



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

VICTÓRIA MARIA MONTEIRO MENDONÇA

**APORTE DE SERAPILHEIRA SOBRE DIFERENTES CONDIÇÕES GEOMORFOLÓGICAS
EM FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL SUBMONTANA - RJ**

Prof. Dr. MARCOS GERVASIO PEREIRA
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
NOVEMBRO – 2016



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

VICTÓRIA MARIA MONTEIRO MENDONÇA

**APORTE DE SERAPILHEIRA SOBRE DIFERENTES CONDIÇÕES GEOMORFOLÓGICAS
EM FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL SUBMONTANA - RJ**

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.

Prof. Dr. MARCOS GERVASIO PEREIRA
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
NOVEMBRO – 2016

**APORTE DE SERAPILHEIRA SOBRE DIFERENTES CONDIÇÕES GEOMORFOLÓGICAS
EM FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL SUBMONTANA - RJ**

VICTÓRIA MARIA MONTEIRO MENDONÇA

Monografia aprovada em 16 de novembro de 2016.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Marcos Gervasio Pereira – UFRRJ
Orientador

Msc. Gilsonley Lopes dos Santos – UFRRJ
Membro

Profa. Dra. Cristiana do Couto Miranda – IFRJ
Membro

DEDICATÓRIA

*A minha mãe e
Aos meus amigos.
Dedico*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado força, foco e sabedoria quando precisei, além de proteção e saúde.

A minha mãe, Sueli da Silva Monteiro, por ser o pilar da minha existência, sem ela nunca teria conseguido alcançar e concluir mais essa etapa da minha vida.

A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro pela experiência fantástica que tive durante esses seis anos de graduação e por proporcionar um ensino público e de qualidade.

Ao professor Marcos Gervasio Pereira, por ter sido o idealizador da monografia, pela orientação, paciência, confiança e pela amizade que foi construída ao longo desses anos.

Aos professores e técnicos da UFRuralRJ, pela contribuição na minha formação pessoal e profissional.

Ao pesquisador do IFRJ, Professor Carlos Eduardo Gabriel Menezes – Campus Nilo Peçanha - Pinheiral, pelos ensinamentos e colaborações na realização deste trabalho.

Aos membros da banca, Gilsonley Lopes Santos e Cristiana do Couto Miranda, pela contribuição valiosa nesse trabalho.

Aos membros do LGCS e LIEA: Gilsonley, Anderson, Sidiney, Elias, Sandra, Celeste, Paula Fernanda, Shirlei, Ana, Deyvid, Daniel e Tiago, pelo convívio, ajuda nos trabalhos de campo, análises, amizade, conversas e descontrações. Em especial ao meu “pai” Gilsonley, pela coorientação, parceria em todos os momentos, paciência louvável, dedicação e amizade.

Aos amigos que construí na turma de Engenharia Florestal 2011-I, sem eles meu caminho seria muito mais difícil.

A todos os integrantes da república Casa-bonita, em todas as suas versões: Roberta, Marianna, Henos, Taïna, Karen, Letícia, Barbara e Everton, pelos seis maravilhosos anos de convivência, risos, choros e apoio, onde pude construir uma nova família.

Ao Luís Fernando e Marina Xavier, desde o primeiro dia de Rural ao meu lado, sem a menor contestação. Simplesmente meus.

A Marianna, o melhor presente que pude ganhar, a melhor irmã que pude querer, hoje um dos meus pilares independente de onde eu vá nesse mundo. Mas, você mesma se superou e me deu um presente muito maior, obrigada a você e ao Henos por tudo e pela nossa Helena.

Ao Everton, o qual me fez conhecer o real significado de Parceria. Confessionário e parceria melhor não existe! Tenho você daqui para tudo que eu vá conquistar, desbravar e beber na minha humilde vida.

Ao Carlos Eduardo da Silveira, um super irmão, super amigo, você é o meu super em tudo na vida.

A Ana Carolina, a melhor, maior e mais bela flor que a Rural poderia ter plantado na minha vida, incondicionalmente. Meu sol.

A Taïna, cocacolazona você é vida e hoje complementa a minha vida.

Ao Artur e Beatriz, nos últimos períodos sempre deixando claro como nada é impossível, todo o apoio dado nessa reta final e tornando mais claro ainda como amizades puras surgem por um simples sorriso.

Ao meu companheiro José Henrique Camargo Pace, pelos momentos incríveis que passei durante os últimos períodos, por me fazer ver a vida muito mais colorida, apoio fundamental para a concretização dessa monografia e por ser o meu amor.

Aos meus filhos de quatro patas, Saga e Shiva. Só quem tem um companheiro desses entende. Tenho os melhores, além do carinho, companheirismo e muitas travessuras, cresci, aprendi a respeitar melhor a peculiaridade de cada ser e presenciar o amor incondicional.

E a todos que por falha da memória não foram citados, que contribuíram para minha formação acadêmica, realização desse trabalho e da graduação.

Obrigada!

RESUMO

A deposição da serapilheira no piso florestal é influenciada pelos fatores bióticos e abióticos nos quais os fragmentos florestais estão inseridos, sendo esta uma das maiores fontes de nutrientes para o solo. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a influência da variação das condições de relevo (pedoforma) no aporte de serapilheira e nos teores de nutrientes num fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Submontana, Pinheiral (RJ). Foram selecionadas duas pedoformas adjacentes com relevo do tipo convexa e côncava, sendo essas divididas em mini sítios (MS) quanto à variação da declividade e do gradiente topográfico. Foram instalados 5 coletores cônicos com área 0,2834 m² em cada MS. As coletas da serapilheira foram realizadas a cada 30 dias no decorrer de um ano. O material retido nos coletores foi triado quanto às frações: folhas, galhos, material reprodutivo e outros, para avaliar a proporção de cada fração na produção de serapilheira e os teores de nutrientes da fração folhas. O aporte e o teor de nutrientes de serapilheira são influenciados pela variação das condições de declividade e do gradiente topográfico. Já a produção ao longo do ano é influenciada pela variação das condições climáticas, sendo o maior aporte observado no final do período de maior estresse hídrico e os teores mais elevados de nutrientes no final do período chuvoso.

Palavras-chave: pedoforma, ciclagem de nutrientes, fragmentos florestais.

ABSTRACT

The deposition of leaf litter on the forest floor is influenced by biotic and abiotic factors where forest fragments are inserted, which is a major source of nutrients to the soil. The objective of this study was to evaluate the influence of the change in relief conditions (landform) in leaf litter contribution and nutrient content in a Submontane Seasonal Semi-deciduous Forest, Pinheiral (RJ). It were selected two adjacent landforms with relief convex and concave type, and these divided into small sites (MS) obeying the variation of the slope and topographic gradient. It were installed 5 tapered collectors with 0,2834 m² area in each MS. The collections of leaf litter were carried out every 30 days during a year. The material retained in the traps was separated as the fractions; leaves, twigs, reproductive and other material to assess the proportion of each fraction in the leaf litter production and nutrient content of the fraction leaves. The intake and leaf litter nutrient content are influenced by varying the conditions of slope and topographic gradient. The production over the year is influenced by changing climatic conditions, where the largest contribution was observed at the end of the period higher hydric stress and higher levels of nutrients at the end of the rainy period.

Keywords: landform, nutrient cycling, forest fragments.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1 Serapilheira.....	2
2.2 Tipos de Relevo.....	3
3. MATERIAL E MÉTODOS	4
3.1 Localização e caracterização da área de estudo	4
3.2 Condução do experimento	7
3.2.1 Seleção das áreas de estudo, coleta e processamento da serapilheira	7
3.2.2 Análises estatísticas dos dados	9
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	9
4.1 Aporte e teor de nutrientes da serapilheira	9
5. CONCLUSÕES	15
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	16

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Aporte e teor de nutrientes de serapilheira em diferentes pedoformas com Floresta Estacional Semidecidual Submontana, Pinheiral-RJ	10
Tabela 2: Aporte e teor de nutrientes de serapilheira em diferentes mini sítios com Floresta Estacional Semidecidual Submontana, Pinheiral-RJ.	11

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Formas de relevo. Fonte: Troeh (1965).....	4
Figura 2: Sub-Bacia hidrográfica do ribeirão Cachimbal, Pinheiral, RJ. Fonte: Santos, 2014.	5
Figura 3: Médias mensais de temperatura e de precipitação na sub-bacia do Ribeirão Cachimbal, no período de abril de 2013 a abril de 2014. Dados da estação meteorológica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, “Campus Pinheiral”.	6
Figura 4: Médias mensais de umidade e velocidade dos ventos na sub-bacia do Ribeirão Cachimbal, no período de abril de 2013 a abril de 2014. Dados da estação meteorológica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, “Campus Pinheiral”.	6
Figura 5: Área no entorno dos remanescentes estudados, região de “Mar de Morros”. Fonte: Pereira, M. G., 2013.....	7
Figura 6: Localização da unidade amostral na sub-bacia do ribeirão Cachimbal, Pinheiral-RJ. Fonte: Santos, 2014.....	8
Figura 7: A e B Instalação dos coletores cônicos na pedoforma côncava e na pedoforma convexa; C coleta do material retido nos coletores. Fonte: Menezes, C. E. G., 2013.....	8
Figura 8: Demonstração do processo de triagem do material formador da serapilheira, onde: a) folhas; b) galhos; c) material reprodutivo. Fonte: Machado, 2011.....	9
Figura 9: Médias mensais das frações aportadas. Fonte: Própria autora.	12
Figura 10: Médias mensais dos teores de nutrientes quantificados na fração folhas. Fonte: Própria autora.	13

1. INTRODUÇÃO

A serapilheira é composta por materiais de origem vegetal (folhas, galhos, cascas e material reprodutivo) e de origem animal (material fecal e resíduos de animais) acumulados no piso florestal (CUNHA NETO et al., 2013; ALONSO et al., 2015). A deposição da serapilheira no piso florestal ocorre ao longo do ano, sendo essa produção influenciada pelos fatores bióticos e abióticos, como: tipo de vegetação, estágio sucessional, deciduidade, altitude, relevo, precipitação, temperatura, luminosidade, características do solo e disponibilidade hídrica (LEITÃO-FILHO et al., 1993; CALDEIRA et al., 2008; GODINHO et al., 2013; LIMA et al., 2015).

A serapilheira indica a capacidade produtiva da floresta relacionando os nutrientes disponíveis com as necessidades nutricionais de cada espécie arbórea, sendo a maior fonte de aporte de nutrientes no solo. O acúmulo de nutrientes no solo associado às necessidades nutricionais das plantas resulta na ciclagem de nutrientes, processo responsável pelas trocas de nutrientes entre os seres vivos e o ambiente, sendo assim fundamental na relação entre a vegetação e o solo (FIGUEIREDO FILHO et al., 2003; VITAL et al., 2004; PINTO et al., 2008; MACHADO et al., 2015).

A camada formada pela serapilheira sobre o solo produz sombra e retém umidade, criando condições microclimáticas que influenciam na germinação das sementes e estabelecimento de plântulas, afirma Moraes et al. (1989). Para Alves et al. (2015), todo o material depositado também funciona como uma camada protetora do solo, que serve de abrigo para as diversas microespécies de fauna além de protegê-lo.

Estudos como Figueiredo-Filho et al. (2003) e Godinho et al. (2013), mostram que entre as frações que compõem a serapilheira, a fração foliar pode contribuir com mais de 70% do material, o que evidencia a importância dessa fração para a devolução de nutrientes ao solo. Assim, as folhas são responsáveis pela maior parte da transferência de nutrientes ao solo, com pouca variação em sua distribuição espacial e no seu conteúdo de nutrientes, tornando-se a mais adequada para comparação entre ecossistemas florestais (NEVES, 2012).

Após a deposição do material no piso florestal, o seu acúmulo na superfície do solo será regulado pela sua taxa de decomposição (MARTINS, 2009). Através da decomposição, a serapilheira libera para o solo os nutrientes essenciais para o desenvolvimento da vegetação, sendo, esse um papel elementar na ciclagem de nutrientes (RIBEIRO, 1998; PEREIRA et al., 2008; SANTOS NETO et al., 2015).

Segundo Godinho et al. (2013), ambientes com diversas características topográficas, são submetidos ao efeito direto da umidade, composição florística e pela oferta diferenciada de luz. Logo, o aporte de serapilheira e suas transformações são influenciados pelas condições climáticas, tipologia florestal e relevo. A topografia é um fator de formação do solo responsável por alterar sua umidade, a intensidade de ocorrência dos processos de erosão e lixiviação, o microclima e o nível do lençol freático (ARTUR et al., 2014).

Modelos de terreno de acordo com a pedoforma foram estabelecidos por Troeh, (1965), como lineares, côncavas e convexas, apresentando algumas variações. A curvatura, nessa classificação, serve de indicativo do grau de evolução do terreno e do grau de intemperismo. Schmiat et al. (2003) relatam que a curvatura de uma vertente relaciona-se diretamente com o teor de água no solo, fluxo convergente/divergente, taxa de erosão/deposição, transporte e acúmulo de minerais e material orgânico. Dessa forma o tipo de pedoforma pode influenciar a vegetação e conseqüentemente no aporte da serapilheira.

Esse estudo teve como objetivo avaliar a influência da variação das condições de relevo (pedoforma) no aporte e nos teores de nutrientes da serapilheira num fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Submontana, localizado em Pinheiral (RJ).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Serapilheira

A serapilheira é constituída de detritos vegetais (folhas, ramos, galhos, cascas, frutos e flores) e animais acumulados na superfície do solo. A sua formação gera um equilíbrio entre a produção e decomposição no sistema, onde a vegetação contém a grande maioria dos nutrientes disponíveis, sendo também a camada que comporta quase toda a atividade biológica (OLIVEIRA, 1987; BORÉM & RAMOS, 2002).

Uma das principais vias do ciclo biogeoquímico de nutrientes (fluxo no sistema solo-planta) é constituída pela produção de serapilheira junto com a devolução de nutrientes em ecossistemas florestais (VILLA, et al., 2016). Após a senescência, o material vegetal é submetido ao processo de decomposição e passa a integrar os componentes do solo (SANTOS, 2014).

A serapilheira é um dos principais meios para ocorrer à ciclagem de nutrientes, que consiste no retorno de elementos essenciais da planta para o solo. Os fatores que afetam a ciclagem de nutrientes estão intimamente ligados às condições climáticas e fenológicas, bem como aos aspectos ambientais e aos poluentes, variando de espécie para espécie (SCHUMACHER, 1992; POGGIANI e SCHUMACHER, 2000). Sabe-se, também, que a acumulação da serapilheira é variável de acordo com o ecossistema considerado e seu estágio sucessional (DELITTI, 1989).

Diferentes ecossistemas florestais depositam diferentes quantidades de serapilheira que também podem apresentar diferentes proporções de frações constituintes (FIGUEIREDO FILHO et al., 2003). De acordo com Haag (1985), essas diferenças advêm do ciclo biológico, das condições climáticas, entre outros fatores.

Após o aporte do material formador da serapilheira, o seu acúmulo na superfície do solo é regulado pela decomposição, sendo essa considerada uma das principais etapas da ciclagem de nutrientes. (MONTAGNINI & JORDAN, 2002; CORREIA & ANDRADE, 2008). A regulação das taxas de decomposição da serapilheira depende essencialmente das condições físicas e químicas do ambiente e da qualidade nutricional e orgânica do material aportado (CORREIA & ANDRADE, 2008; MACHADO et al., 2015).

O processo de decomposição é dinâmico, onde ocorre simultaneamente, a fragmentação física das estruturas, a sua transformação química, a síntese de novos compostos e o transporte dos produtos formados para os horizontes subsuperficiais do solo. (HEAL et al., 1997). Os microorganismos também possuem um papel fundamental no processo de ciclagem de nutrientes, atuando no processo de decomposição. A fauna do solo, no entanto, pode influenciar os processos do solo por meio de duas vias principais: diretamente, pela modificação física da serapilheira e do ambiente do solo; indiretamente, pelas interações com a comunidade microbiana (GONZÁLEZ et al., 2001).

O acúmulo desse material também contribui para interceptação da água da chuva no solo e conseqüentemente na dispersão das gotas, através do amortecimento, assim minimizando os efeitos erosivos. O processo de decomposição da serapilheira também é responsável pela ciclagem de nutrientes que exerce importante função na reabilitação de áreas degradadas, sendo também a responsável pelo armazenamento de água no solo (OLIVEIRA, 1987).

Segundo Selle (2007), a eficiência que uma floresta utiliza os nutrientes é definida como a quantidade de matéria orgânica perdida pelas plantas ou permanentemente estocada dentro das mesmas, por unidade de nutrientes perdido ou estocado. A serapilheira sendo a principal via de entrada de matéria orgânica e nutrientes é utilizada para comparar a eficiência da utilização dos nutrientes, em diferentes florestas.

Para Pinto et al. (2008) e Lima et al. (2015), a produção de serapilheira pode ser comprometida por muitos fatores bióticos e abióticos, como tipo de vegetação, altitude, latitude,

precipitação, temperatura, regimes de luminosidade, deciduidade da vegetação, estágio sucessional, disponibilidade hídrica e características do solo.

Dentre esses fatores, Bray e Gorham (1964) e Mason (1980) afirmaram que o clima é o mais importante. Observou-se que, temperaturas elevadas, maior duração no período de crescimento e maior quantidade de insolação constituem-se nos fatores climáticos mais relevantes para a produção da serapilheira (BRAY E GORHAM, 1964).

2.2 Tipos de Relevo

O estudo das formas de relevo, é de suma importância pela influência que possuem sobre fatores como o fluxo d'água, transporte de sedimentos, a natureza e a distribuição de plantas e animais, assim sendo uma expressão dos processos geológicos e do intemperismo (SOUZA, 2001; CONTO, 2013).

Ambientes com diversas características topográficas são submetidos ao efeito direto da umidade, composição florística e oferta diferenciada de luz, afirma Godinho et al. (2013). A topografia é um fator de formação do solo responsável por alterar sua umidade, a intensidade de ocorrência dos processos de erosão e lixiviação, seu microclima e o nível do lençol freático (ARTUR et al., 2014). Segundo Franzen et al. (2006), a posição que o solo está localizado na paisagem possui influência na variabilidade dos atributos.

O formato do terreno afeta os padrões da vegetação dentro de regiões climáticas, sendo que em áreas montanhosas esses padrões são intimamente relacionados aos padrões do terreno ao nível de microfeição (ISHIZAKI & OKITSU, 1988; HARA et al., 1996). Para Meilleur et al. (1992), a geomorfologia exerce influência na distribuição de grupos ecológicos, assim como a topografia e a drenagem.

O fator topográfico é um dos principais responsáveis pelas perdas de solo (FRANZMEIER, 1990). Esse fator representa o efeito combinado do comprimento e grau de declive da encosta. Na determinação do fator topográfico, deve-se também levar em consideração, a forma da encosta, pois assim, o entendimento das formas da paisagem auxilia na identificação das rotas preferenciais dos fluxos de água, bem como no entendimento da variabilidade espacial das propriedades do solo (SOUZA, 2001).

Modelos de terreno foram estabelecidos por Troeh, (1965), de acordo com a pedoforma, que podem ser lineares, côncavas e convexas, apresentando algumas variações (Figura 1). Por essa classificação, a curvatura serve de indicativo do grau de intemperismo e de evolução do terreno. O teor de água no solo, o fluxo convergente/divergente, taxa de erosão/deposição, transporte e acúmulo de minerais e materiais orgânicos relacionam-se diretamente com a curvatura de uma vertente (CONTO, 2013).

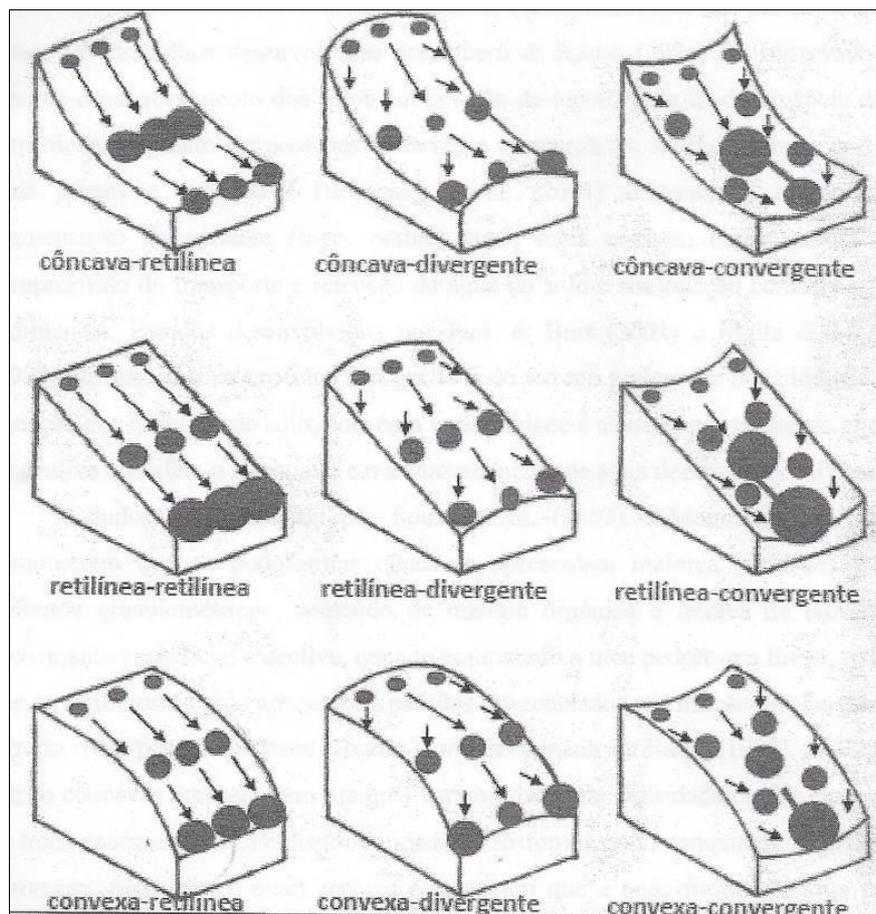


Figura 1: Formas de relevo. Fonte: Troeh (1965).

A erosão dos solos aumenta da pedoforma côncava para a convexa, passando pela linear que apresenta maior estabilidade. A pedoforma côncava apresenta ineficiente remoção de sedimentos, principalmente na base de suas encostas, sendo a forma de maior convergência de água, enquanto a convexa apresenta maior divergência de água (RESENDE, 1985).

Segundo Homeir et al. (2010), a elevação e topografia são fatores que provocam mudanças na estrutura da floresta e diversidade florística em florestas tropicais das regiões montanhosas ainda são pouco compreendidos, pois se tratam de gradientes indiretos que se correlacionam com diversos fatores ambientais, também inter-relacionados entre si.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado no município de Pinheiral, Rio de Janeiro, na região do Médio Paraíba Fluminense, na sub-bacia do ribeirão Cachimbal (Figura 2), localizado entre as latitudes 22°29'03'' e 22°35'27''S e entre as longitudes 43°54'49''W e 44°04'05''W.

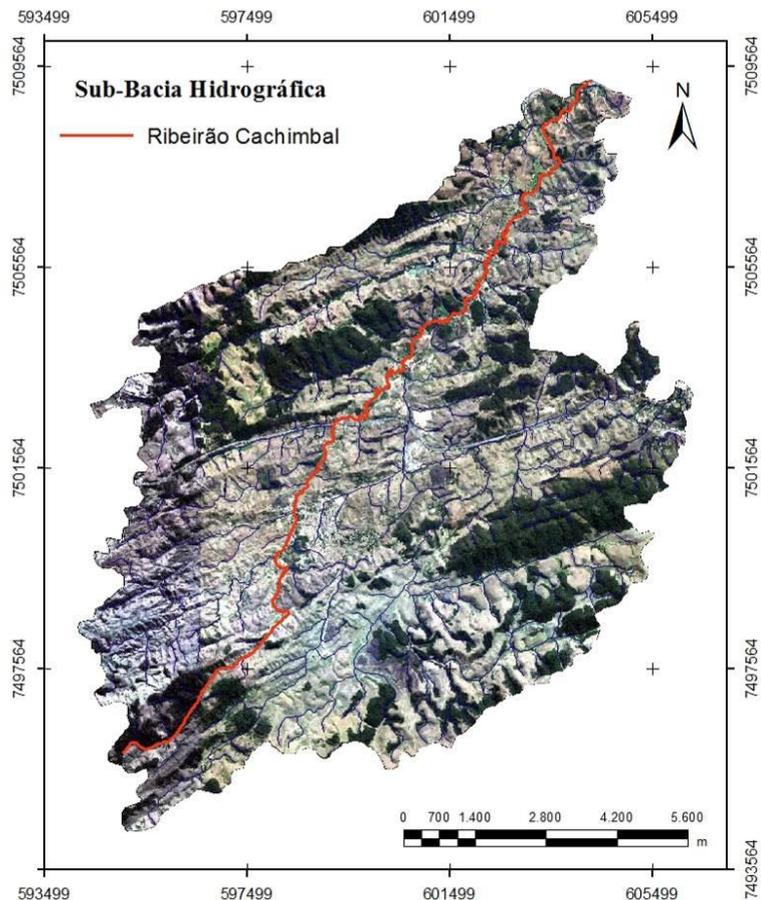


Figura 2: Sub-Bacia hidrográfica do ribeirão Cachimbal, Pinheiral, RJ. Fonte: Santos, 2014.

O clima da região é classificado como Am - clima tropical chuvoso com inverno seco e Cwa – clima temperado de inverno seco e verão chuvoso (KÖPPEN, 1948), com temperatura média anual de 21°C e precipitação média anual de 956,5 mm.

Nas figuras 3 e 4 são apresentados os dados mensais de temperaturas, precipitação, velocidade dos ventos e umidade, no período de abril de 2013 a abril de 2014.

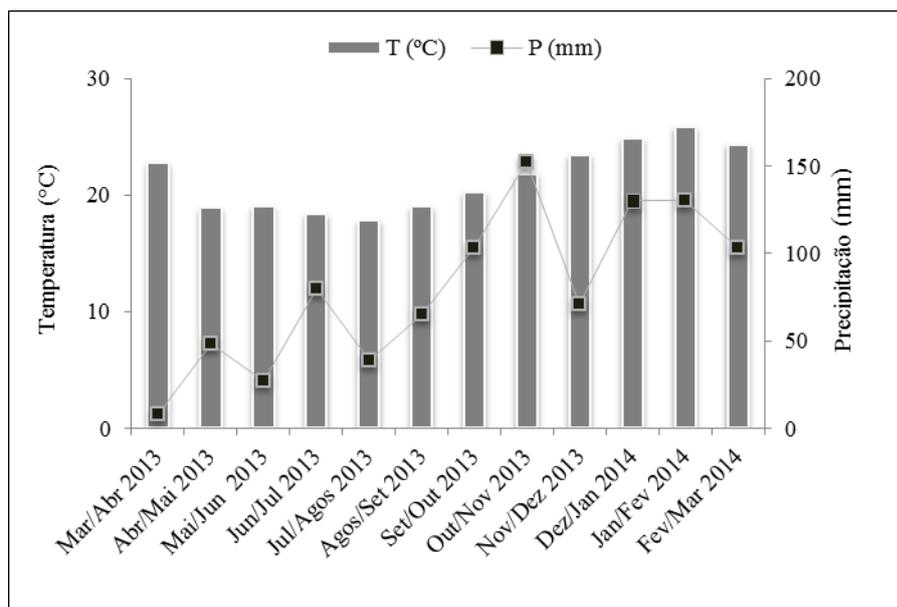


Figura 3: Médias mensais de temperatura e de precipitação na sub-bacia do Ribeirão Cachimbal, no período de abril de 2013 a abril de 2014. Dados da estação meteorológica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, “Campus Pinheiral”.

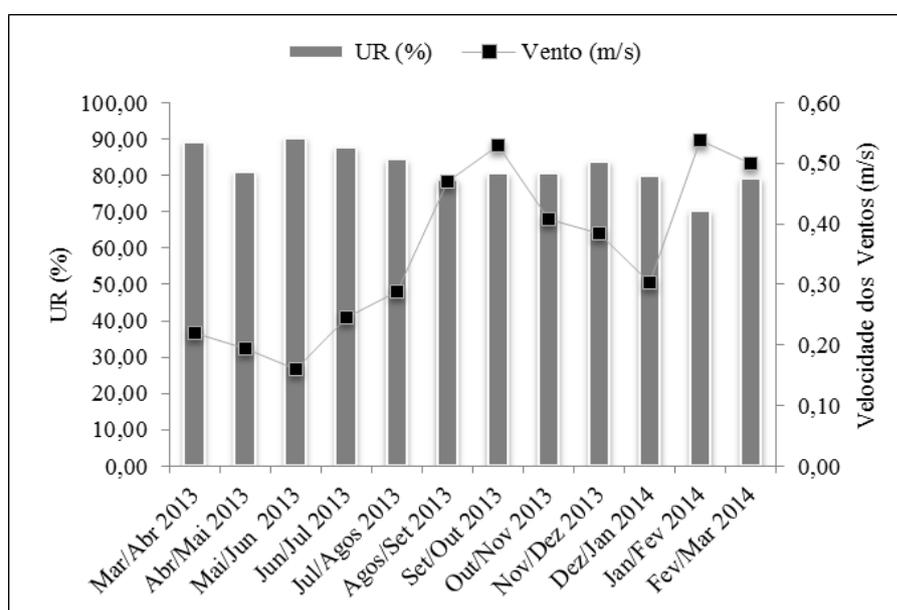


Figura 4: Médias mensais de umidade e velocidade dos ventos na sub-bacia do Ribeirão Cachimbal, no período de abril de 2013 a abril de 2014. Dados da estação meteorológica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, “Campus Pinheiral”.

A região está inserida no domínio ecológico do Bioma Mata Atlântica, cuja vegetação original foi classificada como Floresta Estacional Semidecidual Submontana (IBGE, 2012; CONAMA, 1996). Os solos da área de estudo foram classificados segundo Menezes (2008) como Cambissolo Háptico Tb Distrófico típico. A formação morfo-estrutural é delimitada pelo

delineamento estrutural no sentido Sudoeste-Nordeste, que é comum na região. Essa formação explica o relevo acidentado que caracteriza a feição geomorfológica conhecida como “Mar de Morros” (AB’SABER, 1997), caracterizada pela formação de diversos vales estruturais, que conformam uma rede de drenagem diversificada (OLIVEIRA, 1998), representado na figura 5.



Figura 5: Área no entorno dos remanescentes estudados, região de “Mar de Morros”. Fonte: Pereira, M. G., 2013.

3.2 Condução do experimento

3.2.1 Seleção das áreas de estudo, coleta e processamento da serapilheira

Foram selecionadas duas pedoformas adjacentes sendo, uma pedoforma convexa e uma pedoforma côncava num fragmento florestal em estágio secundário avançado de regeneração (CONAMA, 1996).

As pedoformas foram divididas em três mini sítios (MS) diferenciados, quanto ao gradiente topográfico e à declividade, onde: na pedoforma convexa: I = inferior (altitude média: 520 m, declividade média: 45 %, largura: 20 m, comprimento: 33 m), II = intermediário (altitude média: 530 m, declividade média: 12 %, largura: 20 m, comprimento: 30 m) e III = superior (altitude média: 550 m, declividade média: 26 %, largura: 20 m, comprimento: 72 m) e na pedoforma côncava como: IV = inferior (altitude média: 485 m, declividade média: 30 %, largura: 20 m, comprimento: 45 m), V = intermediário (altitude média: 590 m, declividade média: 20 %, largura: 20 m, comprimento: 30 m) e VI = superior (altitude média: 500 m, declividade média: 32 %, largura: 20 m, comprimento: 72 m), (Figura 6).

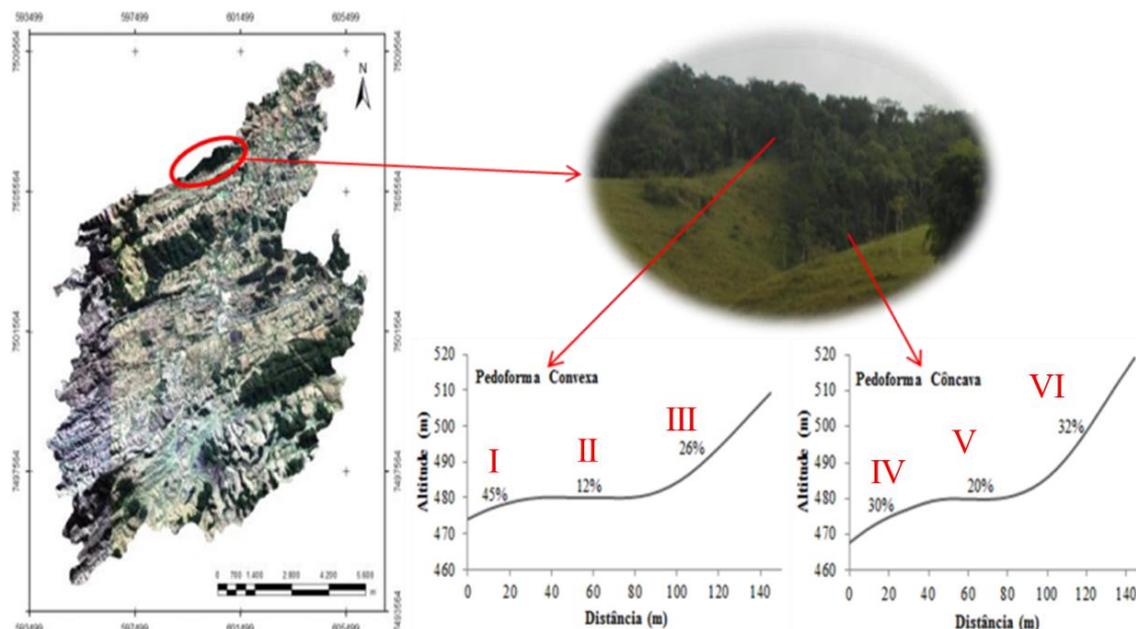


Figura 6: Localização da unidade amostral na sub-bacia do ribeirão Cachimbal, Pinheiral-RJ. Fonte: Santos, 2014.

Para avaliar o aporte da serapilheira utilizou-se o método descrito por TOLEDO (2003), em abril de 2013. Foram instalados aleatoriamente 5 coletores cônicos com área 0,2834 m² em cada MS, totalizando 30 coletores em toda a área estudada, confeccionados com tela de náilon de 1 mm e fixados a uma altura de 1,0 metro acima da superfície do terreno. As coletas da serapilheira foram realizadas no período de um ano, no intervalo de maio de 2013 a abril de 2014 (Figura 7).



Figura 7: A e B Instalação dos coletores cônicos na pedoforma côncava e na pedoforma convexa; C coleta do material retido nos coletores. Fonte: Menezes, C. E. G., 2013.

O material retido nos coletores foi coletado, acondicionado em saco de papel, identificado e levado ao laboratório mensalmente. A cada coleta, o material foi triado quanto às frações: folhas (F = limbos e pecíolos), galhos (G), material reprodutivo (MR = frutos, flores e sementes) e outros (O = resíduos orgânicos não identificados, fezes de animais, entre outros), para avaliar a proporção de cada fração na produção de serapilheira (Figura 8). As frações foram secas em estufa à 65°C com circulação forçada por 4 dias, quando atingiu peso constante, foram pesadas para quantificação da massa seca de cada fração (SCORIZA et al., 2012).



Figura 8: Demonstração do processo de triagem do material formador da serapilheira, onde: a) folhas; b) galhos; c) material reprodutivo. Fonte: Machado, 2011.

O aporte total mensal de serapilheira de cada pedoforma e MS foi determinado a partir da média aritmética dos coletores. Também foi determinado o aporte para o período seco (março à setembro) e para o período chuvoso (setembro à março). A partir desses dados, foi estimada a produção de serapilheira com base na seguinte equação, modificada de LOPES et al. (2002):

$$PS = ((\sum PM \times 10.000) / Ac)$$

Em que: PS = Produção de serapilheira ($\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$); PM = Produção mensal de serapilheira ($\text{kg ha}^{-1} \text{ mês}^{-1}$); Ac = Área do coletor (m^2).

Para avaliação do aporte de nutrientes, a fração F foi selecionada por ser a que mais contribui na produção de serapilheira. A cada coleta, a fração folha depois de seca e triturada foi submetida à digestão sulfúrica. E realizada as análises químicas para determinação dos teores de N, P e K. Os teores de N foram obtidos por oxidação úmida em destilação por arraste a vapor; P por espectrofotometria; e de K, por fotometria de chamas (TEDESCO, et al., 1995). A quantificação dos elementos foi feita através da multiplicação do teor do elemento pela massa seca respectiva.

3.2.2 Análises estatísticas dos dados

Os dados foram submetidos à análise de normalidade (Teste de Shapiro Wilk, 5%) e homogeneidade da variância dos erros (Teste de Levene, 5%). Como os dados não atenderam esses pressupostos foi realizada uma análise não paramétrica (Teste de Kruskal-Wallis, 5%), por intermédio do pacote estatístico Action 2.5.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Aporte e teor de nutrientes da serapilheira

A partir das análises e estudos feitos foram observadas diferenças significativas entre as pedoformas. As frações F e MR apresentaram uma tendência de maior aporte na pedoforma convexa e as frações G e O na pedoforma côncava (Tabela 1), o que está relacionado às condições microclimáticas de cada pedoforma. Na pedoforma convexa devido a maior incidência de radiação solar e vento, apresenta um ambiente mais seco. Estudos como Vital et al. (2004), Portela & Santos (2007) e Villa et al. (2016), avaliando o estoque de serapilheira em ambientes com cobertura do tipo florestas, verificaram que os maiores valores ocorreram no final de longos

períodos de estiagem, com influência da diversidade, da estrutura das espécies vegetais e influências ambientais (temperatura e precipitação).

Quanto aos teores de nutrientes da serapilheira (fração folhas), foram observadas diferenças significativas entre as pedoformas, sendo os maiores teores de N verificados na convexa (Tabela 1). Esse padrão pode estar relacionado à composição diferenciada das espécies arbóreas dos ambientes (SANTOS, 2014). Estudos feitos por Menezes (2008) em florestas na mesma região comprovam um maior número de espécies arbóreas pertencentes à família Fabaceae. As espécies que compõe essa família possuem capacidade de fixação biológica de N, assim podendo ter contribuído para a entrada desse elemento em maior quantidade na pedoforma convexa.

Maiores teores de P foram quantificados na pedoforma côncava (Tabela 1), o que provavelmente está relacionado à baixa mobilidade desse nutriente no solo e o processo de acúmulo de sedimentos nesse tipo de pedoforma. Borém & Ramos, (2002), afirmam que a quantidade de P e K na serapilheira é comparável a quantidade disponível desses elementos nos primeiros dez centímetros do solo, sendo que o K pode ser facilmente lixiviado. Para os teores de K não foram verificadas diferenças significativas (Tabela 1).

Estudos realizados em diferentes ecossistemas brasileiros como fragmentos de Mata Atlântica por Gomes et al. (2010), e na Caatinga por Lima et al. (2015), avaliando o aporte de serapilheira e os teores de nutrientes, registraram variações de 3,05 g kg a 0,37 g kg⁻¹ ano⁻¹, respectivamente. Confirmando o padrão dos baixos teores de P no material formador de serapilheira.

Tabela 1: Aporte e teor de nutrientes de serapilheira em diferentes pedoformas com Floresta Estacional Semidecidual Submontana, Pinheiral-RJ

Pedoforma	Frações da Serapilheira				Nutriente Fração Folhas		
	F	MR	G	O	N	P	K
	------(kg ha ⁻¹)-----				------(g kg ⁻¹)-----		
Convexa	520,08 a	60,91 a	113,51 a	74,41 a	17,36 a	0,59 b	5,53 a
Côncava	506,74 a	56,61 a	161,05 a	77,06 a	15,36 b	0,66 a	5,56 a

Valores seguidos de letras diferentes na coluna diferem entre se (p<0,05), pelo teste de Kruskal-Wallis.

As variações das condições de declividade e do gradiente topográfico dos MS foram determinantes no aporte e no teor de nutrientes da serapilheira (Tabela 2). De maneira geral, os MS inseridos nos ambientes de maior incidência de luz e menor acúmulo de água foram os que apresentaram maior aporte e teores de nutrientes.

O aporte da fração F apresentou uma tendência de maiores valores nos MS inferiores de ambas as pedoformas, o que está relacionada ao maior desenvolvimento da vegetação e as condições micro climática dos ambientes, que são favoráveis a maior produção e aporte de folhas (Tabela 2). Basnet (1992) confirma a diversidade de micro climas no gradiente topográfico, variando conforme o tipo de solo, regimes de umidade, formação geológica e altitude, sendo respondido pelos vegetais através da variação da área foliar e diferença de produção, em compensação à quantidade de energia incidente.

Tabela 2: Aporte e teor de nutrientes de serapilheira em diferentes mini sítios com Floresta Estacional Semidecidual Submontana, Pinheiral-RJ.

Mini Sítio	Frações da Serapilheira				Nutriente Fração Folhas		
	F	MR	G	O	N	P	K
	------(kg ha ⁻¹)-----				------(g kg ⁻¹)-----		
I	510,76 ab	28,65 a	112,93 ab	83,46 a	16,34 ab	0,50 c	4,97 b
II	552,71 a	88,44 a	138,10 ab	78,98 a	17,60 a	0,56 bc	5,84 ab
III	496,75 ab	65,64 a	89,51 b	79,44 a	18,13 a	0,70 a	5,78 ab
IV	598,99 a	42,89 a	91,87 b	63,43 a	17,65 a	0,63 ab	4,64 b
V	534,80 ab	72,74 a	184,32 b	85,85 a	15,29 b	0,60 bc	4,96 b
VI	386,46 b	54,21 a	206,95 a	81,88 a	13,14 c	0,74 a	7,07 a

Valores seguidos de letras diferentes na coluna diferem entre se ($p < 0,05$), pelo teste de Kruskal-Wallis. Legenda: I, II e III - MS com variação do gradiente topográfico e da declividade na pedoforma convexa; IV, V e VI - MS com variação do gradiente topográfico e da declividade na pedoforma côncava.

Para a fração G quantificou-se maiores valores de material depositado nos MS I, II (terço inferior e médio da pedoforma convexa, respectivamente) e VI (terço superior da pedoforma côncava). O MS VI apresentou médias muito altas, o que pode estar diretamente relacionado a uma maior incidência de ventos associado a espécies que já estavam saindo do sistema na pedoforma côncava, como observado em campo (Tabela 2).

O efeito da variação das condições climáticas no aporte de serapilheira, também foi observado por Antoneli & Franceschini, (2014), em Floresta Ombrófila Mista verificou-se que o maior aporte ocorreu no verão, o qual foi associado ao menor crescimento vegetativo no inverno, por influência dos fatores climáticos: menor pluviosidade, menor temperatura e menor evaporação.

Os teores dos nutrientes apresentaram distribuição diferenciada em relação aos MS, sendo os teores de N maiores no I, II, III e IV, apresentando uma distribuição regular ao longo do gradiente topográfico da pedoforma convexa até o terço inferior da pedoforma côncava. A distribuição dos teores de N explica-se diretamente pela presença de espécies fixadoras de N (Tabela 2) e assim corroborando com o padrão de aporte de F e MR nesses ambientes, pois são as frações que mais contribuem com o retorno de nutrientes e de mais fácil transformação para liberação dos mesmos.

Para os teores de P e K os maiores valores foram observados nos MS III e VI que estão inseridos nas regiões superiores de ambas as pedoformas, são ambientes com menor acúmulo de água e maior ocorrência de processos erosivos, assim, o maior teor de nutriente na serapilheira (F) (Tabela 2). Estudando o aporte de serapilheira em Floresta Atlântica Secundária, Ferreira et al. (2014), concluíram que a ciclagem de nutrientes em fragmentos florestais mostrou-se dependente da produção da serapilheira, a qual está relacionada com as condições de precipitação e de radiação do ambiente.

O aporte e o teor de nutrientes da serapilheira sofrem influência direta da variação das condições climáticas, sendo os maiores valores de aporte observados no final do período seco (Figura 9) e os teores mais elevados de nutrientes no final do período chuvoso (Figura 10)). Os valores elevados de nutrientes nesse período relacionam-se com a queda de folhas pelo efeito mecânico das chuvas e ventos, sendo encontradas quantidades significativas de folhas verdes nos coletores.

Estudos feitos com espécies arbóreas específicas (*Leucaena leucocephala*, *Acacia melanoxylon*, *Leucaena diversifolia*, *Mimosa scabrella* e *Sclerolobium paniculatum*) apresentaram a mesma tendência, onde os maiores teores dos nutrientes ocorreram nos meses

com maior índice de precipitações (BERTALOT et al., (2004) e MOCHIUTTI et al., (2006). Cunha et al. (1993), em Floresta Estacional Decidual (Santa Maria/RS), onde foi observado durante um ano, o padrão da deposição de serapilheira em função da precipitação, constatando-se as menores deposições de serapilheira no outono (março, abril e maio) e as maiores ocorreram entre o final do inverno ao final da primavera (agosto à novembro).

Analisando o aporte de serapilheira e nutrientes em área de restauração florestal com diferentes espaçamentos no município de Seropédica-RJ, Villa et al. (2016) constataram os maiores valores de aporte na época seca, porém sem sincronia com os espaçamentos. Atribuindo seus resultados as características genéticas das espécies, quanto à deciduidade; influências ambientais (temperatura e precipitação) e pelo ritmo de crescimento das plantas.

O aporte anual estimado foi de 10,98 Mg ha⁻¹, padrão similar foi encontrado por Machado (2011), em áreas da mesma região (Pinheiral – RJ), sendo as áreas estudadas foram classificadas como: Floresta estágio inicial; Floresta estágio médio; Floresta estágio avançado, e o aporte anual da serapilheira foi de: 7,47 Mg há⁻¹; 8,96 Mg há⁻¹ e 14,7 Mg há⁻¹ respectivamente.

Estudos desenvolvidos em Florestas Estacionais Semidecíduais das regiões sudeste e sul do Brasil quantificaram valores anual de aporte entre 5,0 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ e 14,0 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ (Pereira, 2004; Pinto et al., 2008; Pimenta et al., 2011; Machado et al., 2015).

Para as frações F e MR o maior aporte foi observado nos períodos de set/out e out/nov, final do período seco, assim a vegetação é submetida a um maior período de estresse hídrico o que condiciona uma maior deposição dessas frações (Figura 9). Como observado por estudos como Borém & Ramos, (2002), Vital et al. (2004) e Godinho et al. (2014), em Floresta Tropical, o maior aporte de serapilheira ocorre no período seco.

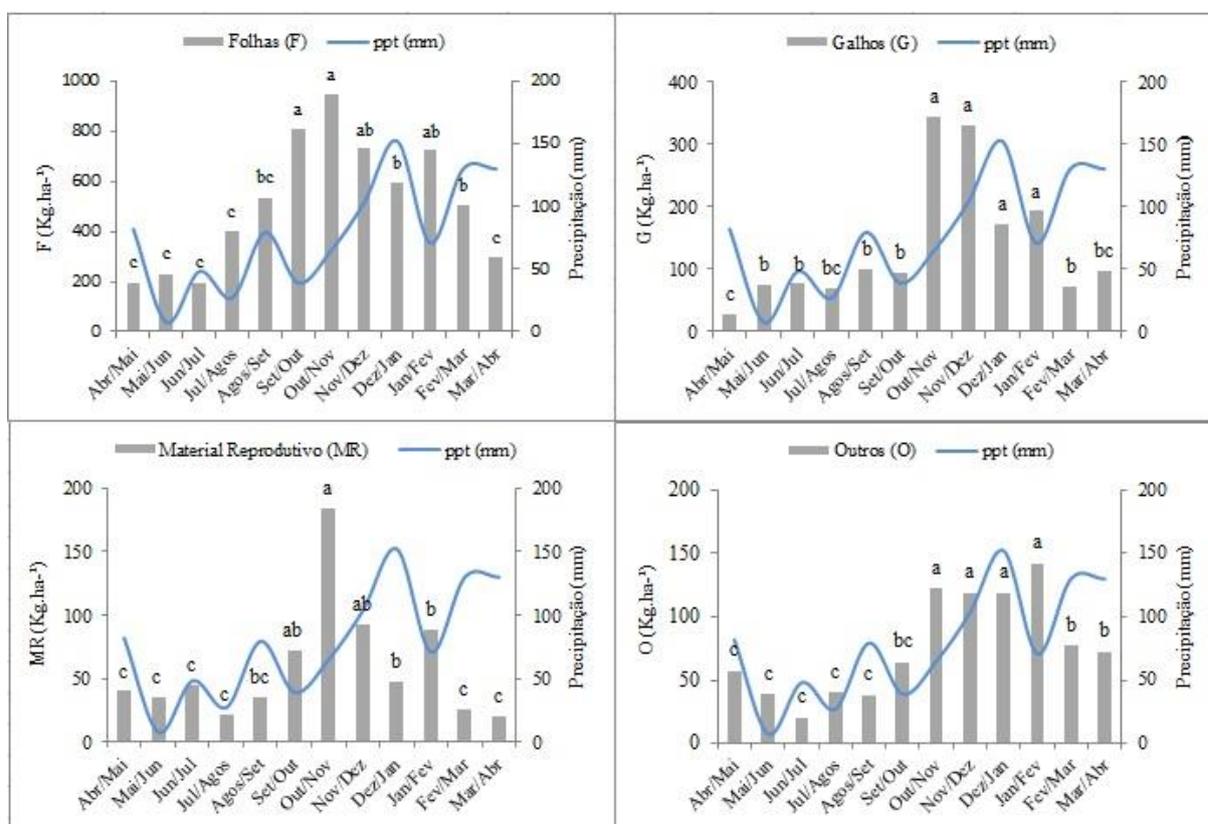


Figura 9: Médias mensais das frações aportadas. Fonte: Própria autora.

Na ciclagem de nutrientes a fração folhas por representar quase 90% da serapilheira aportada e ser o componente com maior teor de nutrientes é a fração responsável pela maior

retorno de nutrientes ao solo, sendo o processo acelerado pela alta superfície específica das folhas em relação às demais frações da serapilheira (Pinto et al., 2009 e Godinho et al., 2013). As frações G e O apresentaram um maior aporte no período de out/nov a jan/fev, sendo nesses meses observada uma maior ocorrência de chuvas e ventos que favorecem a queda de galhos e de demais materiais vegetativos (Figura 9).

Através da análise dos teores de nutrientes da fração F, verifica-se um retorno anual de 97,57 kg ha⁻¹ de N; 3,74 kg ha⁻¹ de P e 29,80 kg ha⁻¹ de K. Esses valores são compatíveis com estudos feitos por Machado (2011) na mesma região, sendo que o retorno anual médio do N foi o maior com 51,38 kg ha⁻¹. Ambos seguem o mesmo padrão observado por Moraes et al. (1999), em Floresta Atlântica na Ilha do Cardoso, SP, no qual o retorno de nutrientes foi quantificado em 101,8 kg de N; 3,8 kg de P e 20,3 kg de K.

A variação temporal de todos os nutrientes estudados foi baixa, com pequenas alterações, como pode ser observado na Figura 10. Os teores de N e K foram mais elevados nos períodos de abr/mai e mai/jun sendo esse o final do período chuvoso e início do seco, assim os ambientes ainda oferecem condições favoráveis ao desenvolvimento da vegetação o que reflete em folhas com maiores teores de nutrientes, como pode ser observado nesse estudo (Figura 10).

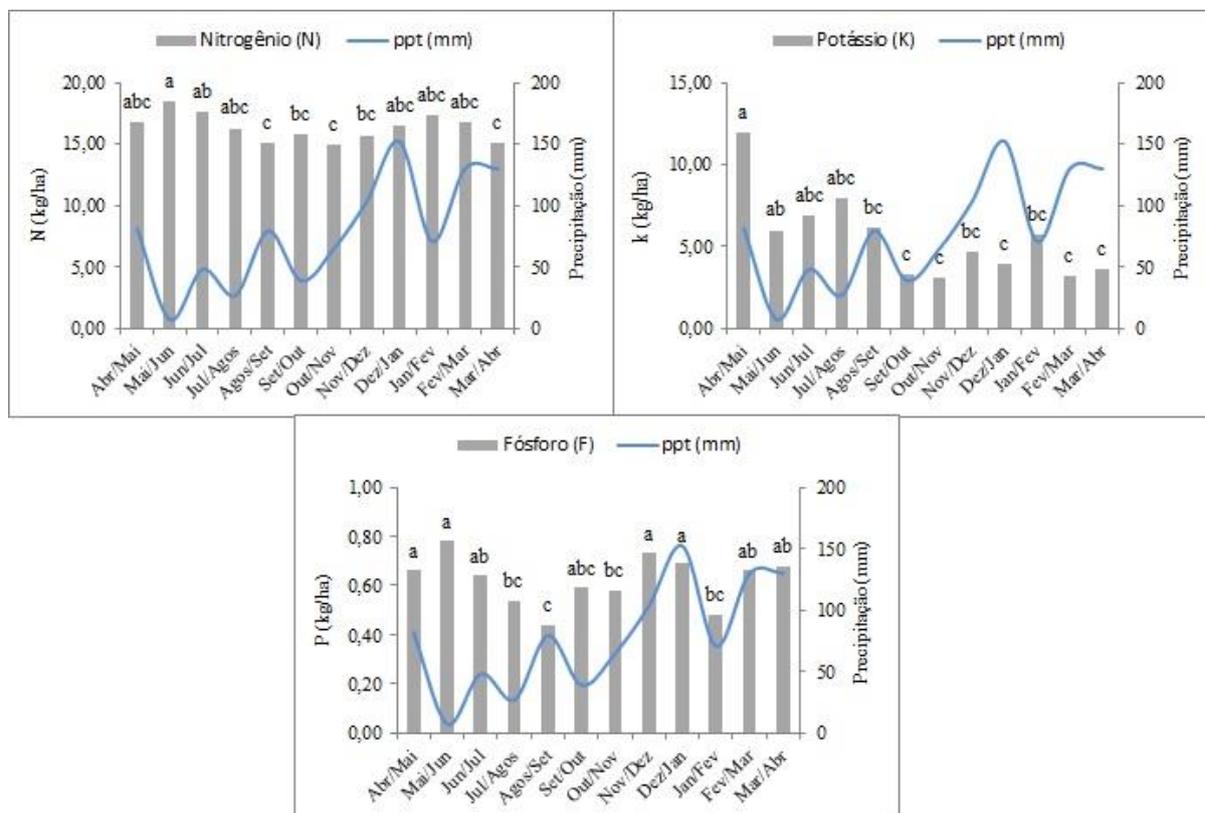


Figura 10: Médias mensais dos teores de nutrientes quantificados na fração folhas. Fonte: Própria autora.

A influência das condições climáticas nos teores de nutrientes da serapilheira também foi observada por Aprile et al. (2013), sendo os maiores teores de nutrientes na serapilheira aportada no período seco para as condições ambientais da Floresta Amazônia. Para os teores de P, verificou-se um padrão diferenciado, sendo o maior teor observado nos períodos de abr/mai a mai/jun e nov/dez a dez/jan, em que as condições climáticas não são fatores limitantes ao processo de desenvolvimento e crescimento da vegetação, e também por ser um elemento pouco

móvel em comparação ao N e K (Tabela 3). Em estudos como Silva (2008) e Vital et al. (2004), os autores verificaram que o P apresentou o mesmo padrão.

Segundo Cunha Neto et al. (2013), a quantidade aportada e os teores de nutrientes de serapilheira variaram em função das condições do solo, da densidade populacional, a habilidade das espécies em absorver, utilizar e redistribuir os nutrientes e da idade dos indivíduos.

5. CONCLUSÕES

O aporte e o teor de nutrientes de serapilheira são influenciados pela variação das condições de declividade e do gradiente topográfico nas encostas da região de Mar de Morros, com cobertura florestal do tipo Floresta Estacional Semidecidual Submontana.

Os fatores ambientais são os responsáveis pelo controle da quantidade e da qualidade nutricional da serapilheira.

Os maiores valores obtidos do aporte de serapilheira foram observados nos mini sítios dos terços inferior e médio de cada pedoforma (I, II, IV e V), que apresentaram um aumento nos meses do período seco.

Os teores de N na serapilheira são influenciados pelo tipo de pedoforma e estação do ano, com influência da composição florística e da distribuição das espécies fixadoras de nitrogênio na pedoforma.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A.; TUNDISI, G. T.; FORNERIS, L.; MARINO, M. C.; ROCHA, O.; TUNDISI, T.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y; VUONO, Y. S.; WATANABE, S. **Glossário de ecologia**. Academia de Ciência do Estado de São Paulo (ACIESP). São Paulo, n. 103, 1997, 352 p.
- ALONSO, J. M.; LELES, P. S. S.; FERREIRA, L. N.; OLIVEIRA, N. S. A. Aporte de serapilheira em plantio de recomposição florestal em diferentes espaçamentos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 1, p. 1-11, 2015.
- ALVES, M. P.; VIERA, M.; SCHUMACHER, V. Efeito da fragmentação florestal sobre o acúmulo de serapilheira em Floresta Estacional Decidual. **Ecologia e Nutrição Florestal**, Santa Maria-RS, v. 2, n. 3, p. 63-71, 2014.
- ANTONELI, V. & FRANCISQUINI, V. M. Influência de alguns dados meteorológicos na produção de serapilheira na FLONA (Floresta Nacional) de Irati – Paraná. **Revista Ambiência**, v.10, Suplemento 1, p. 267 – 280, 2014.
- APRILE, F.; SIQUEIRA, G. W.; DARWICH, A.J.; SANTOS, V. C. & RIBEIRO, A. A. Concentration of Nutrients in Litter as a Function of Soil Type, Climate and Forest Composition in Amazon. **Agriculture Science Developments**, v. 2, n. 8, p. 59-66, 2013.
- ARTUR, A. G.; OLIVEIRA, D. P.; COSTA, M. C. G.; RICARDO E ROMERO; SILVA, M. V. C.; FERREIRA, T. O. Variabilidade espacial dos atributos químicos do solo associada ao microrrelevo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 2, p. 141-149, 2014.
- BASNET, K. Effect of topography on the pattern of trees in Tabonuco (Dacryodes excelsa) dominated rain forest of Puerto Rico. **Biotropica**, v. 24, p. 31-42, 1992.
- BORÉM, R. T. & RAMOS, D. P. Variação estacional e topográfica de nutrientes na serapilheira de um fragmento de Mata Atlântica. **Cerne**, v. 8, n. 2, p. 42-59, 2002.
- BRAY, J.R.; GORHAM, E. Litter production in the forests of the world. **Advances in Ecological Research**, New York, v. 2, p. 101-157, 1964.
- 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**, Londrina, v.29, n.1, p.53-68, 2008.
- CONAMA. **Resolução 006 de 4 de maio de 1994**, Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <[http:// www.mma.gov.br/conama/legiano1.cfm](http://www.mma.gov.br/conama/legiano1.cfm)>. Acesso em: 19 de mai. 2014.
- CONTO, T., **Efeito da pedofoma na regeneração florestal em fragmento de Mata Atlântica**. 2013. 31 p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal), Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- BERTALOT, M. J. A.; GUERRINI, I. A.; MENDOZA, E.; DUBOC, E.; BARREIROS, R. M. & CORRÊA, F. M. Retorno de nutrientes ao solo via deposição de serapilheira de quatro espécies

leguminosas arbóreas na região de Botucatu – São Paulo, Brasil. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 65, p. 219-277, 2004.

CORREIA, M. E. F.; ANDRADE, A.G. **Formação de serapilheira e ciclagem de nutrientes**. In: Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. 2 ed. Rev. e atual. - Porto Alegre: Metrópole, 2008. p.137-158.

CUNHA, G. C.; GRENDENE, L. A.; DURLO, M. A. & BRESSAN, D. A. Dinâmica nutricional em Floresta Estacional Decidual com ênfase aos minerais provenientes da deposição da serapilheira. **Ciência Florestal**, v. 3, n. 1, p. 35-64, 1993.

CUNHA NETO, E. V.; LELES, P. S. S.; PEREIRA, M. G.; BELLUMATH, V. G. H. & ALONSO, J. M. Acúmulo e decomposição da serapilheira em quatro formações florestais. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 3, p. 379-387, 2013.

FERNANDES, M.E.B.; NASCIMENTO, A.A.M. & CARVALHO, M.L. Estimativa da produção anual de serapilheira dos bosques de Mangue no Furo Grande, Bragança-Pará. **Revista Árvore**, Viçosa, v.31, n.5, p 949-958, 2007.

FERREIRA, M. L.; SILVA, J. L.; PEREIRA, E. E. & LAMANO-FERREIRA, A. P. N. Litter fall production and decomposition in a fragment of Secondary Atlantic Forest of São Paulo, SP, Southeastern Brazil. **Revista Árvore**, v.38, n.4, p.591-600, 2014.

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. **Ciência Florestal**, v.13, n.1, p.11-18, 2003.

FRANZEN, D. W.; NANNA, T.; NORVELL, W. A. A survey of soil attributes in North Dakota by landscape position. **Agronomy Journal**, v.98, p.1015-1022, 2006.

FRANZMEIER, D.P. Paisagem e processos de erosão do solo. Em: LARSON, W.E., ed. Proceedings de erosão do solo e oficina de produtividade. **Bloomington**, p.13-15. Universidade de Minnesota, 1990.

GODINHO, T. O.; CALDEIRA, M. V. W.; CALIMAN, J. P.; PREZOTTI, L. C.; WATZLAWICK, L. F.; AZEVEDO, H. C. A. & ROCHA, J. H. T. Biomassa, macronutrientes e carbono Orgânico na serapilheira depositada em trecho de floresta Semidecidual Submontana, ES. **Scientia Forestalis**, v. 41, n. 97, p. 131-144, 2013.

GOMES, J. M.; PEREIRA, M.G.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; PEREIRA, G. H. A.; GONDIM, F.R.; SILVA E. M. R. Aporte de serapilheira e de nutrientes em fragmentos florestais da Mata Atlântica. **Revista Brasileira Ciências Agrária**, v. 5, n. 3, p. 383-391, 2010.

GONZÁLEZ, G.; LEY, R. E.; SCHMIDT, S. K.; ZOU, X.; SEASTEDT, T. R. Soil ecological interactions: comparisons between tropical and subalpine forests. **Oecologia**, New York, v. 128, p. 549-556, 2001.

HAAG, H. P. **Ciclagem de nutrientes em florestas tropicais**. Campinas-SP: Fundação Cargill, 1985.144p.

HAAG, H. P. **A nutrição mineral e o ecossistema.** In: CASTRO, P.R.C.; FERREIRA, S.O. & YAMADA, T. *Ecofisiologia da produção agrícola.* Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. p. 49-52.

HARA, M.; HIRATA, K.; FUJIHARA, M.; OONO, K. Vegetation structure in relation to micro-landform in an evergreen broad-leaved forest on Amami Ohshima Island, south-west Japan. **Ecological Research**, v. 11, p. 325-337, 1996.

HEAL, O.W.; ANDERSON, J.M.; SWIFT, M.J. Plant litter quality and decomposition: an historical overview, In: **Driven by Nature: plant litter quality and decomposition.** Walingford: CAB International, 409 p., 1997.

HOMEIER, J.; BRECKLE, S-W.; GÜNTER, S.; ROLLENBECK, R.T.; LEUSCHNER, C. Tree Diversity, Forest Structure and Productivity along Altitudinal and Topographical Gradients in a Species-Rich Ecuadorian Montane Rain Forest. **Biotropica**, v. 42, n. 2, p. 140-148, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2012. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira: Sistema fitogeográfico Inventário das formações florestais e campestres, técnicas e manejo de coleções botânicas, procedimentos para mapeamentos.** IBGE 2ª Edição. Rio de Janeiro. 271 p.

ISHIZAKI, N. & OKITSU, S. Effects of soil erosion to forest structure in valley heads of hilly land: a study in the Kasumi-Kita Hills. **Pedologist**, v. 32, p. 127-137, 1988.

KOPPEN, W. *Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra.* México: **Fondo de Cultura Econômica**, 1948, 488 p.

LEITÃO-FILHO, H. F.; PAGANO, S. N.; CESAR, O.; TIMONI, J. L. & RUEDA, J. J. *Ecologia da Mata Atlântica em Cubatão, SP.* São Paulo: **EDUNESP / EDUNICAMP**, 1993. 86 p.

LIMA, R. P.; FERNANDES, M. M.; FERNANDES, M. R. M.; MATRICARDI, E. A. T. . Aporte e decomposição da serapilheira na Caatinga no Sul do Piauí. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n.1, p. 42-49, 2015.

LOPES, M.I.M.; DOMINGOS, M. & VUONO, Y.S. **Ciclagem de nutrientes.** In: SYLVESTRE, L.S. & ROSA, M.M.T. *Manual metodológico para estudos botânicos na Mata Atlântica.* Seropédica, RJ: EDUR, p. 72-90. 2002.

MACHADO, D. L. **Atributos indicadores da dinâmica sucessional em fragmento de Mata Atlântica na região do Médio Vale do Paraíba do Sul, Pinheiral, Rio de Janeiro.** – 2011. 103 p.- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais.

MACHADO, D. L.; PEREIRA, M. G.; CORREIA, M. E. F.; DINIZ, A. R.; SANTOS, L. L.; MENEZES, C. E. G. . Ciclagem de nutrientes em diferentes estágios sucessionais da mata atlântica na bacia do Rio Paraíba do Sul, RJ. **Biosci J.**, Uberlândia, v. 31, n. 4, p. 1222-1237, 2015.

MASON, C.F. **Decomposição.** São Paulo: EPU, 1980. 63p.

MARTINS, S. V. Recuperação de áreas degradadas: ações em áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e de mineração. Viçosa: **Aprenda Fácil**, 270 p., 2009.

MEILLEUR, A.; BOUCHARD, A.; BERGERON, Y. The use of understory species as indicators of landform ecosystem type in heavily disturbed forest: an evaluation in the Haut-Saint-Laurent, Quebec. **Vegetatio**, v. 102, p. 13-32, 1992.

MENEZES, C. E. G. **Integridade da paisagem, manejo e atributos do solo no Medio Vale do Paraíba do Sul, Pinheira-RJ**. 2008. 175 p. Tese (Doutorado) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

MOCHIUTTI, S.; QUEIROZ, J. A. L. & MELÉM N. J. Jr. Produção de serapilheira e retorno de nutrientes de um povoamento de Taxi-branco e de uma floresta secundária no Amapá. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 52, p.3-20, 2006.

MONTAGNINI, F.; JORDAN, C. Reciclagem de nutrientes. In: **Ecologia y conservación de bosques neotropicales**. Cartago: Ediciones LUR, 2002. p.591-623.

MORAES, R. M.; DELITTI, W. B. C. & VUONO, Y. S. Litterfall and litter nutrient content in two Brazilian Tropical Forests. **Revista Brasileira de Botânica**, v.22, n.1, p.9-16, 1999.

NEVES, C. U. **Ciclagem de nutrientes em plantios de Eucalyptus dunii com idade de 1, 2 e 3 anos no planalto sul catarinense**. 2012. 49 p. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo). Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages,

OLIVEIRA, R.R. **Produção e decomposição de serrapilheira no Parque Nacional da Tijuca – RJ**. 1987. 170 p. Dissertação (Mestrado). Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

OLIVEIRA, J. A. **Caracterização física da Bacia do Ribeirão Cachimbal-Pinheiral (RJ) e de suas principais paisagens degradadas**. 1998. 142 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Pós-Graduação em Agronomia, Ciência do Solo, Seropédica, RJ, 1998.

PEREIRA, M. G.; MENEZES, L. F. T. & SCHULTZ, N. Aporte e decomposição da serapilheira na Floresta Atlântica, Ilha da Marambaia, Mangaratiba, RJ. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 4, p. 443-454, 2008.

PIMENTA, J.A.; ROSSI, L.B.; TOREZAN, J.M.D.; CAVALHEIRO, A.L.; BIANCHINI, E. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de um reflorestamento e de uma floresta estacional semidecidual no sul do Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, Belo Horizonte, v. 25, p. 53-57, 2011.

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

PINTO, S. I. C.; MARTINS, S. V.; BARROS, N. F. & DIAS, H. C. T. Ciclagem de nutrientes em dois trechos de floresta Estacional Semidecidual na Reserva Florestal Mata do Paraíso em Viçosa, MG, Brasil. **Revista Árvore**, v.33, n.4, p.653-663, 2009.

POGGIANI, F.; SCHUMACHER, M.V. Ciclagem de nutrientes em florestas nativas. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. (Eds.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 427 p., 2000.

PORTELA, R. C. Q. & SANTOS, F. A. M. Produção e espessura da serapilheira na borda e interior de fragmentos florestais de Mata Atlântica de diferentes tamanhos. **Revista Brasileira de Botânica**, v.30, n.2, p.271-280, 2007.

RESENDE, M. Aplicações de conhecimentos pedológicos à conservação de solos. **Inf. Agropec.**, 11:3-18, 1985.

RIBEIRO, L. **Dinâmica de nutrientes na serapilheira, em um trecho de mata ciliar alagável com ninhal de aves do Rio Cuiabá, no Pantanal Barão de Melgaço-MT**. 1998. 53 p. Monografia (Graduação) - Instituto de Biociências, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT,

SANTOS, G. L. **Efeito da Pedofoma no Processo de Sucessão Secundária em Fragmentos Florestais na Região do Médio Vale do Paraíba do Sul, Pinheiral, RJ**. 2014. 130 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

SANTOS NETO, A. P.; BARRETO, P. A. B.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; NOVAES, A. B.; PAULA, A. Produção de serapilheira em floresta estacional semidecidual e em plantios de *Pterogyne nitens* Tul. e *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake no sudoeste da Bahia. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 3, p. 633-643, 2015.

SCHUMACHER, M.V. **Aspectos da ciclagem de nutrientes e do microclima em talhões de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh., *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden e *Eucalyptus torelliana* F. Muell**. 1992. 87 p. (Mestrado em Ciência Florestal) – Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, Esalq, Piracicaba.

SCORIZA, R. N.; PEREIRA, M. G.; PEREIRA, G. H. A.; MACHADO, D. L. & SILVA, E. M. R. Métodos para coleta e análise de serrapilheira aplicados a ciclagem de nutrientes. **Série Técnica (Floresta e Ambiente)**, v. 2, n. 2, p: 01-18, 2012.

SELLE, G. L. Ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 23, n. 4, p. 29-39, 2007

SILVA, R. B. M., **Aporte de serapilheira e quantificação de nutrientes em áreas de reabilitação, município de Seropédica, RJ**. 2008. 46 p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal), Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

SOUZA, C.K. **Relação solo-paisagem-erosão e variabilidade espacial de Latossolos em áreas sob cultivo de cana-de-açúcar no município de Jaboticabal (SP)**. 2001. 186 p. Tese (Mestrado). Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S.J. Análises de solo, plantas e outros materiais. **Boletim técnico**, n.5. 2.ed. Porto Alegre: UFRS. 174 p. 1995.

TOLEDO, L. de O. **Aporte de serapilheira, fauna edáfica e taxa de decomposição em áreas de floresta secundária no município de Pinheiral, RJ.** 2003. 80 p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Florestas, Seropédica, RJ.

TROEH, F.R. Landform equations fitted to contour maps. **Soil Science Society American Journal**, v.263, p.616-27, 1965.

VILLA, E. B.; PEREIRA, M. G.; ALONSO, J. M.; BEUTLER, S. J.; LELES, P. S. S. . Aporte de serapilheira e nutrientes em áreas de restauração florestal com diferentes espaçamentos de plantio. **Floresta e Ambiente**, v. 23. n.1, p. 90-99, 2016.

VITAL, A. R. T.; GUERRINI, I. A.; FRANKEN, W. K. & FONSECA, R. C. B. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta estacional semidecidual em zona ripária. **Revista Árvore**, v. 28, n. 6, p. 793-800, 2004.

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