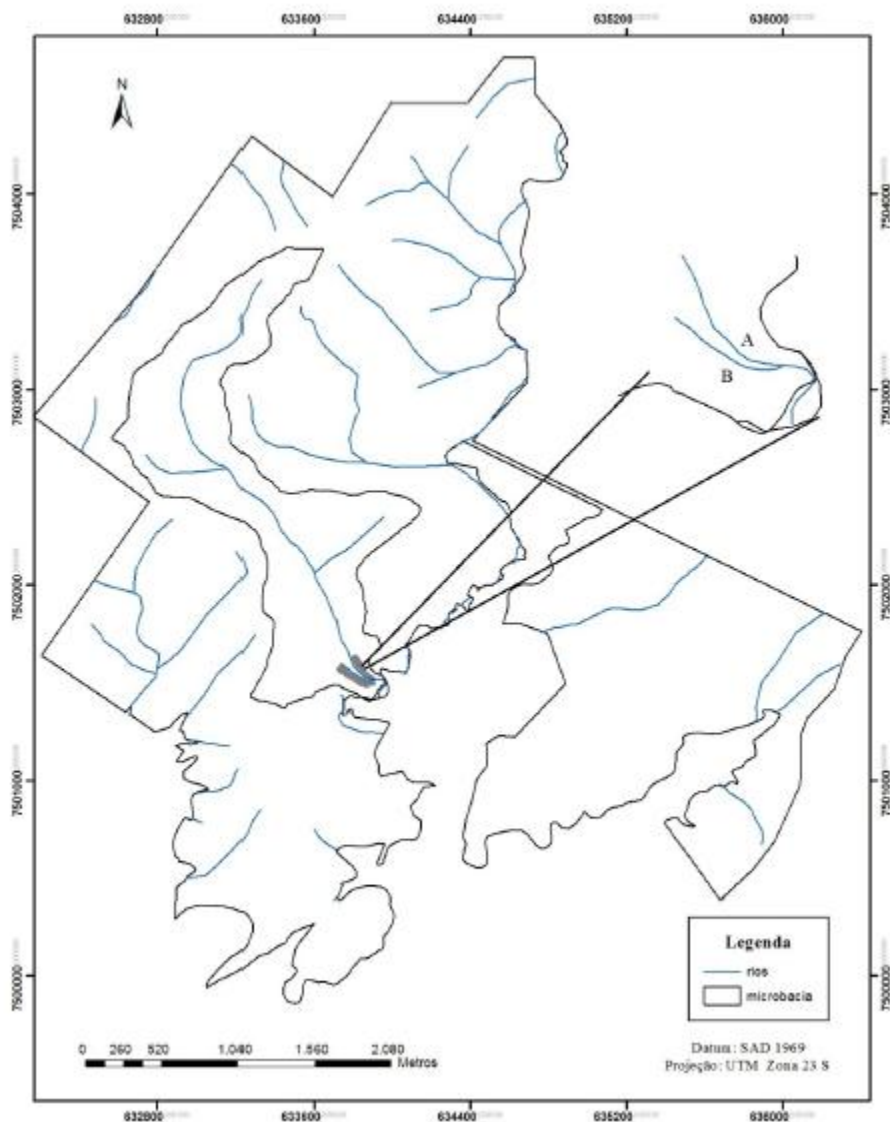


Figura 06: Microbacia hidrográfica e localização dos sítios “A” e “B”, em áreas de curvatura côncava, no PNMCP (Fonte: Roppa, 2014).

3.3 Serrapilheira acumulada e retenção de umidade

As coletas de serrapilheira foram realizadas em dois períodos no ano (fevereiro e agosto de 2013), que correspondem aos períodos de maior e menor precipitação. Foram demarcadas 12 parcelas para o sítio A e 10 parcelas o sítio B, Dentro dessas parcelas foram coletadas 5 amostras de forma aleatória, totalizando 60 para o sítio A e 50 para o sítio B. Obtiveram-se as amostras com auxílio de um gabarito de 25 x 25 cm, posicionado sobre a superfície do solo, coletando todo o material correspondente a sua área (figura 07).



Figura 07: Gabarito utilizado para coletar as amostras de serrapilheira

Posteriormente o material foi acondicionado em sacos de papel, devidamente identificados e levados para o Laboratório de Manejo de Bacias Hidrográficas - UFRRJ.

O material foi analisado segundo o método de Blow (1955), que consiste na submersão da amostra em água durante 90 minutos, depois retirado, drenado naturalmente por 30 minutos em bandejas com 30% de declividade (figura 8). Posteriormente as amostras foram pesadas em balança (BEL) (0,001g) e levadas à estufa (BRASDONTO MODELO 5) à 70°C (figura 09) até que atingissem peso constante determinando a massa seca. Para determinar o valor da capacidade de retenção hídrica (CRH) foi utilizada a fórmula abaixo (Equação 1):

$$CRH(\%) = [(MU - MS) \div MS] \times 100 \quad (01)$$

Onde:

CRH - capacidade de retenção hídrica (%);
MU - massa úmida (g);
MS - massa seca(g).

O valor obtido para a massa seca (MS) representa o estoque de serrapilheira acumulada. Este valor posteriormente foi extrapolado para hectare.



Figura 08: Método de Blom: Serrapilheira submersa em água e depois drenada em uma bandeja.



Figura 09: Pesagem da serrapilheira e secagem em estufa.

3.4 Determinação da densidade do solo

A determinação da densidade do solo foi realizada conforme a metodologia EMBRAPA (1997). Foram coletadas quatro amostras por parcela, totalizando 48 amostras para o sítio “A” e 40 amostras para o sítio “B”.

Para o cálculo da densidade aparente coletou-se amostras de solo com estrutura indeformada utilizando o anel de Kopect. Primeiramente foi determinado o volume desse anel (b), pesadas as amostras coletadas e em seguida colocadas em estufa a 105°C, de 24 a 48 horas, obtendo-se o peso seco (a). Para determinar o valor da densidade aparente foi utilizada a seguinte fórmula (Equação 02):

$$\text{Densidade Aparente} = a \div b \quad (02)$$

Onde:

a - peso da amostra seca a 105°C (g)

b - volume do anel de Kopect (cm³)

Para o cálculo da densidade real, coletou-se pequena amostra de solo com aproximadamente 300g, na profundidade de 0-10 cm, com auxílio de um trado de caneca, no mês de julho/2013. Para cada amostra foi pesado 20g de solo e transferido para um balão volumétrico de 50 ml, completando com álcool etílico e obtendo-se o volume de álcool gasto (Va). A determinação do valor da densidade de partículas foi feita pela seguinte fórmula (Equação 03):

$$\text{Densidade real} = Pa \div 50 - Va \quad (03)$$

Onde:

Pa - Peso da amostra seca

Va – Volume do álcool gasto

3.5 Análise estatística

Para avaliar as possíveis diferenças em relação aos ambientes e, também, entre as diferentes épocas, os dados foram analisados através de ANOVA pareada de dois fatores (períodos - verão e inverno) processados no programa SPSS 15, obtendo as médias e os coeficientes de correlação entre os tratamentos.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Serrapilheira Acumulada

O somatório da serrapilheira acumulada nos tratamentos foi de 845,41 t/ha, tendo como valor médio 3,82 t/ha. Não houve diferença estatística entre os sítios (A e B).

A quantidade média de serrapilheira acumulada teve diferença estatística ($p=0,002$) entre as estações. No verão (estação chuvosa) a média foi de 4,09 t/ha menor que no inverno (estação seca) onde se encontrou o valor médio de 3,54 t/ha (tabela 1), esse fato evidencia os efeitos da sazonalidade. A quantidade de serrapilheira acumulada em florestas tropicais varia em torno de 3,02 a 12,5 t/ha (tabela 2), as comparações precisas são difíceis devido aos seus fatores intrínsecos dos ecossistemas: qualidade do substrato, declividade do terreno e pelas diferentes metodologias empregadas (SPAIN, 1984).

Tabela 1: Peso seco da serrapilheira (t/ha) nos dois sítios amostrais "A" e "B" (S. A e S.B) no inverno e verão do PNMCP, RJ.

Sítios	Estações		
	Verão	Inverno	Média (Sítios)
S.A	4,21	3,61	3,91a
S.B	3,95	3,48	3,71a
Média (estações)	4,09A	3,54B	3,82 (média total)

As médias seguidas pela mesma letra minúscula entre linhas não diferem entre si e as médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si.

Tabela 2: Deposição total de serrapilheira em ecossistemas florestais tropicais no Brasil (adaptado de Araújo 2002).

Floresta / Local	Volume (t/ha/ano)	Fonte
Mt. Atl. revegetada 3 anos (REBIO Poço das antas (RJ))	3,02	Barbosa, 2000
Mata Atlântica alto montana (PR)	4,70	Portes et al,1996
Fl. est. semidecidual (MG)	5,09	Werneck et al., 2001
Mt. Atl. de baixada 20 anos (REBIO Poço das Antas (RJ))	5,47	Barbosa, 2000
Fl. est. semidecidual (SP)	5,96	Martins e Rodrigues, 1999
Fl. est. semidecidual (MG)	6,58	Werneck et al., 2001
Fl. est. semidecidual (MG)	6,78	Werneck et al., 2001
Mt. Atl. de baixada 40 anos (REBIO Poço das Antas (RJ))	6,87	Barbosa, 2000
Mata Atlântica secundária (SP)	7,01	Domingos et al., 1997
Floresta de terra firme (AM)	7,30	Klinge et al, 1968
Mata Atlântica de encosta (SP)	7,92	Varjabedian e pagano, 1988
Floresta ombrófila densa de encosta (RJ)	8,35	Louzada et al., 1995
M. Tabuleiros secundária (ES)	8,40	Louzada et al, 1997
M. Tabuleiros (ES)	8,50	Louzada et al, 1997
Floresta ombrófila densa de encosta (RJ)	8,60	Oliveira, 1987
Fl. mesófila semidecídua (SP)	8,64	Pagano,1989
Floresta estacional semidecídua de encosta (RJ)	9,06	Mazurec e Villela, 1998
Floresta ombrófila secundária (RJ)	9,07	Louzada et al ,1995
Floresta ombrófila densa de encosta (RJ)	9,20	Oliveira, 1987
Floresta mesófila secundária (SP)	9,41	Merguro et al., 1979
Floresta estacional semidecídua de encosta (RJ)	9,46	Mazurec e Villela, 1998
Mata Atlântica revegetada adensada (RJ)	9,68	Araújo,2002
Mata Atlântica revegetada tradicional (RJ)	9,96	Araújo,2002
Mata Atlântica revegetada 6 anos (RJ)	10,15	Costa et al . 1997
Mata Atlântica revegetada semi-adensada (RJ)	10,37	Araújo,2002
Floresta mesófila semidecídua (SP)	11,59	Diniz et al.,1997
Mata Atlântica de baixada secundária (RJ)	12,21	Araújo,2002

Nesse estudo a taxa de decomposição é uma das variáveis que influem na quantidade de serrapilheira (CALDEIRA et al., 2008). Segundo BORÉM e OLIVEIRA (2002), em Florestas Ombrófilas Densas a deposição de serrapilheira acumulada pode variar entre estações, de acordo com alterações do clima.

As áreas do presente estudo possuem declividade média de 33°, com algumas parcelas no sítio “B” chegando até 43°. Segundo ZECH et al. (1997), a serrapilheira

acumulada sobre áreas declivosas é importante para a proteção do solo, pois quando essas áreas são expostas em clareiras naturais tornam-se suscetíveis à ocorrência de escoamento superficial e a processos erosivos, provocados pelas precipitações mais intensas.

O resultado revelou que a serrapilheira acumulada apresenta uma heterogeneidade temporal relacionada aos períodos de chuva e estiagem. Segundo Araújo (2012) isso pode proporcionar efeitos sobre o substrato para atividades de microrganismos do solo e conseqüentemente nas condições edáficas e disponibilidades de nutrientes.

4.2 Retenção de Umidade

A média total da capacidade de retenção hídrica da serrapilheira foi de 227,08%, não foi encontrada diferença estatística entre os sítios (A e B). Em relação às estações o valor médio maior foi de aproximadamente 236% para estação seca e para estação chuvosa aproximadamente 219 % (tabela 3) apresentando, portanto, diferenças estatísticas que evidenciam os efeitos de sazonalidade. Esses valores indicam que o material tem uma boa capacidade para reter umidade.

Blow (1955) obteve valores que variavam de 200% a 250%, em florestas de carvalho. Vallejo (1982) encontrou valores que chegaram até 335%, em floresta ombrófila densa, variando de acordo com a composição da serrapilheira. Mateus et al. (2013) obtiveram valores de 275% para um fragmento de floresta estacional semidecidual, com aproximadamente 30 anos.

Tabela 3: Capacidade de retenção de umidade (%) da serrapilheira acumulada nos dois sítios amostrais (S.A e S.B) em diferentes estações (verão e inverno) estudados no município de Paracambi, RJ.

Sítios	Estações		Média (Sítios)
	Verão	Inverno	
S.A	218,58	247,59	233.08a
S.B	219,38	223,72	221.55a
Média (estações)	218.98A	235.65B	227,32 (média total)

As médias seguidas pela mesma letra minúscula entre linhas não diferem entre si e as médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si.

A maior CRH foi para o sítio A (S.A) no inverno (248%), segundo Mateus (2015) isso significa que a água precipitada é segurada por mais tempo sobre a superfície do solo facilitando a posterior germinação de sementes. No sítio A (S.A) no verão, o fenômeno facilitador de germinação mostrou-se menos eficiente já que sua média foi a menor.

De acordo com a Figura 10, a capacidade de retenção hídrica tem comportamento diferenciado da serrapilheira acumulada em relação as estações, isso evidencia que a retenção de umidade não está relacionada somente com quantidade de material depositado, mas também com o tipo de material.

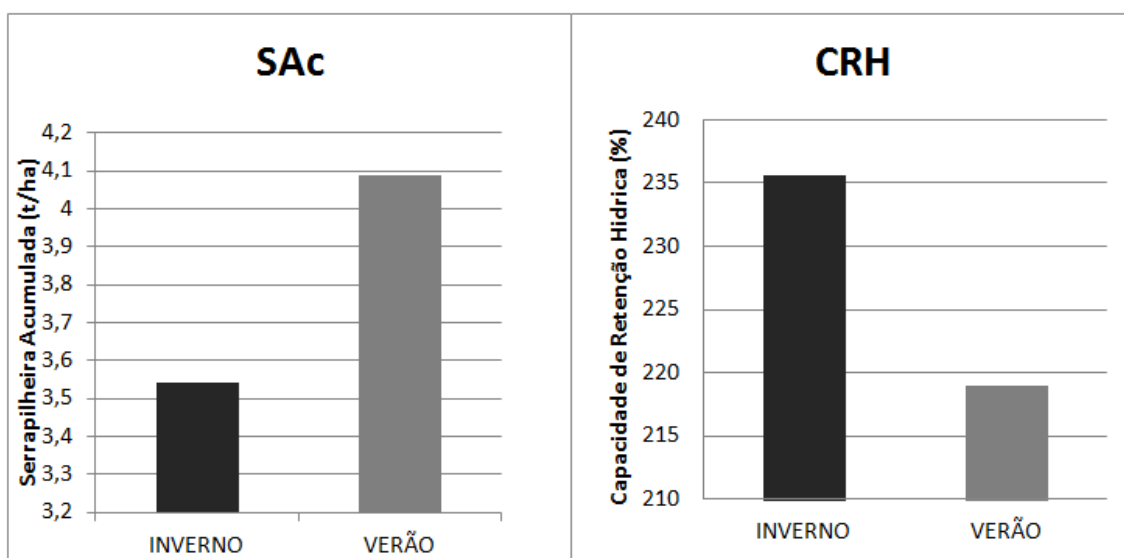


Figura 10: Serrapilheira acumulada (SAc) e capacidade de retenção hídrica (CRH) nas estações (inverno e verão).

Segundo Vallejo (1982) o tipo de material e o grau de decomposição, com aumento da superfície específica, proporcionam maior retenção de água. A partir disso, conclui-se que a maior CRH para o período de inverno pode estar associado com o material predominante na serrapilheira dessa estação (espécies com maior aporte, textura das folhas, tipo de material – folhas, galhos, frutos e grau de decomposição), responsável por aumentar a capacidade de absorção e armazenamento de umidade.

As diferenças de CRH entre as estações podem estar relacionadas à diferença de temperatura, precipitação e constante de decomposição, fatores que segundo Voigt & Walsh (1976) estão relacionados ao fenômeno de absorção de umidade da serrapilheira acumulada.

Durante o processo de restauração florestal a dinâmica da serrapilheira acumulada apresenta padrão diferente em relação a sua capacidade de retenção hídrica.

Segundo Mateus (2015), a serrapilheira acumulada permanece constante em seu crescimento, já a CRH tem seu crescimento constante até 32 anos depois tende a diminuir, mostrando uma modificação na administração da água no ecossistema.

4.3 Densidade do Solo

A densidade aparente obteve média de 1,0325 g/cm³ para o sítio A (S.A) e de 1,1383 g/cm³ para o sítio B (S.B), tendo diferença significativa entre os sítios (tabela 4), A densidade do solo foi baixa, o que é esperado em áreas de floresta.

Tabela 4: Médias das densidades (g/cm³) aparentes e real para os sítios amostrais (S.A e S.B) em diferentes estações (inverno e verão) estudados no município de Paracambi, RJ.

Sítios	Densidade Aparente	Densidade Real
S.A	1,0325a	2,2675c
S.B	1,1383b	2,2174c

As médias seguidas pela mesma letra entre linhas não diferem entre si.

Segundo Paula et al.(2012), a densidade do solo está relacionada com a disponibilidade de água. Nos espaços porosos do solo, ocupados pelas fases líquida, gasosa e pelas raízes, ocorrem processos físicos de transporte de água, solutos e gases, além de alterações no regime térmico dos solos, os quais são fundamentais para manter as funções fisiológicas das plantas (DAUBENMIRE, 1959; PREVEDELLO, 1996). O maior teor de matéria orgânica e serrapilheira proporciona uma menor densidade e a maior porosidade do solo sob floresta em comparação com solo descoberto (RODRIGUES et al., 2012).

O sítio A (S.A) possui uma densidade aparente menor do que o sítio B (S.B). A densidade aparente está relacionada com o grau de estruturação do solo. Em locais com menor densidade aparente, a água no solo infiltra de forma gradativa, aumentando assim a disponibilidade de água para a vegetação. Nesse contexto, o sítio A (S.A) possui maior disponibilidade de água do que do sítio B (S.B), porém o valor médio da densidade aparente no sítio B (S.B) não é ruim já que segundo Miranda et al.(2007) os valores próximos de 1,35 g/cm³ são médios, para um Cambissolo. Isso mostra que a

estruturção do solo do sítio B (S.B) tendencia a se aproximar da estruturção do solo do sítio A (S.A) em relação ao tempo.

Segundo Gonçalves et al (2008) no solo a velocidade de infiltração tem ligação direta com o grau de estruturção do solo, com o aumento de matéria orgânica no solo a capacidade de retenção de água aumenta, garantindo um melhor suprimento para as plantas. Além disso, a serrapilheira acumulada forma uma camada isolante entre o solo e a atmosfera mantendo a umidade.

A média da densidade real para o sítio A (S.A) foi de $2,2675 \text{ g/cm}^3$, que foi muito próximo a $2,2174 \text{ g/cm}^3$ (tabela 4) encontrado no sitio B (S.B), portanto, não teve diferença estatística entre os dois sítios. A densidade real está relacionada com as partículas do solo e os teores de areia, silte e argila. A semelhança entre as médias da densidade real evidencia similaridades nessas partículas, o que é esperado, pois segundo Roppa (2014) os dois sítios possuem a mesma classe textural.

5. CONCLUSÃO

O aporte e a capacidade de retenção hídrica sazonal da serrapilheira evidenciam os efeitos de caducifoliedade das espécies do fragmento em diferentes estágios de restauração passiva, evidenciando que há oferta diferenciada de armazenamento de umidade na serrapilheira em períodos de estiagem. Além disso, a serrapilheira causa efeitos diretos na construção dos solos relacionados à sua estrutura, cuja melhoria esta ligada ao tempo de uso, porém de forma lenta. A incorporação da serrapilheira no solo modifica de forma gradativa sua estrutura, conseqüentemente altera a interação solo-planta contribuindo para a restauração florestal espontânea e construção dos ecossistemas.

6. REFERÊNCIAS

- ABER, J. D.; MELILO, J. M. **Terrestrial ecosystems**. Orlando: Reinhart Winston, 1978. 428p.
- ABREU, R. L. **Map locator of Rio de Janeiro's Paracambi city**. 2006. Disponível em: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:RiodeJaneiro_Municip_Paracambi.svg>. Acesso em: 18 mai. 2012.
- AMORIM T. A. **Árvores e lianas em um fragmento florestal Sul-Fluminense: Relação entre variáveis ambientais e estrutura dos dois componentes lenhosos**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica. 84 p.
- ANDRADE, A. G & FARIA, S.M. Arquitetura e biomassa de raízes de *Mimosa caesalpinifolia*, *Acacia mangium* e *Acacia holocercea* com seis anos de idade em planossolo. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, III, 1997 **Anais...** SOBRADE. Universidade Federal de Viçosa-MG. 144-149p.
- ARAÚJO, R. S. **Chuva de sementes e deposição de serrapilheira em três sistemas de revegetação de áreas degradadas na Reserva Biológica de Poço das Antas (RJ)**. 2002. 92f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2002.
- ARAÚJO, R. S.; RODRIGUES, F. C. M. P.; MACHADO, M. R.; PEREIRA, M. G.; FRAZÃO, F. J. Aporte de serrapilheira e nutrientes ao solo em três modelos de revegetação na Reserva Biológica de Poço das Antas, Silva Jardim, RJ. **Revista Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.12, n.2, p.16-24, 2005.
- ARAÚJO, V.F.P. **Produção e decomposição da serrapilheira em ecossistema semiárido do nordeste brasileiro: variação temporal e espacial e efeito da fauna do solo sobre a serrapilheira**. 2012. Tese de doutorado em Ciências Biológicas, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PA.
- BARBIÉRE, E.B.; KRONEMBERGER, D.M.P. Climatologia do litoral Sul-Sudeste do Estado do Rio de Janeiro (um subsídio à análise ambiental). **Cadernos de Geociência**, Rio de Janeiro, n. 12, p. 57-73, 1994.
- BARBOSA, J. H. C. **Dinâmica da serapilheira em estágios sucessionais de Floresta Atlântica (Reserva Biológica de Poço das Antas – RJ)**. 2000. 202p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- BAVER, L. D.; GARDNER, W.R. The thermal regime of soils. In: **BAVER et al., ed soil physics**. New York, John Wiley, 1972. p.253-280.
- BLOW, F. E. Quantity and hydrologic characteristics of litter under upland oak forests in **Eastern Tennessee**. **Journal of Forestry**, v.53, p.190-195, 1955.
- BOHRER, N.A. A caminho de Paracambi. Paracambi: Prefeitura Municipal de Paracambi; Superintendência de Turismo, 2004. (CD).
- BÓREM, R.A.T.; OLIVEIRA-FILHO, A.T. Fitossociologia do estrato arbóreo de uma topossequência alterada de Mata Atlântica, no município de Silva Jardim - RJ, Brasil. **Revista Árvore**, v.26, n.6, p. 727-742, 2002.

BRAGAGNOLO, N. & MIELNICZUK, J. Cobertura do solo por palha de trigo e seu relacionamento com a temperatura e umidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 14, n. 3, p. 369-373, 1990.

BRANDY N.C. **Natureza e propriedades dos solos/ "The Nature and properties of soils"**, Trad. Antônio B. neiva figueredo F.º. 7ª Ed. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1989.

BRASIL, Projeto RADAMBRASIL. Rio de Janeiro/Vitória: levantamento de recursos naturais. Folhas SF.23/24, v. 32. Rio de Janeiro: MME, 1983. 780p.

BRAY, J. R.; GORHAM, E. Litter production in forests of the world. **Advances in Ecology Research**, v.2, p.101-157, 1964.

CAIRNS JÚNIOR, J.; HECKMAN, J.R. Restoration ecology: the state of an emerging field. **Restoration Ecology**, v.21, p. 167 – 189, 1996.

CALDEIRA, M.V.W.; VITORINO, M.D.; SCHAADT, S.S.; MORAES, E.; BALBINOT, R. Quantificação de serapilheira e de nutrientes em uma Floresta Ombrófila Densa. **Semina: Ciências Agrárias**, v.29, n.1, p. 53-68, 2008.

CASSOL, E.A.; CANTALICE, J.R.B.; REICHERT, J.M. & MONDARDO, A. Escoamento Superficial e desagregação o solo em entressulcos em solo franco-argilo-arenoso com resíduos vegetais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 39: 685-690, 2004.

CASTRO JUNIOR, E. **O papel da fauna endopendônica na estruturação física do solo e seu significado para a hidrologia de superfície**. 1991. 150p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

CIANCIARUSO, M. V.; PIRES, J. S. R.; DELITTI, W. B. C.; SILVA, E. F. L. P. Produção de serapilheira e decomposição do material foliar em um cerradão na Estação Ecológica de Jataí, município de Luiz Antônio, SP, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, São Paulo, v.20, n.1, p.49-59, 2006.

COELHO NETTO, A. L. Evolução de Cabeceiras de Drenagem no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul (SP/RJ): Bases para um Modelo de Formação e Crescimento da Rede de Canais sob Controle Estrutural. **Revista Brasileira de Geomorfologia**; 4(2): 118-167. 2003.

CORREIA, M. E. F.; ANDRADE, A. G. Formação de serapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. Fundamentos da matéria orgânica do solo - ecossistemas tropicais & subtropicais. Brasil, 2008. p.137-145.

COSTA, G.S.;ANDRADE, A.G.; FARIA S.M. Aporte de nutrientes pela serrapilheira de *Mimosa caesalpinifolia* (Sabiá) com seis anos de idade. In: SIMPÓSIO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 3, 1997, Ouro Preto. **Anais**. Ouro Preto: SOBRADE, 1997. P.244-349.

CUEVAS E. ; MEDINA E.. Nutrient dynamics within Amazonian Forest ecosystems. **Oecologia** n.68, pg 466–72,1986.

DANTAS, M. E. **Estudo geoambiental do Estado do Rio de Janeiro**. Brasília: CPRM, 2001b. 63 p. CD-ROM.

DANTAS, M. E. **Mapa geomorfológico do Estado do Rio de Janeiro**. Brasília: CPRM, 2001a. 63 p. CD-ROM.

DAUBENMIRE, R.F. **Plants and environment: a textbook of autecology**. 2 ed. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1959. 422p.

- DINIZ, S.; PAGANO, S. N. Dinâmica de folheto em floresta mesófila semidecídua no município de Araras, SP. I – Produção, decomposição e acúmulo. **Revista do Instituto Florestal**, v. 9, n. 1, p. 27-36, 1997.
- DOMINGOS, M.; POGGIANI, F.; DE VUONO, Y. S.; LOPES, M. I. M. S. Produção de serapilheira na floresta de reserva biológica de paranapiacaba sujeita aos poluentes atmosféricos de Cubatão, SP. **Hoehnea**, v.17, p.47-58, 1990.
- ENGEL, V.L.; PARROTTA, J.A. Definindo restauração ecológica; tendências e perspectivas mundiais. In: KAGEYAMA, P.Y. et al. (Org.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2008. p. 1-26.
- ERIKSSON, O. Seedlings recruitment in deciduous Forest herbs: the effects of litter, soil chemistry and seed bank. *Flora*, v.190, p.65-70, 1995.
- FACELLI JM, PICKETT STA. Plant litter: its dynamics and effects on plant community structure. **The Botanical Review** 1991; 57: 1-32.
- FEARNSIDE, F. M. Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle. **Acta amazônica**, v. 36, n. 3, p. 395-400, 2006.
- GONÇALVES J.L.M, NOGUEIRA L.R Jr, DUCATTI F. Recuperação de solos degradados. In: KAGEYAMA P.Y, OLIVEIRA R.E, MORAES L.F.D, ENGEL V.L, GANDARA F.B. **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF; 2008.
- HAAG, H. P. **Ciclagem de nutrientes em florestas tropicais**. Campinas: Fundação Cargil, 1985. 114p.
- IBF, INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORESTAS. Bioma Mata Atlântica. 2013. Disponível em: < <http://ibflorestas.org.br/pt/bioma-mata-atlantica.html>>. Acesso em: 11 jun. 2013.
- KAGEYAMA, P.Y.; GANDARA, F.B. Resultados do programa de restauração com espécies arbóreas nativas do convênio ESALQ/USP e CESP. In: GALVÃO, A. P. M.; SILVA, V. P. (Ed.). **Restauração florestal: fundamentos e estudos de caso**. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. p. 47 – 58.
- KELLER, P. F. **Fábrica e Vila Operária: A vida cotidiana dos operários têxteis em Paracambi, RJ**. Engenheiro Paulo de Frontin: Solon Ribeiro, 1997. 120 p.
- KLINGE, H. P.; RODRIGUES, W.A. Litter production in area of Amazonian “terra firme” forest. Part II. Mineral nutrient content of litter. **Amazoniana**, n. 1, p. 303-310, 1968.
- KLUMPP, A. Utilização de bioindicadores de poluição em condições temperadas e tropicais. In: MAIA, N. B.; MARTOS, H. L.; BARRELLA, W. (Eds.). **Indicadores ambientais: conceitos e aplicações**. São Paulo: EDUC/COMPED/INEP, 2001. p.77-94.
- LONGO R. M.; SPÍNDOLA C.R. C-orgânico, N-total e substâncias húmicas sob influência da introdução de pastagens (*Brachiaria* sp.) em áreas de cerrado e floresta amazônica. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, 24:723-729, 2000.
- LOUZADA M.A.P.; QUINTELA, M.F.S; PENNA, L.P.S. Estudo comparativo de produção de serrapilheira em áreas de Mata Atlântica: a floresta secundária “antiga” e uma floresta secundária (capoeira). **Oecologia Brasiliensis I: ecologia, funcionamento e manejo de ecossistemas**. Rio de Janeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1995, p.61-74.

- LOUZADA, J.N.C. et al. Litter decomposition in semideciduous forest and *Eucalyptus spp.* crop in Brazil: a comparison. **Forest Ecology and Management**, v.94, p.31-36,1997.
- MACHADO, M.R.; PIÑA-RODRIGUES, F. C; PREIRA, M.G. Produção de serrapilheira como bioindicador de recuperação em plantio adensado de revegetação. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.32, n.1, p.143-151, 2008.
- MARTINS, S. V. & RODRIGUES, R. R. Produção de serrapilheira em clareiras de uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas, SP. *Revista Brasileira de Botânica*. v.22, p. 405-412, 1999.
- MARTINS, S. V. **Recuperação de matas ciliares**. Viçosa–MG: Aprenda Fácil, 2001.143p
- MATEUS, F.A. **Avaliação do estoque de serrapilheira acumulada e sua capacidade de retenção de umidade em áreas com diferentes níveis de sucessão ecológica**, Pinhal-RJ. 2012. Monografia do curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ.
- MATEUS, F.A. **Serviços ecossistêmicos observados na restauração florestal de pastagens abandonadas a partir da espécie facilitadora *Clidemia urceolata* DC.** 2015. Dissertação de mestrado em Ciências Ambientais e Florestais da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ.
- MATEUS, F.A.; MIRANDA, C.C.; VALCARCEL, R.; FIGUEIREDO, P.H.A. Estoque e capacidade de retenção hídrica da serrapilheira acumulada na restauração florestal de áreas perturbadas na Mata Atlântica. **Floresta e Ambiente**, v.20, n.3, p. 336-343, 2013.
- MAZUREC, A. P.; VILLELA, D. M. Produção e camada de serrapilheira em uma Mata Atlântica na serra do Imbé, norte fluminense, em diferentes altitudes. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS BRASILEIRO, 4., 1998, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: ACIESP, 1998. p.36-41
- MENDONÇA JÚNIOR, J.O. **Composição florística e análise estrutural do componente arbóreo do Parque Natural Municipal do Curió, Paracambi, RJ.** 2012. 42 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.
- MERGURO, M.; VINUIZA, G.N.; DELITTI, W.B.C. Ciclagem de nutrientes na mata mesófila secundária I – produção e conteúdo de nutrientes minerais no folheto. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, n.7, p.11-31, 1979.
- MIRANDA, F.R.; SANTANA, M.G.S.; SOUZA, C.C.M; OLIVEIRA, C.H.C. Calibração do sensor dielétrico ECH2O em dois tipos de solo. **Revista Ciência Agrônômica.**, v.38, n.3, p. 317 – 321, 2007.
- MIRANDA, J.C.. **Intercepção das chuvas pela vegetação florestal e serrapilheira nas encostas do Maciço da Tijuca: Parque Nacional da Tijuca, RJ.** 1992 Programa Dissertação de Mestrado, em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 100p.
- MITCHELL, H. H.; TEEL, M. R. Winter annual cover crops for no-tillage corn production. **Journal Madison**, v.69, p.569-573, 1977.
- MITCHELL, R.J.; AULD, M.H.D.; LE DUC, M.G.; MARRS, R.H. Ecosystem stability and resilience: a review of their relevance for the conservation management of lowland

- heaths. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v.3, n.2, p. 142-160, 2000.
- MOCHIUTTI, S.; QUEIROZ, J.A.L.; MELÉM-JUNIOR, N.J. Produção de serrapilheira e retorno de nutrientes de um povoamento de Taxi-branco e de uma floresta secundária no Amapá. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n.52, p. 3-20, jan./jun. 2006.
- MYERS, N., R.A. MITTERMEIER, C.G. MITTERMEIER, G.A.B. FONSECA & J. KENT.. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 2000 p.: 853-845.
- NATAL, C. R. N.; NATAL, G. **História de Paracambi: 1800 a 1987**. Rio de Janeiro: Guavira, 1987. 127 p.
- OLIVEIRA, R.R. **Produção e decomposição de serapilheira no Parque Nacional da Tijuca, RJ**. 1987. p.107 Dissertação (Mestrado em Geografia) - Departamento de Geografia. Instituto de Geociências, Rio de Janeiro.
- PAGANO, S.N. Produção de folheto em mata mesófila semidecídua no município de Rio Claro, SP. **Revista Brasileira de Biologia**. 1989. V.49(3)p. 633-639.
- PAULA, R.R.; PEREIRA, M.G.; SANTIAGO, R.R.; AMORIM, H.B. Propriedades edáficas e desenvolvimento de eucalipto em topossenquência na Flona Mário Xavier-RJ. **Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 3, 344-351, p. 2012.
- PEEL, M.C.; FINLAYSON, B.L.; McMAHON, T.A. Updated world map of the Köppen- Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 11, p. 1633-1644, 2007.
- PORTES, M.C.G.O.; KOEHLER, A.; GALVÃO F. Variação sazonal de deposição de serrapilheira em uma floresta ombrófila densa altomontana no morro do Anhangava, PR. **Floresta** v.26, n.1/2, p.3-10,1996.
- PREVEDELLO, C.L. O solo como um sistema multicomponente e suas relações massa-área/volume. In: **Física do solo com problemas resolvidos**. Curitiba: C. L., 1996. p. 8 – 50.
- RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, F. Conceito, tendência e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO-FILHO, H. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP, 2000. p.233-247.
- RODRIGUES, R.R.; BRANCALION, P.H.S; ISERNHAGEN, I. **Pacto pela restauração da mata atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica, 2009, 256p.
- RODRIGUES, V.A; FENNER, P.T; SANSIGOLO,C.; .MORAES,M.H. Estimativa da água do solo em Floresta de *Eucalyptus grandis*. **Irriga, Botucatu**, v. 17, n.x, p. 523 - 533 outubro - dezembro, 2012
- ROPPA, C. **Fatores do meio físico influentes na restauração espontânea de ecossistemas perturbados da Mata Atlântica, na base da Serra do Mar**. 2014. 161f. Tese (doutorado em Ciências Ambientais e Florestais) – Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- SARTORI, M. S. **Variação da regeneração natural da vegetação arbórea no sub-bosque de *Eucalyptus saligna* Smith. manejado por talhadia, localizado no município de Itatinga, SP**. 2001. 84 p. Dissertação (mestrado em?), Instituto ou departamento, Escola superior de agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SCHLITTLER, F. H.M.; DE MARINIS, G. & CÉSAR, O. Produção de serapilheira na Floresta do Morro do Diabo, Pontal do Paranapanema - SP. **Naturalia**.1993. v.18: p.135-147.

SEMADES, SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DE PARACAMBI; ITPA, INSTITUTO TERRA DE PRESERVAÇÃO AMBIENTAL. Plano de Manejo do Parque Natural Municipal Curió de Paracambi. Paracambi: SEMADES; ITPA, 2010. 640p.

SILVA, A.M; SILVA, M.L.N; LIMA, J.M; AVANZI, J.C; FERREIRAM.M. Perdas de solo, água, nutrientes e carbono orgânico em Cambissolo e Latossolo, sob chuva natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.12, p.1223-1230, dez. 2005

SOS MATA ATLÂNTICA & INPE (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS). Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica: período 2008 a 2010. São Paulo, 2011. 122 p.

SOUZA, A. J. & DAVIDE, A. C. Deposição de serapilheira e nutrientes em uma mata não mineralizada e em plantações de bracatinga (*Mimosa scabrella*) e de eucalipto (*Eucalyptus saligna*) em áreas de mineralização de bauxita. **Cerne**, v. 7, n. 001, p. 101-114, 2001.

SPAIN, A. V. Litterfall and the standing crop of litter in three tropical Australian rainforests. **Journal of Ecology**, v.72, n.3, p.947-961, 1984.

SWIFT, M. J.; HEAL, O. W. & ANDERSON, J. M. The decomposer organisms. In: **Decomposition in Terrestrial Ecosystems**. Berkeley: University of California Press, 1979. p.66-117.

TCR-RJ, TRIBUNAL DE CONTAS REGIONAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Estudos socioeconômicos dos municípios do Estado do Rio de Janeiro: Paracambi. Secretaria Geral de Planejamento, 2008. 75p.

TOUTAIN, F. Les litières: siege de systems interactifs et moteur de ce interact-tions. **Revue du Écologie et Biologie du Sol**, Paris, v.24, p.231-242, 1987.

VALCARCEL, R.; SILVA, Z.S. Eficiência conservacionista de medidas de recuperação de áreas degrada: proposta metodológica. **Floresta**, v. 27, n. 1/2, p. 68 - 80, 1997.

VALLEJO, L.R.. **A influência do Litter na distribuição das águas pluviais**. 1982. 123p. Tese (Mestrado em Geografia) Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ.

VARJABEDIAN, R.; PAGANO, S. N. Produção e decomposição do folheto em um trecho de mata atlântica de encosta no município de Guarujá, SP. **Acta Botanica Brasilica**, v. 1, n. 2, p. 243-256, 1988.

VITAL, A. R. T. et al. Produção de serapilheira e ciclagem de nutriente de uma floresta estacional semidecidual em zona ripária. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 28, n. 6, p. 793-800, 2004.

VITOUSEK, P. M.; SANFORD, R. L. Nutrient cycling in most tropical forest. **Annual Review Ecology Science**, Palo Alto, v.17, p.137-167, 1986.

VOIGT, P. J.; WALSH, R. P. D. Hidrologische prozesse in bodenstreu. Einige experimentelle befunde. Schr. Naturw, **Schriften des Naturwissenschaftlichen Vereins fur Schleswig-Holstein**, p.46:35-54, 1976.

WERNECK, M.S. PEDRALLI, G. GIESEKE, L.F. Produção de serrapilheira em três trechos de uma floresta semidecídua com diferentes graus de perturbação na Estação

Ecológica de Tripui, Ouro Preto, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, v.24, n.2, p.195-198, 2001

WILDNER, L.P. **Efeito da adição de diferentes resíduos orgânicos nas perdas de solo e água em um solo Podzólico Vermelho-Amarelo**. 1985. 100 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)– Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1985.

ZECH, W.; SENESI, N.; GUGGENBERGER, G.; KAISER, K.; LEHMANN, J.; MIANO, T.M.; MILTNER, A.; SCHROTH, G. Factores controlling humification and mineralization of soil organic matter in the tropics. **Geoderma**, v.79, p. 117-161, 1997.