



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

FELIPE ARAUJO MATEUS

**AVALIAÇÃO DO ESTOQUE DE SERRAPILHEIRA ACUMULADA E SUA
CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE UMIDADE EM ÁREAS COM DIFERENTES
NÍVEIS DE SUCESSÃO ECOLÓGICA, PINHEIRAL-RJ.**

Orientador: Prof. Dr. RICARDO VALCARCEL

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. CRISTIANA DO COUTO MIRANDA

SEROPÉDICA, RJ
Agosto – 2012



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

FELIPE ARAUJO MATEUS

**AVALIAÇÃO DO ESTOQUE DE SERRAPILHEIRA ACUMULADA E SUA
CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE UMIDADE EM ÁREAS COM DIFERENTES
NÍVEIS DE SUCESSÃO ECOLÓGICA, PINHEIRAL-RJ.**

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

Orientador: Prof. Dr. RICARDO VALCARCEL

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. CRISTIANA DO COUTO MIRANDA

SEROPÉDICA, RJ
Agosto – 2012

**AVALIAÇÃO DO ESTOQUE DE SERRAPILHEIRA ACUMULADA E SUA
CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE UMIDADE EM ÁREAS COM DIFERENTES
NÍVEIS DE SUCESSÃO ECOLÓGICA, PINHEIRAL-RJ.**

Comissão Examinadora:

Monografia aprovada em 13 de agosto de 2012.

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

Prof^a. Dr^a. Silvia Regina Goi
UFRRJ / IF / DCA
Membro

Prof. Dr. Luiz Renato Vallejo
UFF
Membro

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por estar sempre guiando meus caminhos.

À minha família, por todo o amor, dedicação e confiança. Sem vocês eu não estaria aqui!

Aos amigos por estarem sempre comigo, não importa o que aconteça.

Ao meu orientador Ricardo Valcarcel e minha co-orientadora Cristiana do Couto Miranda, por me levarem para o caminho certo e por estarem sempre me ajudando a crescer.

Aos colegas do LMBH que me ajudaram no processo de aprendizagem.

A Flavia Maria pela ajuda prestada e pela amizade, a Carolina pela ajuda na separação das amostras.

Agradeço também ao professor Ricardo Valcarcel pela infraestrutura do LMBH, me propiciando a oportunidade de processar as amostras e realizar a pesquisa.

Aos professores que se esforçaram para passar seus conhecimentos.

A minha namorada Carol e família, por me ajudarem nesse período tão turbulento. A Carolina Guimarães por todo amor a mim direcionado e, principalmente, por ter aceitado a “difícil missão” de ser a mulher da minha vida!

Aos professores Silvia Regina Goi, Luiz Renato Vallejo, Hiram Feijó Baylão Junior e Cristiane Roppa pela participação na banca examinadora.

Ao CNPq pela Bolsa de Iniciação Científica e ao Instituto Federal do Rio de Janeiro, Campus Nilo Peçanha, pelo apoio e infraestrutura.

RESUMO

A serrapilheira acumulada é constituída por resíduos vegetais em diferentes estados de decomposição sobre a superfície do solo, representando fonte de nutrientes e água para o ecossistema. Adicionalmente a serrapilheira atua facilitando a interação solo-água-plantas, pois interfere na estabilidade dos agregados no solo e estes, na administração da infiltração e umidade, agentes facilitadores da restauração florestal espontânea de ecossistemas perturbados. Este estudo quantificou o estoque de serrapilheira acumulada e sua capacidade de retenção de umidade em quatro ambientes similares em estágios diferentes do nível inicial de sucessão adquiridos a partir dos 30 anos de interações ecossistêmicas da espécie facilitadora *Clidemia urceolata*. As amostras de serrapilheira (0,25x0,25x0,05m) foram coletadas nos seguintes sítios: 1 - pastagem abandonada; 2 - capoeira com predominância da espécie *Clidemia urceolata*; 3 - capoeirão com dominância fitofisionômica de *C. urceolata* e *Cecropia pachystachya*; 4 - fragmento florestal. A retenção de umidade foi avaliada *ex situ*, a partir da saturação total e secamento em estufa até atingir peso constante. Todos os parâmetros foram submetidos a testes de normalidade (teste de Lilliefors) e teste de homogeneidade (teste de Bartlett), sendo analisados pelo delineamento estatístico fatorial 4 x 2 (4 tratamentos e 2 períodos do ano - chuvoso/seco), seguido pelo Tukey a 5%. A média anual foi estatisticamente diferente nos sítios 4 (6,18 t/ha); 3 (3,82 t/ha); 2 (2,67 t/ha); e 1 (1,52 t/ha), não havendo diferença em relação aos períodos de coleta. A retenção de umidade foi diferente nos sítios 2 (350,89%); 3 (296,39%); 4 (283,68%); e 1 (229,06%), e foi encontrada diferença em relação aos períodos de coleta. Evidencia-se que a maior biomassa e diversidade de espécies influenciaram na produção de serrapilheira, porém não seguem a mesma tendência para respostas hidrológicas, devido a composição de espécies apresentarem respostas similares.

Palavra-Chave: Serrapilheira acumulada, Retenção de umidade e ecossistema perturbado.

ABSTRACT

The litter consists of accumulated crop residues at different stages of decomposition on the surface of the soil, representing a source of nutrients and water to the ecosystem. Additionally the litter acts facilitating interaction soil-water-plant, because it interferes in aggregate stability in the soil and these, in the administration of infiltration and moisture, facilitating agents of forest restoration spontaneous disturbed ecosystems. This study quantified the stock of accumulated litter and its ability to retain moisture in four similar environments at different stages of the initial level of succession acquired from 30 years of ecosystem interactions of the species facilitator *Clidemia urceolata*. Samples of litter (0,25 x0, 25x0, 05m) were collected at the following sites: 1 - abandoned pasture; 2 - capoeira with predominant species *Clidemia urceolata* 3 - capoeirão with phytophysiognomic dominance of *C. urceolata* and *Cecropia pachystachya*; 4 - forest fragment. The moisture retention was assessed ex situ from the total saturation and drying in an oven until constant weight. All parameters were tested for normality (Lilliefors test) and homogeneity test (Bartlett test) and analyzed by statistical design 4 x 2 factorial (4 treatments and 2 periods of the year - wet / dry), followed by Tukey 5%. The annual average was statistically different between the four sites (6.18 t / ha), 3 (3.82 t / ha), 2 (2.67 t / ha), and 1 (1.52 t / ha), not no difference in relation to the collection periods. The moisture retention was different in the two sites (350.89%) 3 (296.39%) 4 (283.68%) and 1 (229.06%), and differences were found in relation to periods of collection. It is evident that the highest biomass and species diversity influenced the litterfall, but it does not follow the same trend for hydrological responses, because the composition of species present similar responses.

Keyword: accumulated litter, moisture retention and disturbed ecosystem.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	viii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	2
2.1 Ecossistemas florestais.....	2
2.2 Composição e caracterização da serrapilheira acumulada	3
2.3 Dinâmica da serrapilheira acumulada	4
2.4 Funções da serrapilheira acumulada na restauração florestal.....	5
3. MATERIAL E MÉTODOS	6
3.1. Área de Estudo	6
3.2. Amostragem	7
3.2.1. Sítios amostrais	7
3.2.2. Quantificação da serrapilheira acumulada	9
3.2.3. Capacidade de retenção de umidade	11
3.3. Análise Estatística	13
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
5. CONCLUSÃO	18
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Área de estudo pertencente ao Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ), Campus Nilo Peçanha, no município de Pinheiral – RJ, bacia do rio Paraíba do Sul.	6
Figura 2: A) Sítio 1- pastagem abandonada. B) Sítio 2- capoeira com predominância da espécie <i>Clidemia urceolata</i>	8
Figura 3: A) Sítio 3- capoeirão com dominância fitofisionômica de <i>C. urceolata</i> e <i>Cecropia pachystachya</i> . B) Sítio 4- fragmento florestal.	8
Figura 4: Esquema das parcelas nos sítios amostrais.	10
Figura 5: Croqui de uma parcela sub dividida em 16 sub parcelas, sendo realizado o sorteio nas sub parcelas centrais.	10
Figura 6: Coletor de serrapilheira acumulada no solo.	10
Figura 7: Coleta da serrapilheira acumulada e acondicionamento em saco plástico.	11
Figura 8: Imersão da serrapilheira em água por 90 minutos para encharcamento da amostra.	12
Figura 9: Dreno do excedente por 30 minutos em bandejas dispostas com 30% de declividade	12
Figura 10: Pesagem da serrapilheira e acondicionamento em estufa.	13

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Características fisionômicas e florísticas dos diferentes estágios de restauração espontânea a partir da colonização e facilitação da <i>Clidemia urceolata</i> : idade e Espécies do estrato arbustivo-arbóreo.	9
Tabela 2: Peso seco da serrapilheira (t/ha) nos quatros sítios amostrais (pastagem, capoeira, capoeirão e fragmento florestal) em diferentes estações (inverno e verão) estudados no município de Pinheiral, RJ.	13
Tabela 3: Peso seco das frações folha, galhos e outros da serrapilheira (t/ha) nos quatros sítios amostrais (pastagem, capoeira, capoeirão e fragmento florestal) em diferentes estações (inverno e verão) estudados no município de Pinheiral, RJ.	14
Tabela 4: Capacidade de Retenção de umidade (%) da serrapilheira acumulada nos quatros sítios amostrais (pastagem, capoeira, capoeirão e fragmento florestal) em diferentes estações (inverno e verão) estudados no município de Pinheiral, RJ.	15
Tabela 5: Estoque de serrapilheira acumulada (t/ha) em algumas florestas tropicais úmidas.	17

1. INTRODUÇÃO

O processo de ocupação do território brasileiro caracterizou-se pelo pouco cuidado referente ao planejamento sustentável e a conseqüente destruição dos recursos naturais, particularmente a Mata Atlântica (MARTINS, 2001). A região do médio Paraíba do Sul sofreu forte perturbação devido aos ciclos econômicos ditados pelas atividades extrativistas de madeira, cafeicultura, pecuária leiteira e corte (MENEZES, 2008). Tais ciclos deram origem ao atual cenário, onde pastagens apresentam baixa produtividade, intensos e distintos níveis de geodinamismo dos processos erosivos e esparsos e pequenos fragmentos florestais pulverizados nas paisagens, ambiente este típico de pastagens perturbadas e com tendência de degradação (VALCARCEL, 1997; MIRANDA *et al.*, 2011). No entanto, essas áreas ainda mantêm meios de regeneração biótica (CARVALHO, 2000), ou resiliência mínima, capazes de promover a sua autoregeneração (MIRANDA *et al.*, 2011).

A restauração ecológica de áreas com solos química e fisicamente empobrecidos, com níveis mínimos de material orgânico, mosaicos de pequenos fragmentos florestais cercados de pastagens abandonadas, onde predomina baixa densidade de ocupação, requerem estratégias específicas para restauração florestal (VALCARCEL, 1997), onde o conhecimento sobre as habilidades das espécies espontâneas em resistir às adversidades locais (ataque de insetos, estresse hídrico e térmico, fogo e pastoreio extensivo), associados aos seus efeitos de facilitação podem ser determinantes no sucesso da restauração espontânea de ecossistemas perturbados.

No médio Paraíba do Sul, os núcleos de colonização espontânea constituídos por espécies arbóreas e arbustivas, indicam níveis diferenciados de resiliência dos ecossistemas (MENEZES, 2008, MIRANDA, 2012). Dentre as espécies arbustivas observadas, se destaca a *Clidemia urceolata* DC. (Melastomataceae) (MIRANDA *et al.*, 2011). Os efeitos ambientais originados a partir dos núcleos de *Clidemia urceolata* propiciam oferta diferenciada de resiliência aos ecossistemas perturbados, e se constituem em uma estratégia natural de restauração florestal que deve ser potencializada (MIRANDA *et al.*, 2011), principalmente no tocante as propriedades de facilitação que elas podem apresentar.

A serrapilheira acumulada é parte do sistema, sendo formada a partir de material vegetal depositado na superfície do solo, tais como folhas, cascas, galhos, flores, inflorescências, frutos, sementes e fragmentos vegetais não identificáveis (CIANCIARUSO *et al.*, 2006). O acúmulo da serrapilheira sobre o solo depende do tipo de vegetação, nível sucessional, latitude, altitude, temperatura, ventos, precipitação, herbívoros, disponibilidade hídrica e estoque de nutrientes no solo (PORTES *et al.*, 1996; FACCELI & PICKET, 1991). Esse compartimento confere maior estabilidade ao sistema e juntamente com o solo, controla processos fundamentais na dinâmica dos ecossistemas, liberação de nutrientes (PIRES *et al.*, 2006) e retenção de umidade (VALLEJO, 1982).

Desta forma, a taxa de acumulação de serrapilheira no período de maior crescimento do povoamento pode constituir um diferencial na restauração florestal espontânea, justamente quando as plantas mais necessitam de nutrientes e serviços ecossistêmicos para facilitar a entrada de espécies de grupos sucessionais mais avançados e ambientalmente mais exigentes (GONÇALVES *et al.*, 2003).

O acúmulo de serrapilheira sobre o solo torna-se uma fonte de energia e nutrientes capaz de abrigar a fauna e microrganismos decompositores dos ecossistemas (FACELLI & FACELLI, 1993). Segundo MITCHEL & TELL (1977), a cobertura do solo por resíduos pode melhorar as suas condições estruturais e de fertilidade. Ela evita o efeito erosivo promovido pelo impacto direto das gotas de chuva (FACELLI & PICKETT, 1991), reduzindo a erosão

além de aumentar a infiltração (RODRIGUES, 2005) e diminuição do escoamento superficial (VALLEJO, 1982; RENÓ, 2008) com varias implicações para os processos pedogenéticos.

Segundo Voigt & Walsh (1976), a retenção de umidade pela serrapilheira acumulada está relacionada com os fenômenos de absorção e adsorção. A absorção depende principalmente da porosidade do material depositado, velocidade de decomposição, efeitos sazonais que combinam chuvas e temperaturas do ambiente. A adsorção depende da área das folhas, estrutura, relevo, forma, relação superfície/peso seco e composição orgânica. No entanto, poucos são os estudos que aplicam estes conhecimentos na restauração florestal de pastagens perturbadas.

Nesse contexto, as implicações na dinâmica do acúmulo da serrapilheira e retenção hídrica provenientes dos núcleos de vegetação regenerantes espontaneamente em pastagens perturbadas originadas a partir dos núcleos de *Clidemia urceolata*, pode ser um importante serviço ecossistêmico indutor da restauração florestal. O presente trabalho objetivou quantificar o estoque de serrapilheira acumulada e sua capacidade de retenção de umidade em quatro ambientes similares com diferentes níveis de restauração florestal a partir do desenvolvimento espontâneo da espécie arbustiva *Clidemia urceolata*.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Ecossistemas florestais

Os ecossistemas florestais sofrem flutuações na sua estrutura e função em decorrência de mudanças ambientais de curto, médio e longo prazo (KIMMINS, 1987). Eles estão sujeitos a distúrbios naturais ou antrópicos, que provocam mudanças em menor ou maior grau. Segundo White & Pickett (1985), distúrbio é um evento relativamente discreto no tempo, que altera a estrutura de um ecossistema, comunidade ou população, bem como provoca mudanças na disponibilidade de recursos.

A sucessão ecológica é um processo natural mediante o qual os indivíduos dos ecossistemas se ajustam evolutivamente aos efeitos exógenos causados pelos distúrbios. Compreender como este processo atua em um dado sítio antes de proceder as modificações de restauração é fundamental. Ecossistemas mais resilientes carecem de intervenções menores para desencadear os processos naturais que refletem na sucessão, os ecossistemas menos resilientes, em função da intensidade de degradação, necessitam de estratégias de restauração complexas e de longo prazo (ENGEL & PARROTA, 2003).

Os processos que desencadeiam a sucessão são sinérgicos, havendo modificações na composição de espécies da comunidade, que podem aumentar a disponibilidade de recursos (umidade e nutrientes, entre outros), capazes de modificar a oferta de atributos ambientais e consequentemente favorecer a entrada de novas espécies. As atividades de manejo podem modificar a taxa e direção da sucessão; neste processo o estoque inicial de plantas presentes na comunidade, bem como as características do ciclo de vida de espécies particulares, pode alterar substancialmente a sucessão (GOOSEN & TUCKER, 1995).

Embora os modelos de sucessão secundária das florestas tropicais envolvam a substituição de espécies no tempo, onde as menos tolerantes a luz sucedem as mais heliófilas, seguindo uma sequência cronológica e funcional dos ecossistemas, onde as pioneiras entram; as secundárias iniciais colonizam o ambiente; secundárias tardias e clímax consolidam os ecossistemas em sua máxima eficiência ecossistêmica (BUDOWSKI, 1965). O potencial de crescimento nos estágios sucessionais é variável entre espécies, sendo mais dinâmico nos estágios iniciais (GONÇALVES *et al.*, 2003).

O grande potencial de crescimento e absorção de nutrientes das espécies no início da sucessão florestal é responsável por modificações ambientais (GONÇALVES *et al.*, 2003). Segundo Gómez-Pompa & Vázquez-Yanes (1981), as espécies pioneiras alteram o ambiente, basicamente, em três modos: 1) transferem grande parte dos nutrientes disponíveis no solo para a biomassa, consistindo um mecanismo de conservação de nutrientes; 2) contribuem para elevação do teor de matéria orgânica no solo, resultando em considerável desenvolvimento da estrutura do solo; e 3) modificam as condições microclimáticas nos estratos de crescimento das mudas e árvores, através da redução das flutuações térmicas e aumento da umidade relativa do ar. Estas mudanças no ambiente propiciam o estabelecimento das espécies das classes sucessionais mais evoluídas, que, serão responsáveis pela competição entre espécies, prevalecendo as mais adaptadas (GONÇALVES *et al.*, 2003).

Segundo Gonçalves *et al.* (2003), no início da restauração, a característica mais importante é incrementar a formação de uma cobertura vegetal, capaz de interromper os processos erosivos e iniciar a formação da camada orgânica. A escolha das espécies para forração do substrato depende da sua rusticidade e capacidade de cobrimento, além de permitir a formação da serrapilheira, como ambiente propício aos decompositores: disponibilidade de nutrientes, retenção de umidade e condições de manutenção da rizosfera (GONÇALVES *et al.*, 2003).

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 com elevado grau de perturbação, por possuírem uma maior quantidade de espécies pioneiras de crescimento rápido, investem mais em produção de biomassa, produzindo maior quantidade de serrapilheira. A situação é diferente em áreas menos perturbadas, devido a maior presença de espécies secundárias tardias, que produzem menos biomassa, apresentando, porém maior longevidade (ARAÚJO *et al.*, 2005).

2.2 Composição e caracterização da serrapilheira acumulada

A serrapilheira acumulada segundo Anderson & Ingran (1993), é composta pelas seguintes frações: a) folhas; b) galhos com diâmetro menor que 2 cm; c) estruturas reprodutivas (flores e frutos); e d) refugo (fragmentos menores que 5 cm). As frações que compõem a serrapilheira acumulada formam ao longo do tempo, um gradiente de decomposição, onde as folhas recém depositadas apresentam pouca transformação, enquanto as antigas apresentam alto grau de modificação estrutural e química, permitindo identificar camadas sobrepostas com diferentes graus de decomposição, denominadas de horizontes orgânicos: OL; OF e OH (TOUTAIN, 1987).

Segundo Correia & Andrade (2008) a camada L representa “Lixiviação” e é o processo mais atuante nesta região. Esta camada é composta por folhas recém – depositadas, inteiras e que ainda não foram atacadas pela fauna de solo. A camada F, de “Fermentação”, apresenta intensa atividade biológica, com a fragmentação promovida pela fauna do solo e a degradação bioquímica promovida pelos microrganismos. A camada H, de “Humificação”, apresenta um material amorfo decorrente da atividade fragmentadora na camada anterior. Nessa camada, ocorre, em geral, uma grande proliferação de raízes finas, que buscam absorver diretamente os nutrientes liberados da matéria orgânica (CORREIA & ANDRADE, 2008).

O número de camadas e espessura decorre da velocidade de decomposição dos ecossistemas. No ecossistema onde a decomposição é lenta predomina camada de serrapilheira acumulada espessa, podendo ser subdividida em L₁, L₂, F₁, F₂ e assim por diante (CORREIA & ANDRADE, 2008). No ecossistema onde a decomposição é rápida, podem

prescindir da camada H; nesse caso, as folhas fragmentadas da camada F são encontradas diretamente sobre o solo (CORREIA & ANDRADE, 2008).

As variações nas camadas de serrapilheira sobre o solo em florestas tropicais dependem da sazonalidade, onde há influência sobre produção e decomposição da serrapilheira (SPAIN, 1984). Para Jackson (1978) os efeitos da sazonalidade na produção e queda de folhas também refletem estratégias de resistência a fatores de tensão ambiental, associadas ao aproveitamento máximo dos recursos ambientais (CIANCIARUSO, 2006).

2.3 Dinâmica da serrapilheira acumulada

O acúmulo de serrapilheira na superfície do solo é regulado pela quantidade de material que cai da parte aérea das plantas e pela taxa de decomposição do ecossistema. Vários fatores afetam a quantidade de resíduos que caem da parte aérea das plantas e irão formar a serrapilheira. Entre eles destacam-se o clima, o solo, as características genéticas das plantas, a idade e a densidade de plantas (CORREIA & ANDRADE, 2008).

Em uma escala mais ampla, a produtividade vegetal é determinada pela distribuição de chuvas a qual influencia a disponibilidade de água no solo, e, numa escala mais restrita, pela disponibilidade de nutrientes (CORREIA & ANDRADE, 2008). Sua deposição introduz heterogeneidade temporal e espacial ao ambiente, podendo afetar a estrutura e a dinâmica da comunidade vegetal (FACELLI & PICKETT 1991).

Segundo Meguro *et al.* (1979), a produção de serrapilheira em florestas sucessionais tropicais úmidas pode alcançar valores mais altos do que em florestas maduras, pois nas florestas sucessionais, em geral, ocorre maior número de espécies decíduas, além de mudanças na composição. Assim, a taxa de acumulação de serrapilheira é elevada no período de maior crescimento do povoamento, estabilizando-se com a maturidade da floresta ou fechamento das suas copas. Após esse ponto podem ocorrer ligeiro decréscimo ou estabilização (BRAY & GHORAN, 1964).

Os períodos de maior produção de serrapilheira são frequentemente relacionados à diminuição do fotoperíodo e/ou a períodos de deficiência hídrica (BRAY & GORHAM 1964). Segundo Cianciaruso *et al.* (2006) em um estudo realizado na Estação Ecológica de Jataí (EEJ), localizada no município Luiz Antônio, região nordeste do Estado de São Paulo, as variáveis climáticas, umidade relativa do ar e a temperatura média do ar, apresentaram correlação com a produção de serrapilheira. Por outro lado, Martins & Rodrigues (1999), em floresta mesófila semidecídua, encontraram correlação negativa entre a produção de serrapilheira e a umidade relativa do ar e correlação positiva com a velocidade média do vento.

A decomposição da serrapilheira sobre o piso florestal é uma das etapas mais importantes da ciclagem de nutrientes (HAAG, 1985), pois é nele que há a liberação dos nutrientes pelos microrganismos e pela fauna do solo. A taxa de decomposição é regulada, principalmente, por três grupos de variáveis: 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 – químicas do ambiente, as quais são controladas pelo clima e pelas características edáficas do sítio (ABER & MELILO, 1978; SWIFT *et al.*, 1979;).

A qualidade do material varia de acordo com os teores de lignina, polifenóis, celulose, carbono, nitrogênio, fósforo e enxofre, dentre outros componentes. Altos teores de lignina, polifenóis e celulose estão relacionados com a baixa taxa de decomposição, menor liberação de nutrientes e com maior acúmulo de serrapilheira (SWIFT *et al.*, 1979).

A formação da camada de serrapilheira reflete um equilíbrio entre a produção e a decomposição no sistema (OLSON, 1963). Quanto maior a quantidade de material depositado e menor sua velocidade de decomposição, maior será a camada de serrapilheira acumulada. Para que se tenha 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 & ANDRADE, 2008).

Em média, as florestas tropicais sobre solos de baixa fertilidade produzem em torno de 7,5 t ha⁻¹ ano⁻¹ de matéria seca em forma de resíduos orgânicos que formam a serrapilheira. Já em solos com fertilidade média, essa produção pode atingir 10,5 t ha⁻¹ ano⁻¹ e, nas áreas montanhosas, 6,3 t ha⁻¹ ano⁻¹ (VITOUSEK & SANFORD, 1986).

2.4 Funções da serrapilheira acumulada na restauração florestal

O ciclo dos nutrientes de um dado ecossistema consiste na movimentação de nutrientes entre seus compartimentos, sendo os elementos continuamente transferidos entre os compartimentos abióticos e bióticos (GOLLEY, 1983; JORDAN, 1985).

O aporte de biomassa via serrapilheira é um dos mais importantes processos de transferência de nutrientes nos ecossistemas florestais tropicais (MARTINS & RODRIGUES, 1999). Os ecossistemas florestais possuem um eficiente sistema de ciclagem de nutrientes, com altas taxas de ciclagem interna no sistema solo-planta-solo (DELITTI, 1995). É importante ressaltar a capacidade de realimentação do solo pelos nutrientes reciclados por meio da serrapilheira (BOREM & RAMOS, 2002). Nela, os nutrientes estão mais protegidos contra lixiviação, onde se processam as perdas de nutrientes para locais fora do alcance das raízes. Estes efeitos associados ao controle dos processos de escoamento superficial, que são intensos e com grande capacidade de carga, constituem as principais fontes de perdas de nutrientes dos ecossistemas.

O acúmulo de serrapilheira fornece substrato aos microrganismos, que produzem substâncias húmicas que afetam a estabilidade dos agregados através do entrelaçamento de hifas e micélios de fungos actinomicetos. Todos os elementos atuantes na formação de agregados do solo (GONÇALVES *et al.*, 2003).

A disponibilidade de biomassa e nutrientes obtidos com o aporte regular de matéria orgânica e a proteção da superfície do solo contra a radiação solar, reduzindo a amplitude térmica diária (GONÇALVES *et al.*, 2003), permitem aos organismos do solo (microrganismos e fauna) operar em ambiente adequado, produzindo seus serviços ambientais e facilitando a diversidade e abundância de espécies (CATTELAN & VIDOR, 1990e GONÇALVES *et al.*, 2000). A fertilidade do solo e a ciclagem de nutrientes dos ecossistemas, são dependentes das condições biológicas do sistema solo-serrapilheira (GONÇALVES *et al.*, 2003).

A serrapilheira acumulada intercepta água da chuva, amortece o impacto da gota de chuva e dispersa energia cinética das suas gotas (FACELLI & PICKETT, 1991), reduzindo o selamento do solo e a perda da infiltração (GONÇALVES *et al.*, 2003). Através dos diferentes estágios de decomposição, a camada de serrapilheira é responsável pelo armazenamento de água no solo, bem como pelo aumento das taxas de infiltração e condicionamento dos fluxos superficiais (OLIVEIRA, 1987). Dessa forma, a serrapilheira do solo diminui as perdas de água do sistema, aumentando o reabastecimento do lençol freático e proporcionando uma menor velocidade da enxurrada, diminuindo o seu poder erosivo (GONÇALVES *et al.*, 2003). Esse maior tempo de permanência e a menor perda de água no ecossistema são fatores que contribuem para a maior disponibilidade de água para as plantas e perenização das nascentes (GONÇALVES *et al.*, 2003).

A serrapilheira acumulada constitui uma camada isolante entre o solo e a atmosfera, reduzindo as perdas de água por evaporação (LOURENÇO, 2001). Estes efeitos são diretamente proporcionais às quantidades de serrapilheira sobre o terreno, as quais dependem da produtividade do local e das práticas de manejo florestal (GONÇALVES *et al.*, 2003).

A análise qualitativa e quantitativa do material orgânico da serrapilheira, assim como sua taxa de decomposição, é importante para a compreensão da dinâmica e funcionamento dos ecossistemas, pois são fatores condicionantes para a manutenção da fertilidade do solo e sustentação de ecossistemas tropicais, por constituírem um processo de transferência de nutrientes da fitomassa para o solo (ANDRADE *et al.*, 1999).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de Estudo

O estudo localiza-se na área do Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ), Campus Nilo Peçanha – Pinheiral/RJ (Figura 1), situado na bacia hidrográfica do ribeirão Cachimbal, Médio Vale do Paraíba, Sul Fluminense do Estado do Rio de Janeiro, entre as latitudes de 22°29'03" e 22°35'27" S e longitude de 45°54'49" e 44°04'05" W, abrangendo 81 Km², no Município de Pinheiral, RJ

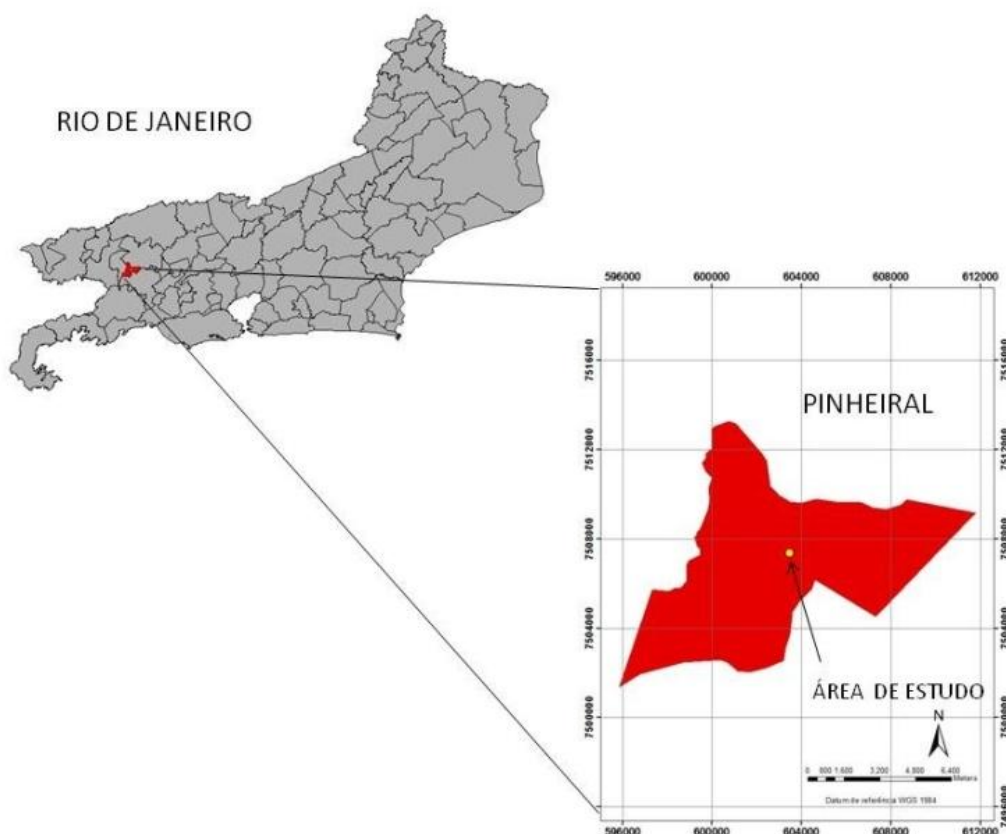


Figura 1: Área de estudo pertencente ao Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ), Campus Nilo Peçanha, no município de Pinheiral – RJ, bacia do rio Paraíba do Sul.

Os solos Argissolo Vermelho-Amarelo, Latossolo Amarelo e Argissolo Vermelho-Amarelo Planossólico predominam nas áreas elevadas e o Gley Húmico nas baixadas (MENEZES, 1999).

O clima segundo Köppen, é Cwa, temperado de inverno seco e verão chuvoso, e tipo Am, clima tropical chuvoso, de monção, com inverno seco, segundo dados da Estação Meteorológica de Pirai e da Estação Ecológica de Pirai (OLIVEIRA, 1998).

A temperatura média anual é de 20,9°C, apresenta máxima de 30-33°C em dezembro e janeiro, e mínima de 12-13°C em julho. A umidade relativa do ar é superior a 80% na maior parte do ano. A precipitação média anual varia entre 1300 a 1500 mm ano⁻¹, com excedente hídrico entre os meses de dezembro e março e escassez entre julho a setembro (INMET, 1992).

O relevo varia de ondulado a forte ondulado, com altitude mínima de 360 m (várzea do Paraíba do Sul/ foz do ribeirão Cachimbal), atingindo o ponto mais alto na serra do arrozal a 720m. As encostas apresentam poucos topos de morros aplainados e várzeas estreitas (OLIVEIRA, 1998).

O domínio ecológico Mata Atlântica na região apresenta-se como Floresta Estacional Semidescidual Submontana (IBGE, 1992). Em função dos usos pretéritos do solo, os ecossistemas foram classificados como pastagens perturbadas de baixa produtividade, entremeados por pequenos fragmentos florestais em fases iniciais de sucessão (TOLEDO & PEREIRA, 2004).

3.2. Amostragem

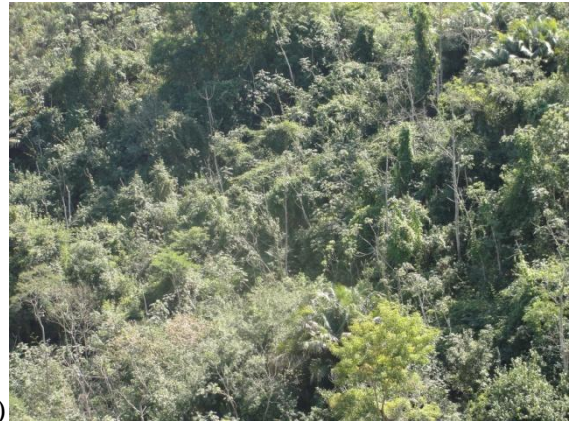
3.2.1. Sítios amostrais

As quatro áreas apresentam meio físico similares: declividade média de 55%, feição côncava predominante, altitude média de 418 m, face de exposição sul-sudoeste, localizada no terço médio da topossequência e Latossolos Amarelos distróficos.

Os sítios apresentam diferentes fases de sucessão ecológica, sendo evidenciado na tabela 1: Sítio 1 - pastagem perturbada e abandonada (0,2 ha) com solo exaurido após pastoreio extensivo erradicado a 8 anos, presença de fogo ocasionais, colonização inicial de *C. urceolata* (poucos indivíduos jovens) (MIRANDA, 2012) (Figura 2A); Sítio 2 – capoeira com dominância fitofisionômica de *C. urceolata*, com aproximadamente 0,024 ha. (Figura 2B), abandonada aos processos sucessionais a 10 anos, mínima ocorrência de incêndios e pastoreio extensivo praticamente inexistente (MIRANDA, 2012); Sítio 3 - capoeirão com dominância fitofisionômica de *C. urceolata* e *Cecropia pachystachya*, com aproximadamente 0,024 ha, tempo de restauração espontânea de 15 anos, não há registro de incêndios recentes (MIRANDA, 2012) (Figura 3A); Sítio 4 - fragmento florestal com aproximadamente 1 ha, composto por espécies pioneiras e secundárias iniciais e caracterizado com estratos diferenciados (ervas, arbustos e árvores de pequeno porte) e grande quantidade de lianas. Tempo de restauração de 30 anos e sem registro de incêndios e pastoreio (MIRANDA, 2012) (Figura 3B).



A) B)
Figura 2: A) Sítio 1- pastagem abandonada. B) Sítio 2- capoeira com predominância da espécie *Clidemia urceolata*.



A) B)
Figura 3: A) Sítio 3- capoeirão com dominância fitofisionômica de *C. urceolata* e *Cecropia pachystachya*. B) Sítio 4- fragmento florestal.

Tabela 1: Características fisionômicas e florísticas dos diferentes estágios de restauração espontânea a partir da colonização e facilitação da *Clidemia urceolata* : idade e Espécies do estrato arbustivo-arbóreo.

	Sítio 1	Sítio 2	Sítio 3	Sítio 4	Fontes
Idade(anos)	3	10	15	30	MIRANDA, 2012
Espécies do estrato arbustivo-arbóreo	x	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul (3); <i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos (1); <i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld (1); <i>Psidium guineense</i> Sw. (1); <i>Rapanea ferruginea</i> (Ruiz & Pav.) Mez (1)	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul (17); <i>Casearia sylvestris</i> Sw.(3)	<i>Siparuna guianensis</i> Aubl. (25); <i>Cecropia pachystachya</i> Trécul (16); <i>Sparattosperma leucanthum</i> (Vel.) K. Schum (6); <i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi* (5); <i>Casearia sylvestris</i> Sw. (3); <i>Eugenia cf. florida</i> DC. (2); <i>Astrocaryum aculeatissimum</i> (Schott) Burret (2); <i>Casearia sp.</i> (1); <i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer (1); <i>Miconia prasina</i> (Sw.) DC. (1)	MIRANDA, 2012
N. espécies	0	5	2	10	MIRANDA, 2012
N. de indivíduos	0	7	20	62	MIRANDA, 2012

3.2.2. Quantificação da serrapilheira acumulada

A serrapilheira acumulada foi quantificada por meio de 12 amostras coletadas por sorteio em 4 sub-parcelas de 0,25X0,25m (Figura 5) no centro das 16 subparcelas dentro de cada uma das 12 parcelas de 1m² por sítio amostral (Figura 4). Esta sub-divisão objetivou reduzir o efeito de borda causado pela circulação da equipe nos levantamentos de campo. As coletas foram realizadas com o auxílio de um coletor de 0,25x0,25m (Figura 6) nos meses de agosto de 2011 (período seco) e janeiro de 2012 (período úmido).

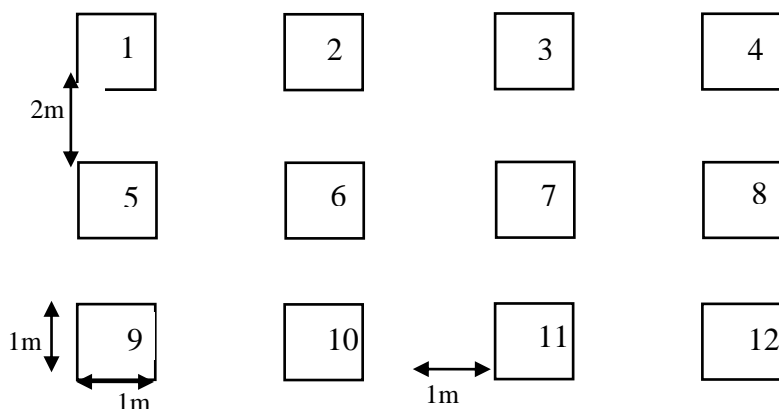


Figura 4: Esquema das parcelas nos sítios amostrais.

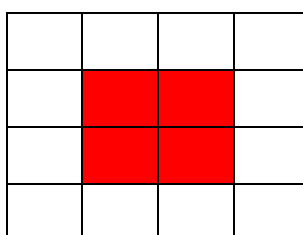


Figura 5: Croqui de uma parcela sub dividida em 16 sub parcelas, sendo realizado o sorteio nas sub parcelas centrais.



Figura 6: Coletor de serrapilheira acumulada no solo.

A serrapilheira coletada foi acondicionada em sacos plásticos (Figura 7), identificada e levada ao Laboratório de Manejo de Bacias Hidrográficas/UFRRJ, onde foram retirados os sedimentos de solos. O material foi seco em estufa (BRASDONTO MODELO 5) a 70°C, até adquirir peso constante e pesado em balança (BEL) (0,001g) (Figura 10). Os valores médios de serrapilheira acumulada total foram transformadas para $t.ha^{-1}$.



Figura 7: Coleta da serrapilheira acumulada e acondicionamento em saco plástico.

3.2.3. Capacidade de retenção de umidade

A capacidade de retenção de umidade da serrapilheira acumulada foi determinada por meio das 12 amostras coletadas por sorteio em 4 sub-parcelas de 0,25 X 0,25m (Figura 5) no centro das 16 subparcelas dentro de cada uma das 12 parcelas de 1m² por sítio amostral (Figura 4). Esta sub-divisão objetivou reduzir o efeito de borda causado pela circulação da equipe nos levantamentos de campo. As coletas foram realizadas com o auxílio de um coletor de 0,25 X 0,25m (Figura 6) nos meses de agosto de 2011 (período seco) e janeiro de 2012 (período úmido).

O material foi analisado segundo o método de Blow (1955), que consiste na submerção da amostra em água durante 90 minutos (Figura 8), depois foi retirado, drenado naturalmente por 30 minutos em bandejas com 30% de declividade (Figura 9). Posteriormente as amostras foram pesadas em balança (BEL) (0,001g) e levadas à estufa (BRASDONTO MODELO 5) a 70°C até que atingissem peso constante (Figura 10), determinando a massa seca. Para determinar o valor da capacidade de retenção hídrica (CRH) foi utilizada a Fórmula abaixo (Equação 1):

$$CRH(\%) = [(MU - MS) \div MS] \times 100 \quad (1)$$

Onde:

CRH = capacidade de retenção de umidade em porcentagem (%);

MU = massa úmida (g);

MS = massa seca (g).



Figura 8: Imersão da serrapilheira em água por 90 minutos para encharcamento da amostra



Figura 9: Dreno do excedente por 30 minutos em bandejas dispostas com 30% de declividade



Figura 10: Pesagem da serrapilheira e acondicionamento em estufa.

3.3. Análise Estatística

Os dados foram submetidos a testes de normalidade (teste de Lilliefors) e teste de homogeneidade (teste de Bartlett) (ZAR, 1999). Para avaliar as possíveis diferenças da serrapilheira acumulada e da capacidade de retenção de umidade entre os quatro ambientes e, também, entre as diferentes épocas analisadas, foi utilizada a análise de variância fatorial (ZAR, 1999). Dessa forma, a análise da serrapilheira acumulada foi efetuada em fatorial 4 x 2 (4 sítios amostrais e 2 épocas do ano) com 12 repetições. Para aqueles dados em que a análise de variância mostrou a existência de diferença significativa, se aplicou o teste *a posteriori* de Tukey a 5% (ZAR, 1999). Todos os testes foram processados no programa SAEG 9.1.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Serrapilheira acumulada

O somatório da serrapilheira acumulada em todos os tratamentos foi de 14,2 t/ha, tendo como valor médio 3,55 t/ha. A maior média anual foi observada no fragmento florestal (S4) (6,18 t/ha), seguido pelo capoeirão com dominância fitofisionômica de *Clidemia urceolata* e *Cecropia pachystachya* (S3)(3,82 t/ha), capoeira com predominância da espécie *Clidemia urceolata* (S2)(2,68 t/ha), sendo o menor valor encontrado na pastagem abandonada com níveis incipiente de colonização de *Clidemia urceolata* (S1) (1,52 t/ha) ($F = 87,660$ e $P < 0,001$) (Tabela 2). A quantidade média de serrapilheira acumulada no inverno (estação seca) foi de 3,45 t/ha, enquanto no verão foi de 3,65 t/ha, não apresentando diferença significativa ($F = 0,00$ e $P > 0,05$) (Tabela 2).

Tabela 2: Peso seco da serrapilheira (t/ha) nos quatros sítios amostrais (pastagem, capoeira, capoeirão e fragmento florestal) em diferentes estações (inverno e verão) estudados no município de Pinheiral, RJ.

Ambientes	Período		Média (Ambiente)
	Inverno	Verão	
	-----t/ha-----		
Pastagem (S1)	1,89 ±0,89 aC	1,14 ±0,46 bD	1,52 ±0,79 D
Capoeira (S2)	2,49 ±0,63 aC	2,86 ±0,67 aC	2,68 ±0,67 C
Capoeirão (S3)	3,56 ±0,73 aB	4,09 ±1,28 aB	3,82 ±1,05 B
Fragmento Florestal (S4)	5,87 ±1,62 aA	6,49 ±1,89 aA	6,18 ±1,75 A
Média (estações)	3,45 ±1,83 a	3,65 ±2,29 a	Media Total = 3,55

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, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observou-se que 97% do material formador da serrapilheira acumulada da pastagem abandonada com níveis incipiente de colonização de *Clidemia urceolata* (S1) foi constituído por fração folha (folhas, colmos e hastes) e 3% de outros. Na capoeira com predominância da espécie *Clidemia urceolata* (S2) a predominância foi da fração folha, com 78%, seguido pelos galhos 18% e outros 4%. No capoeirão com dominância fitofisionômica de *Clidemia urceolata* e *Cecropia pachystachya* (S3) foi encontrado o predomínio da fração folha 74%, seguido pelos galhos 22% e outros 4%. No fragmento florestal (S4) a fração folha também constituiu a maior porcentagem, com 71%, sendo galhos com 18% e outros com 11%. Em todos os tratamentos foram observadas diferença significativa em relação às frações folhas, galhos e outros, quando comparadas sazonalmente (inverno e verão) (Tabela 3). No S2 e S3 grande parte da serrapilheira acumulada foi composta por partes (folhas, galhos, frutos) da espécie *C. urceolata*. Esses dados estão de acordo com Miranda (2012), que encontrou nos levantamentos florísticos e fitossociológicos dos mesmos sítios amostrais a predominância da *C. urceolata*.

Tabela 3: Peso seco das frações folha, galhos e outros da serrapilheira (t/ha) nos quatro sítios amostrais (pastagem, capoeira, capoeirão e fragmento florestal) em diferentes estações (inverno e verão) estudados no município de Pinheiral, RJ.

Ambiente	Frações									Total
	Folha			Galhos			Outros			
	Período		Média	Período		Média	Período		Média	
	Inverno	Verão		Inverno	Verão		Inverno	Verão		
Pastagem (S1)	1,85	1,11	1,48 C (97%)	0,00	0,00	0,00 C (0%)	0,04	0,03	0,035 C (3%)	1,52 D
Capoeira (S2)	2,05	2,15	2,10 C (78%)	0,34	0,61	0,48 B (18%)	0,10	0,10	0,10 BC (4%)	2,68 C
Capoeirão (S3)	2,90	2,72	2,81 B (74%)	0,50	1,20	0,85 AB (22%)	0,16	0,17	0,16 B (4%)	3,82 B
Fragmento Florestal (S4)	4,23	4,48	4,36 A (71%)	1,03	1,25	1,14 A (18%)	0,60	0,76	0,68 A (11%)	6,18 A
Média (estações)	2,76 a	2,62 b		0,47 a	0,77 b		0,23 a	0,27 b		

As médias seguidas pela mesma letra minúscula na horizontal não diferem entre si e as médias seguidas pela mesma letra maiúscula na vertical não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Retenção de umidade

A capacidade de retenção de umidade média dos tratamentos foi equivalente a 290,01%. A capoeira com predominância da espécie *Clidemia urceolata* (S2) apresentou maior capacidade de retenção de umidade (350,89%), seguida pelo capoeirão com dominância fitofisionômica de *Clidemia urceolata* e *Cecropia pachystachya* (S3) (296,39%) e fragmento florestal (S4) (283,68%), sendo o menor valor encontrado na pastagem abandonada com níveis incipiente de colonização de *Clidemia urceolata* (S1) (229,06%) ($F = 38,560$ e $P < 0,001$) (Tabela 4). A capacidade de retenção de umidade apresentou uma média de 263,92% no inverno (estação seca), enquanto no verão (estação chuvosa) a média foi de 316,08% ($F = 40,220$ e $P < 0,001$) (Tabela 4).

A quantidade de serrapilheira acumulada em florestas tropicais varia em torno de 2,1 a 12,5 t.ha⁻¹, sendo difíceis comparações precisas por depender de diversos fatores, como a produção de serrapilheira, qualidade do substrato, declividade do terreno, e pelas diferentes metodologias empregadas (SPAIN, 1984).

Tabela 4: Capacidade de Retenção de umidade (%) da serrapilheira acumulada nos quatro sítios amostrais (pastagem, capoeira, capoeirão e fragmento florestal) em diferentes estações (inverno e verão) estudados no município de Pinheiral, RJ.

Ambiente	Período		Média (Ambiente)
	Inverno	Verão	
Pastagem (S1)	220,29 ±28 aC	237,82 ±33 bC	229,06 ±31 C
Capoeira (S2)	326,62 ±32 aA	375,16 ±66 bA	350,89 ±56 A
Capoeirão (S3)	262,86 ±44 aB	329,92 ±46 bB	296,39 ±56 B
Fragmento Florestal (S4)	245,89 ±25 aB	321,46±29 bB	283,68 ±47 B
Média (estações)	263,92 ±51 a	316,08 ±67 b	Media Total = 290

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, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O maior estoque de serrapilheira acumulada presente no S4 possivelmente esteja associado a sua fase sucessional mais avançada (mesmo estando no estágio inicial de sucessão), maior idade, tipologia mais densa da vegetação, diversa e estratificada cobertura florestal comparada aos demais sítios. Miranda (2012), avaliando esses mesmos sítios amostrais, observou que o S4 apresentou maior produção de serrapilheira, menor constante de decomposição, maior tempo de meia vida, maior cobertura de copa, fatores que aumentam o estoque de serrapilheira acumulada.

Borém & Ramos (2002), estudando uma Floresta Ombrófila Densa, no município de Silva Jardim-RJ, encontraram a média do estoque total de serrapilheira de 7,06 t ha⁻¹, variando de acordo com a fase da toposequência e o período (fim da estação seca e fim da estação chuvosa). Apesar da diferença na tipologia da floresta, a quantidade do estoque de serrapilheira acumulada encontrada pelos autores foi próxima do valor encontrado para S4.

A diferença entre o S3 e S2, está relacionada ao fato de S3 apresentar maior presença de espécies arbóreas, maior idade e maior cobertura de copa (MIRANDA, 2012). O S3 apresentou maior porcentagem de galhos e menor porcentagem de folha, quando comparado a S2. A fração galhos apresenta maior peso em relação às folhas. Segundo Spain (1984), as variações na camada de serrapilheira em florestas tropicais esta relacionada à sazonalidade da produção de serrapilheira e à natureza do clima e dos organismos decompositores. O S2 apresenta uma serrapilheira mais homogênea quando comparado ao S3, sendo necessária menor diversidade de organismos decompositores para degradar a serrapilheira do S2.

Como os fatores do meio físico e climático em nível de meso escala são similares na região, um dos principais fatores que podem estar influenciando nas diferenças de serrapilheira acumulada dos tratamentos S3 e S2 em comparação a S1 são suas distintas coberturas vegetais, presença da *Clidemia urceolata*, considerando seus diferentes níveis de densidade. Segundo Fernandes *et al.* (2006) o acúmulo de serrapilheira é regulado pelo tipo de vegetação, estágio sucessional e ciclo fisiológico. Dependendo das características de cada ecossistema, um determinado fator pode prevalecer sobre os demais (FIGUEIREDO FILHO *et al.*, 2003).

O menor estoque de serrapilheira acumulada encontrado no S1 também esta relacionado com os usos realizados na área e ao seu estado de conservação. A serrapilheira do tratamento S1 é composta praticamente por folhas (folhas, colmos e hastes), o que o torna mais leve, sendo arrastado mais facilmente pelas fortes chuvas de verão, evidenciando que no verão a quantidade acumulada foi menor do que no inverno. Segundo Soria *et al.* (2003) grande parte do capim-colonião é constituído de colmos e hastes, os quais provavelmente possuem maior quantidade de lignina, que é a substância mais resistente à decomposição (FROUFE, 2003). Segundo Larcher (2004) leguminosas e gramíneas possuem baixa relação

C/N, determinando em uma maior velocidade de decomposição dos tecidos vegetais. Entretanto, o colmo e hastes do capim-colonião são mais lignificados, e por isso demoram mais para decompor-se, visto que, quase todo material acumulado na pastagem deve-se basicamente as suas estruturas e não as folhas.

Quando comparadas as médias de inverno e verão não foi encontrada diferença significativa, tal característica pode ser responsável pela uniformidade da camada de serrapilheira acumulada durante o ano, o que segundo Poggiani & Schumacher (2000) é fundamental na proteção do solo. Segundo Tienne (2004), esse comportamento indica uma degradabilidade mais homogênea em épocas distintas quanto à temperatura e precipitação.

De acordo com os dados do INMET (1992), a temperatura média e a disponibilidade hídrica no inverno são menores que no verão. A menor disponibilidade hídrica proporciona diminuição da população dos artrópodes, assim como na mudança de comportamento dos decompositores (responsáveis diretos pela fragmentação da serrapilheira), que movimentam-se em áreas profundas do solo (PRIETO *et al.* 1999; SANCHES *et al.* 2009), reduzindo a decomposição e promovendo acúmulo da serrapilheira.

No verão, a maior temperatura e disponibilidade hídrica proporcionam decomposição da serrapilheira acumulada (SANCHES *et al.*, 2009). Entretanto, no período de verão, Miranda (2012), constatou aumento na produção de serrapilheira nesses sítios, fato este que foi atribuído à ação mecânica de ventos e da chuva e a predominância de espécies pioneiras. Em fragmentos de Mata Atlântica Montana na região norte fluminense, a produção de serrapilheira na estação chuvosa foi três vezes maior em relação à estação seca (CUNHA *et al.*, 2000).

Quanto a diferença significativa da serrapilheira acumulada no S1, entre as estações avaliadas, pode estar relacionada com a presença de fortes chuvas no verão, pois o S1 não apresenta cobertura florestal para proteção de solo, sendo o mesmo lavado pelas fortes enxurradas e perdendo serrapilheira acumulada. Alguns valores de serrapilheira acumulada encontrados pelo mundo estão descritos na tabela 5.

Em relação as frações encontradas na serrapilheira acumulada, a fração folha foi a mais representativa com valor médio de 75% (S2, S3 e S4), seguida por galhos e outros. Estes valores correspondem aos observados em outras latitudes em ecossistemas naturais, sendo em média 60 – 80% do total da serrapilheira produzida anualmente para a fração (SWAMY & PROCTOR, 1994; DOMINGOS *et al.*, 1990). Os resultados encontrados nesse estudo são similares aos encontrados por Pires *et al.* (2006), que estudando uma restinga da ilha do mel no Paraná, encontrou valores de 81% para fração foliar (folhas, frutos e flores) e Sanches *et al.* (2009), que pesquisando numa região de transição entre floresta tropical úmida e o cerrado no estado de Mato Grosso, encontrou valores médios de 69 a 78% em 2002 e 73 a 85% em 2003 para a fração foliar.

Tabela 5: Estoque de serrapilheira acumulada (t/ha) em algumas florestas tropicais úmidas.

Ecosistema/Local	Serrapilheira acumulada	Fontes
Floresta de Restinga		
SP- Ilha do Cardoso	3,6	Moraes <i>et al.</i> (1998; 1999)
PR – Ilha do Mel	5,5	Pires <i>et al.</i> (2006)
Floresta Atlântica		
SP- Guarujá	10,9	Varjabedian & Pagano (1989)
SP- Cubatão/ Secundária		
menos poluída - rio Pilões	3,9	Leitão-Filho <i>et al</i> (1993)
mais poluída - rio Mogi	4,1	Leitão-Filho <i>et al</i> (1993)
SP- Ilha do Cardoso	3,2	Moraes <i>et al.</i> (1998; 1999)
RJ - Campo dos Goytacazes		
Floresta à 50 m altitude	6,1	Mazurec & Villela (1998)
Floresta à 200 m altitude	7,4	Mazurec & Villela (1998)
Floresta Estacional		
SP - Rio Claro	5,7	Pagano (1989)
SP- Jundiá	5,5	Morellato (1992)
SP- Anhembi	8,6	César (1993)
SP - Araras	8,2	Diniz & Pagano (1997)
RJ - São Francisco de Itabapoana/ Floresta Atl. de Tabuleiro		
sem corte seletivo recente	20,0	Villela <i>et al</i> (1998)
com corte seletivo	17,5	Villela <i>et al</i> (1998)
Floresta Amazônica		
PA - Belém/ Terras Baixas	6,6	Klinge (1977)
RR - Ilha de Maracá: Terras Baixas	4,6	Scott <i>et al.</i> (1992)
PA - Terras Baixas	7,2	Smith <i>et al.</i> (1998)
Outras Formações Tropicais		
SP - Jundiá/ Floresta de Altitude	5,5	Morellato (1992)
Jamaica – Floresta úmida de encosta primária	4,3	McDonald & Healey (2000)
secundária	2,7	McDonald & Healey (2000)

*Citados por Pires *et al.*,(2006)

A maior capacidade de retenção de umidade do S2 pode estar relacionada ao seu maior percentual de folhas, predomínio da espécie *Clidemia urceolata*, qualidade da serrapilheira, estado de decomposição e superfície específica. Segundo Melos *et al.* (2009), o maior grau de decomposição da serrapilheira, aumenta a capacidade de retenção de umidade. Esta situação mostra que a evolução atingida pela composição das espécies presentes no tratamento S2, em relação a capacidade de retenção de umidade da serrapilheira acumulada, em apenas 10 anos, já apresenta melhores condições do que o tratamento S4, representando um bom indicativo para a restauração. Segundo Vallejo (1982), a capacidade de retenção de umidade não depende apenas do peso seco acumulado da serrapilheira, mas das características individuais de cada tipo de material e possivelmente do seu estado de decomposição.

Entre o S3 e S4 não foi encontrada diferença significativa, fato este que pode evidenciar a evolução do tratamento S3, pois o mesmo apresentou menor estoque de serrapilheira e de acordo com Miranda (2012), maior constante de decomposição, maior

presença da espécie *Clidemia urceolata* e menor diversidade de espécies. O tratamento S4 por sua vez apresentou menor porcentagem de folhas e maior heterogeneidade, fração esta que apresenta maior capacidade de retenção de umidade. O S4 apresenta maior evolução, neste caso a serrapilheira desempenha um papel fundamental na regulação dos processos hidrológicos superficiais (SATO, 2008), administrando melhor a água e fazendo com que entre no sistema, o que aumenta os fluxos sub-superficiais (OLIVEIRA, 1987), da maior oportunidade de uso pelas plantas, que ajudam a (re) construir os ecossistemas e promover celeridade aos processos de restauração.

O tratamento S1 apresentou menor capacidade de retenção de umidade devido a qualidade do seu material, ao estoque de serrapilheira composto na sua maioria por partes vegetais de gramíneas e ciperáceas, ao estágio de decomposição e considerando a cobertura vegetal (predominância de pastagem), que possibilita maior escoamento superficial e erosão laminar. Segundo Deus (1991) a serrapilheira de gramíneas apresenta um elevado valor de escoamento superficial, observada a razão entre o escoamento superficial e a precipitação.

Blow (1955), utilizando o mesmo método, encontrou valores entre 200% e 250% para serrapilheira acumulada de florestas de carvalho no Tennessee-EUA. Vallejo (1982) encontrou valores superiores a 300%, numa floresta latifoliada perene na área do maciço da Tijuca-RJ, Miranda (1992) encontrou valores de 200% para o ambiente de floresta ombrófila do maciço da Tijuca-RJ (200%), Montezuma (2005) encontrou valores de 260% para floresta secundária na floresta da Tijuca-RJ, o que se aproxima dos valores encontrados no presente estudo.

Esses dados confirmam a grande contribuição da serrapilheira acumulada do tratamento S2 na retenção de umidade. Isso, por sua vez, pode favorecer a criação de condições emergentes, nas áreas perturbadas, para a evolução do processo de restauração ecológica, pois a umidade é um fator fundamental para a germinação e estabelecimento das plantas.

Em relação aos diferentes períodos de coleta (inverno e verão), foi encontrada diferença significativa, o que pode estar relacionado à diferença de temperatura, precipitação, constante de decomposição, tempo de meia vida da serrapilheira, umidade relativa e superfície específica, fatores que segundo Voigt & Walsh (1976) estão relacionados ao fenômeno de absorção da serrapilheira acumulada. A serrapilheira acumulada se encontra num estágio mais avançado de decomposição no verão, o que segundo Vallejo (1982) as camadas parcialmente decompostas apresentam potenciais de retenção superiores as camadas não decompostas da serrapilheira acumulada. Costa *et al.* (2011), encontraram o mesmo padrão sazonal na variação da capacidade de retenção de umidade estudando uma Floresta de 50-70 anos, Pousio de 10-12 anos e Pousio de 4-7 anos em nova Friburgo - RJ.

5. CONCLUSÃO

A capacidade de retenção de umidade da serrapilheira acumulada do Sítio onde a *Clidemia urceolata* foi mais presente foi maior que os tratamentos onde esteve menos presente ou em fase menos vegetativa, evidenciando que interfere na qualidade do serviço ecossistêmico de restauração florestal, pois armazena umidade para os propágulos no seu estabelecimento e permite a maior recarga do solo para os ambientes mais desenvolvidos.

O aperfeiçoamento destas informações pode contribuir para técnicas de manejo da restauração florestal.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABER, J. D.; MELILO, J. M. **Terrestrial ecosystems**. Orlando: Reinhart Winston, 1978. 428p.
- ANDERSON, J. M.; INGRAM, J. S. I. **Tropical soil biology and fertility: A handbook of methods**. Wallingford: CAB International, 1993. 171p.
- ANDRADE, A. G.; CABALLERO, S. S. U.; FARIA, S. M. **Ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais**. Rio de Janeiro: Embrapa, 1999. 22p.
- ARAÚJO, R. S.; RODRIGUES, F. C. M. P.; MACHADO, M. R.; PEREIRA, M. G.; FRAZÃO, F. J. Aporte de serapilheira 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.
- 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.
- BORÉM, R. A. T.; RAMOS, D. P. Variação estacional e topográfica de Nutrientes na serapilheira de um Fragmento de mata atlântica. **Revista Cerne**, v.8, n.2, p.042-059, 2002.
- BRAY, J. R.; GORHAM, E. Litter production in forests of the world. **Advances in Ecology Research**, v.2, p.101-157, 1964.
- BUDOWSKI, G. Distribution of tropical american rain Forest species in the light of successional processes. **Turrialba**, v.15, p.40-42, 1965.
- CARVALHO, P. E. R. Técnicas de recuperação e manejo de áreas degradadas. In: Galvão, A. P. M. **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais**. Brasília: Embrapa, 2000. p.251-268.
- CATTELAN, A. J.; VIDOR, C. Sistemas de culturas e a população microbiana do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.14, p.125-132, 1990.
- 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 Botanica Brasilica**, São Paulo, v.20, n.1, p.49-59, 2006.
- 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, K. K. S.; SILVA, G.; SALGADO, J. C. R. S. S.; BERTOLINO, A. V. F. A.; BARROS, A. A. M. Fitossociologia, produção mensal e retenção hídrica da serrapilheira em fragmento de mata atlântica: são pedro da serra/RJ. **Revista Geográfica Acadêmica**, UFG, v.5, n.1, p.118-130, 2011.

CUNHA, G. M.; COSTA, G. S.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; VELLOSO, A. C. X. Produção de Serrapilheira em Florestas Naturais e Povoamento de Eucalipto no Entorno do Parque Estadual do Desengano – RJ. In: Reunião brasileira de fertilidade do solo e nutrição de plantas - FertBio 2000, 24., 2000, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBCS; UFSM, 2000. 1 CD-ROM.

DELITTI, W. B. C. Estudo de ciclagem de nutrientes: instrumentos para análise funcional de ecossistemas terrestres In: Esteves, F. A. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v.1, p. 469-486. 1995.

DEUS, E. **O papel da escavação das formigas do gênero *Atta* na hidrologia de encostas e áreas de pastagem – Bananal (SP)**. 1991. 135 f. Dissertação (mestrado) PPGG/IGEO/UFRJ, Rio de Janeiro.

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 a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu – SP: FEPAF, 2003. p.1-26.

FACELLI, J. M; FACELLI, E. Interactions after death: plant litter controls priority affects in a sucessional plant community. **Oecologia**, n.95, p.277-282, 1993.

FACELLI, J. M.; PICKETT, S. T. A. Plant litter: its dynamics and effects on plant community structure. **The Botanical Review**, n.57, p.1-32, 1991.

FERNANDES, M. M.; PEREIRA, M. G.; MAGALHÃES, L. M. S.; CRUZ, A. R.; GIÁCOMO, R. G. Aporte e decomposição de serapilheira em áreas de floresta secundária, plantio de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* benth.) e andiroba (*Carapa guianensis* aubl.) na flona mário xavier, RJ. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v.16, n.2, p.163-175, 2006.

FIGUEIREDO FILHO, A.; MORAES, G. F.; SCHAAF, L. B.; FIGUEIREDO, D. J. Avaliação estacional da deposição de serapilheira em uma Floresta Ombrófila mista localizada no Sul do estado do Paraná. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v.13, n.1, p.11-18, 2003.

FROUFE, L. C. M. **Decomposição de folhas de plantios de eucalipto e pupunha em um fragmento da mata Atlântica no norte Fluminense**. 2003. 142 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes.

GOLLEY, F.B. **Tropical rain Forest ecosystems: structure and function**. Amsterdam: Elsevier, 1983. 392p.

GÓMEZ-POMPA, A. G.; VASQUEZ-YANES, C. V. Sucessional studies of a rain forest in Mexico. In: WEST, D. C.; SHUGART, H. H.; BOTKIN, D. B. **Forest succession – concepts and application**. New York: Springer-Verlag Press, 1981. p.247-266.

GONÇALVES, J. L. M.; JUNIOR, L. R. N.; 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 – SP: FEPAF, 2003. p.111-163.

GONÇALVES, J. L. M.; MELLO, S. L. M. O sistema radicular das árvores. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF/FAPESP, 2000. p.219-267.

GOOSEM, S.; TUCKER, N. I. J. **Repairing the rain Forest**. Cairns: wet tropics management Authority, 1995. 72p.

HAAG, H. P. **Ciclagem de nutrientes em florestas tropicais**. Campinas: Fundação Cargil, 1985. 114p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recurso Naturais e Estudos Ambientais; 1992. 124p.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Normais Climatológicas (1961-1990)**. Brasília: SPI/EMBRAPA, 1992. 84p.

JACKSON, J. F. Seasonality of flowering and leaf-fall in a Brazilian subtropical lower montane moist forest. **Biotropica**, v.10, n.1, p.38-42, 1978.

JORDAN, C. F. **Nutrient cycling in tropical forest ecosystems. Principles and their application in management and conservation**. John Wiley & Sons, New York, 1985.

KIMMINS, J. P. **Forest ecology**. New York: Macmillan Publishing Company, 1987. 53p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RIMA, 2004. 531p.

LOURENÇO, R. S.; MEDRADO, M. J. S.; NIETSCHKE, K.; FILHO, F. E. S. Influência da cobertura morta na produtividade da erva-mate. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n.43, p.113-122, 2001.

MARTINS, S. V. **Recuperação de matas ciliares**. Viçosa–MG: Aprenda Fácil, 2001.143p.

MARTINS, S. V.; RODRIGUES, R. R. Produção de serapilheira em clareiras de uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.22, n.3, p.405-412, 1999.

MEGURO, M.; VINUEZA, G. N.; DELITTI, W. B. C. Ciclagem de nutrientes minerais na Mata Mesófila secundária. Produção e conteúdo de nutrientes minerais do folheto. **Boletim de Botânica**, São Paulo, v.7, p.61-67, 1979.

MELOS, A. R.; SATO, A. M.; NETTO, A. L. C. Capacidade de retenção hídrica da serrapilheira em plantios de eucalipto: médio vale do rio Paraíba do Sul. II Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: Recuperação de Áreas Degradadas, Serviços Ambientais e Sustentabilidade, Taubaté – SP. **Anais...** São Paulo, IPABHi, p.109-116, 2009. (doi:10.4136/serhidro.15).

MENEZES, C. E. G. **Diagnóstico de degradação do solo em função da topografia e cobertura vegetal no município de Pinheiral**. 1999. 186 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

MENEZES, C. E. G. **Integridade de paisagem, manejo e atributos do solo no Médio Vale do Paraíba do Sul, Pinheiral-RJ**. 2008. 164 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

MIRANDA, C. C. **Funcionalidade de núcleos de *Clidemia urceolata* DC. na recuperação de ambientes perturbados da Mata Atlântica**. 2012. 154 f. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

MIRANDA, C. C.; COUTO, W. H., VALCARCEL, R.; NUNES-FREITAS, A. F. N.; FRANCELINO, M. R. Avaliação das preferências ecológicas *Clidemia urceolata* DC. em ecossistemas perturbados. **Revista Arvore**, v.35, n.5, p.1135-1144, 2011.

MIRANDA, J. C. **Intercepção das chuvas pela vegetação florestal e serrapilheira nas encostas do Maciço da Tijuca: Parque Nacional da Tijuca, RJ**. 1992. 100 f. Dissertação (mestrado) PPGG/IGEO/UFRJ, Rio de Janeiro.

MITCHELL, H. H.; TEEL, M. R. Winter annual cover crops for no-tillage corn production. **Journal Madison**, v.69, p.569-573, 1977.

MONTEZUMA, R. C. M. **Produção e reabilitação funcional do piso florestal em clareira de deslizamento – Parque Nacional da tijuca, Rio de Janeiro**. 2005. 282 f. Tese (Doutorado) PPGG/IGEO/UFRJ, Rio de Janeiro.

OLIVEIRA, J. A. **Caracterização Física da Bacia do Ribeirão Cachimbal - Pinheiral, RJ e suas principais paisagens degradadas**. 1998. 142 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

OLIVEIRA, R. R. **Produção e decomposição de serapilheira no Parque Nacional da Tijuca, RJ**. 1987. 107 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Departamento de Geografia. Instituto de Geociências, Rio de Janeiro.

OLSON, J. S. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. **Ecology**, v.44, n.2, p.322-331. 1963.

PIRES, L. A.; BRITZ, R. M.; MARTEL, G.; PAGANO, S. N. Produção, acúmulo e decomposição da serapilheira em uma restinga da Ilha do Mel, Paranaguá, PR, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.20, n.1, p.173-184, 2006.

POGGIANI, F. SCHUMACHER, M. V. Ciclagem de nutrientes em florestas nativas. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF/Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2000. 247p.

PORTES, M. C. G. O.; KOEHLER, A.; GALVÃO, F. Variação sazonal de deposição de serapilheira em uma Floresta Ombrófila Densa Altomontana no morro do Anhagava- PR. **Revista Floresta**, v.26, n.1/2, p.3-10, 1996.

PRIETO, T. D.; VÁZQUEZ, G. M. M.; RODRÍGUEZ, A. C. Comunidades de la mesofauna edáfica en una selva inundable de la Reserva de la Biosfera de Sian Kaan, Quintana Roo, México. **Revista de Biología Tropical**, v.47, p.489-492, 1999.

RENÓ, P. **A influência da Interceptação pela Serrapilheira no Processo de Reabilitação de Áreas de Empréstimo na Mata Atlântica**. 2008. 29 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

RODRIGUES, M. P. **Uso da infiltrabilidade como indicador de reabilitação de áreas de empréstimo**. 2005. 29 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

SANCHES, L.; VALENTINI, C. M. A.; BIUDES, M. S.; NOGUEIRA, J. S. Dinâmica sazonal da produção e decomposição de serrapilheira em floresta tropical de transição. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.2, p.183-189, 2009.

SATO, A. M. **Respostas Geo-Hidroecológicas Relacionadas à Substituição de Pastagens por Plantações de Eucalipto no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul: a interface biota-solo-água**. 2008. 160 f. Dissertação (mestrado) PPGG/IGEO/UFRJ, Rio de Janeiro.

SORIA, L. G. T.; COELHO, R. D.; HERLING, V. R.; PINHEIRO, V. Resposta do capim Tanzânia a aplicação do nitrogênio e de lâminas de irrigação. I: produção de forragem. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.3, p. 430-436, 2003.

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.

SWAMY, H. R.; PROCTOR, J. Litterfall and nutrient cycling in four rain forest in the Sringeri area of the Indian western Ghats. **Global Ecology and Biogeography Letters**, v.4, p.155-156, 1994.

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.

TIENNE, L. **Produção e decomposição de serrapilheira em diferentes tratamentos de reabilitação de áreas de empréstimo sob domínio ecológico da Mata Atlântica, RJ**. 2004. 46 f. Monografia apresentada para obtenção do título de Engenheiro Florestal. Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

TOLEDO, L. O.; PEREIRA, M. G. Dinâmica da deposição de serrapilheira em florestas secundárias do município de Pinheiral, RJ. **Revista Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.11, n.1, p.39-46, 2004.

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. **Laudo Técnico sobre reflorestamento ecológico no entorno dos reservatórios da LIGHT**. Rio de Janeiro: Convênio Fundação Prof. Waldemar Raythe Light, 1997. V.2.

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

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.

WHITE, P. S.; PICKETT, T. A. Natural Disturbances ad Patch Dynamics: An Introduction. In: PICKETT, T. A.; WHITE, P. S. **The Ecology of Natural disturbance and Patch Dynamics**. New York: Academic Press, 1985. p.3-13.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. 4^aed. New Jersey: Prentice-Hall, Inc. 1999. 663p.