



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

CARLOS ANTÔNIO ARAÚJO FREITAS

BIOMASSA E NUTRIENTES NA SERRAPILHEIRA EM COMPLEXO
RUPESTRE DE GRANITO, MIMOSO DO SUL, ES

JERÔNIMO MONTEIRO – ES
JULHO - 2013

CARLOS ANTÔNIO ARAÚJO DE FREITAS

**BIOMASSA E NUTRIENTES NA SERRAPILHEIRA EM COMPLEXO
RUPESTRE DE GRANITO, MIMOSO DO SUL, ES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais na Área de Concentração Ciências Florestais.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Vinicius Winckler Caldeira
Coorientador(a): Prof^a. Dra. Sustanis Horn Kunz

JERÔNIMO MONTEIRO – ES

JULHO - 2013

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)

(Biblioteca Setorial de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

Freitas, Carlos Antônio Araújo de, 1963-

F866b Biomassa e nutrientes na serrapilheira em complexo rupestre de granito,
Mimoso do Sul, ES / Carlos Antônio Araújo de Freitas. – 2013.

100 f. : il.

Orientador: Marcos Vinícius Winckler Caldeira.

Coorientadora: Sustanis Horn Kunz.

Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal
do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias.

1. Florestas. 2. Serrapilheira. 3. Nutrientes. I. Caldeira, Marcos Vinícius
Winckler. II. Kunz, Sustanis Horn. III. Universidade Federal do Espírito Santo.
Centro de Ciências Agrárias. IV. Título.

CDU: 630

**BIOMASSA E NUTRIENTES NA SERRAPILHEIRA EM COMPLEXO
RUPESTRE DE GRANITO, MIMOSO DO SUL, ES**

Carlos Antônio Araújo Freitas

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais na Área de Concentração Ciências Florestais.

Aprovada em 29 de julho de 2013.

Prof. Dr. Márcio Viera
Universidade Federal de Santa
Maria
(Membro Externo)

Prof. Dr. Aderbal Gomes da Silva
Universidade Federal do Espírito
Santo
(Membro Interno)

Prof. Dr. Otacílio José Passos
Rangel
Instituto Federal do Espírito Santo
Campus de Alegre
(Membro Externo)

Prof^a. Dra. Sustanis Kunz Horn
Universidade Federal do Espírito
Santo
(Coorientadora)

Prof. Dr. Marcos Vinicius Winckler Caldeira
Universidade Federal do Espírito Santo
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

Tentar escrever para agradecer, talvez seja essa uma das tarefas mais difíceis, pois poderia estar sendo injusto ao não citar o nome de alguma pessoa, e isso possa parecer um esquecimento. Por isso quero expressar às minhas desculpas, e saiba que você foi muito importante para mim nessa minha conquista.

Como não poderia deixar de expressar alguns nomes, quero inicialmente agradecer ao meu orientador, Prof. Dr. Marcos Vinícius Winclker Caldeira, que no meio da caminhada resolveu me apoiar, me dando o crédito e a confiança, assim como a minha coorientadora, Prof^a. Dra. Sustanis Kunz Horn, ao meu revisor amigo Kallil e ao Prof. Dr. Juarez Benigno, que em todo tempo acreditou que eu chegaria a este final.

A minha família, a começar pela minha mãe Ercília, que em todo tempo esteve em oração por mim. Ao meu irmão Kiko (Francisco), que muito mais que irmão, foi um grande companheiro, que com sua sabedoria, mesmo não sabendo de nada, ele sabia. Aos meus filhos e esposa, que ao pensar neles, reflito o quanto vale a pena viver, eles são um dos grandes motivos de minha vida. Ao casal Elizângela e Alexsandro, que mais do que irmãos na fé, os sentia como anjos próximos à mim me protegendo. Aos proprietários dos Pontões, como a Família Sinibalde e a Família Elias, que hoje são minha família.

Ao pessoal do Instituto Federal Fluminense, funcionários, professores e direção que de maneira direta ou indiretamente me apoiaram. E aos alunos Júlia, Lucas, Zé e Paula, que em muito me auxiliaram com o trabalho braçal.

De uma maneira muito especial, quero agradecer ao amigo, irmão e companheiro, além do que, o grande idealizador deste trabalho, e que sem o seu apoio não teria conquistado esse título. Dayvid muito obrigado!!!

Mas não poderia de deixar de agradecer Àquele a quem eu devo toda a honra dessa conquista, que com certeza sem o seu apoio eu não chegaria a este final, muitas vezes pensei em desistir, mas Ele não permitiu.

DEUS, MUITO OBRIGADO!!!!

SUMÁRIO

Página

RESUMO GERAL.....	vi
GENERAL ABSTRACT.....	viii
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	01
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	03
2.1. COMPLEXO RUPESTRE DE GRANITO.....	03
2.2. CICLAGEM DE NUTRIENTES.....	10
2.3. EFICIÊNCIA DO USO DE NUTRIENTES.....	20
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	21
CAPÍTULO I.....	30
SERRAPILHEIRA ACUMULADA EM COMPLEXO RUPESTRE DE GRANITO.....	30
RESUMO.....	31
ABSTRACT.....	32
1. INTRODUÇÃO.....	33
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	35
2.1. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	35
2.2. AMOSTRAGEM E COLETA DA SERRAPILHEIRA.....	38
2.3. ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	40
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
3.1. SERRAPILHEIRA ACUMULADA.....	41
3.2. TEORES DOS NUTRIENTES.....	44
3.3. CONTEÚDO DOS NUTRIENTES.....	51
4. CONCLUSÕES.....	56
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
CAPÍTULO II.....	62
DEPOSIÇÃO DE SERRAPILHEIRA E NUTRIENTES EM COMPLEXO RUPESTRE DE GRANITO.....	62
RESUMO.....	63
ABSTRACT.....	64
1. INTRODUÇÃO.....	65
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	67
2.1. CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DA ÁREA EM ESTUDO.....	67
2.2. AMOSTRA E COLETA DA SERRAPILHEIRA.....	67
2.3. ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	69
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	71
3.1. SERRAPILHEIRA DEPOSITADA.....	71
3.2. TEORES DOS NUTRIENTES.....	73
3.3. CONTEÚDO DOS NUTRIENTES.....	80
3.4. EFICIÊNCIA DO USO DOS NUTRIENTES.....	85
4. CONCLUSÕES.....	87
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	93

RESUMO GERAL

FREITAS, Carlos Antônio Araújo. **Biomassa e nutrientes na serrapilheira em Complexo Rupestre de Granito, Mimoso do Sul, ES.** 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro- ES. Orientador: Prof. Dr. Marcos Vinicius Winckler Caldeira. Coorientadora: Prof^a. Dra. Sustanis Horn Kunz.

Os ecossistemas florestais encontrados em áreas com afloramento rochoso carecem de estudos mais detalhados sobre os processos de ciclagem de nutrientes. Dentro desses processos, a vegetação nos ecossistemas devolve nutrientes ao solo por meio da circulação de matéria, que é representada pela serrapilheira (resíduos vegetais de folhas, ramos, caules, cascas, frutos e flores). O presente estudo teve por objetivo quantificar o acúmulo e a deposição de biomassa, os teores e conteúdos dos nutrientes na serrapilheira, bem como correlacionar com as variáveis climáticas (pluviosidade e temperatura) analisando a variação temporal dos nutrientes do Complexo Rupestre de Granito, localizado no município de Mimoso do Sul, ES. A amostragem da serrapilheira acumulada foi realizada em cinco transectos de 50m x 2m. Em cada transecto foram coletadas 10 amostras com auxílio de um gabarito de 0,25m x 0,25m (0,0625 m²), totalizando 50 amostras por mês. Após a coleta, as amostras foram levadas para o laboratório e separadas na fração denominada de 'Outras espécies', com a presença de folhas, galhos, flores, frutos e material não identificável de diversas espécies; fração 'Pseudobombax' com material identificável da espécie *Pseudobombax* aff. *campestre*, que posteriormente foram secas e pesadas. A biomassa acumulada para as frações foi transformada para kg ha⁻¹, que por meio dessa extrapolação foi calculado também os conteúdos dos macro e micronutrientes. O período de estudo da serrapilheira acumulada foi de maio de 2011 a abril de 2012. A serrapilheira depositada foi amostrada nos mesmos transectos, onde em cada um foram distribuídos três coletores posicionados abaixo da copa da *P. aff. campestre*, com 0,5 m x 0,5 m e 0,70 m de altura do solo, com telas de nylon em malha de 2 mm, totalizando 15 coletores. Foi realizada a coleta mensal, e adotados os mesmos procedimentos da serrapilheira acumulada. O período amostral da serrapilheira depositada foi de novembro de 2011 a outubro de 2012. Para a avaliação da variação mensal da biomassa de cada fração, considerou-se um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), onde os tratamentos corresponderam aos meses do ano (12 tratamentos) e as repetições os transectos (5 repetições). Para determinação da variação mensal dos teores de cada fração, utilizou-se o mesmo DIC, com os mesmos tratamentos (12 meses do ano) e as repetições foram representadas por três subamostras (3 repetições) retiradas de uma amostra homogeneizada, moída em moinho tipo Wiley. Para a análise de correlação com as variáveis climáticas, em ambas as frações, utilizou-se a correlação de Pearson. Os resultados foram submetidos ao teste com um nível de 5% de probabilidade. A serrapilheira acumulada média foi de 8900 kg ha⁻¹ e a depositada de 5400 kg ha⁻¹. Ocorreram picos de acúmulo e deposição ao final do período seco, demonstrando assim um comportamento sazonal. Na serrapilheira acumulada, tanto os teores como os conteúdos, os macronutrientes de maiores acúmulos

foram o N e Ca, e o micronutriente foi o Fe. Os únicos nutrientes que tiveram correlação significativa com as variáveis climáticas foram: N, P e S para ambas as frações e variáveis, o Fe e Cu na fração Pseudobombax, para ambas variáveis. O acúmulo total de macronutrientes foi de 292,42 kg ha⁻¹ e micronutrientes foi de 10,34 kg ha⁻¹. A serrapilheira depositada, tanto os teores como os conteúdos, os macronutrientes de maiores deposições foram o N e o Ca, e o micronutriente foi o Mn. Os únicos nutrientes que tiveram correlação significativa com as variáveis climáticas foram: N para ambas as frações na variável pluviosidade; P, Mg, Mn e B, para a fração Outras espécies na variável temperatura; e Cu na fração Pseudobombax na variável temperatura. A deposição total de macronutrientes foi de 203,23 kg ha⁻¹ e micronutrientes foi de 3,62 kg ha⁻¹. Na eficiência do uso de nutrientes, o S e Cu foram o macro e micronutriente, respectivamente de maior eficiência pelas espécies do local, assim como, a *P. aff. campestre* mostrou-se eficiente para todos os nutrientes.

Palavras-chave: ciclagem de nutrientes, nutrição florestal, serrapilheira acumulada, serrapilheira depositada.

GENERAL ABSTRACT

FREITAS, Carlos Antônio Araújo. **Biomass and nutrients in the litter on Complex Rupestre Granite, Mimoso do Sul, ES.** In 2013. Dissertation (Master in Forest Science) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES. Adviser: Dr. Marcos Vinicius Winckler Caldeira. Co-Advisers: Dra. Sustanis Horn Kunz

Forest ecosystems found in areas with rocky outcrop require more detailed studies on the processes of nutrient cycling. Within these processes, vegetation ecosystems returns nutrients to the soil through the circulation of matter, which is represented by the litter (waste vegetable leaves, branches, stems, barks, fruits and flowers). This study aimed to quantify the accumulation and deposition of biomass levels and content of nutrients in the litter, as well as correlating with climatic variables (rainfall and temperature) analyzing the temporal variation of nutrients on Complex Rupestre Granite, located in the municipality Mimoso do Sul, Espírito Santo state. Sampling of litter accumulated was conducted in five transects of 50m x 2m. In each transect, 10 samples were collected with the aid of a template 0,25 m x 0,25 m (0.0625 m²), totaling 50 samples per month. After collection, the samples were brought to the laboratory and separated in the fraction called 'Other species', with the presence of leaves, twigs, flowers, fruits and material not identifiable from several species; fraction 'Pseudobombax' material identifiable species *Pseudobombax* aff. *campestre*, which were subsequently dried and weighed. The accumulated biomass for fractions was converted to kg ha⁻¹, that by this extrapolation was calculated also the contents of macro and micronutrients. The study period was accumulated litter from May 2011 to April 2012. The deposited litter was sampled in the same transects, which were distributed in each of three collectors positioned below the canopy of *P. aff. campestre*, with 0.5 mx 0.5 m and 0.70 m above ground level, with nylon mesh screens of 2 mm, a total of 15 collectors. Was collected monthly, and adopted the same procedures litter accumulated. The sample period of the litter was placed from November 2011 to October 2012. For the evaluation of the monthly variation of the biomass of each fraction, it was considered a completely randomized design (CRD), where treatments for the months of the year (12 treatments) and repetitions transects (5 repetitions). To determine the monthly variation of the concentration of each fraction was used the same CRD with the same treatment (12 months of the year) and repetitions were represented by three replicates (3 replicates) taken from a homogenized sample milled type Wiley. For the analysis of correlation with climatic variables in both fractions, we used the PEARSON correlation. The results were tested with a 5% level of probability. Litter accumulated average was 8900 kg ha⁻¹ and deposited 5400 kg ha⁻¹. There were peaks of accumulation and deposition at the end of the dry season, thus demonstrating a

seasonal. Litter accumulated in both the levels and the content, the highest concentrations of macronutrients were N and Ca, Fe and micronutrient was The only nutrient that had a significant correlation with climatic variables were: N, P and S for both fractions and variables, Fe and Cu in fraction *Pseudobombax* for both variables. The total accumulation of macronutrients was 292.42 kg ha⁻¹ and micronutrients was 10.34 kg ha⁻¹. Litter deposited, both the contents and the content, the highest deposition of macronutrients N and Ca, and boron was Mn. The only nutrient that had a significant correlation with climatic variables were: N for both fractions in variable rainfall, P, Mg, Mn and B, for the fraction of other species in the variable temperature, and Cu in fraction *Pseudobombax* in variable temperature. The total deposition of macronutrients was 203.23 kg ha⁻¹ and micronutrients were 3.62 kg ha⁻¹. The efficient use of nutrients, S and Cu were the macro and micronutrient respectively greater efficiency by species of the site, as well as the *P. aff. campestre* was efficient for all nutrients.

Keywords: nutrient cycling, forest nutrition, accumulated litter, litter deposited.

1. INTRODUÇÃO GERAL

Nos últimos anos tem sido crescente o número de pesquisadores que dedicam estudar em biomas brasileiros, principalmente na área da biogeografia, vegetação e ecologia vegetal.

No bioma Mata Atlântica, os afloramentos rochosos graníticos podem ocorrer tanto no litoral como no interior. São paisagens frequentes na região sudeste do Brasil, mas, apesar disto, são escassos os trabalhos de análise estrutural da vegetação sobre afloramentos rochosos. Esta vegetação apresenta-se normalmente agrupada em moitas de porte herbáceo de diferentes dimensões, intercaladas com rocha nua ou recoberta por líquens, embora possam ocorrer também escrupe (formações arbustivas) e até formações florestais (CAIAFA; SILVA, 2007).

Dentro desta perspectiva florística sobre afloramentos rochosos, Semir (1991) utiliza o termo “Complexos rupestres em quartzito”, para a vegetação sobre quartzito, leva em consideração a litologia e geomorfologia, ocorrente na cadeia do Espinhaço. Este mesmo autor utiliza o termo “Complexos rupestres em granito”, para designar as formações sobre rochas ígneas, ocorrentes na Mantiqueira, entretanto Benites et al. (2003) propõem o termo “Complexo rupestre de altitude sobre granito” e “Complexo rupestre de altitude sobre quartzito”, diferenciando as formações rupestres de zonas altimontanas, dos demais complexos rupestres de áreas mais baixas condicionadas, principalmente a fatores de ordem litoestrutural.

As rochas podem comportar floras muito distintas das encontradas na vegetação em seu entorno e configuram uma barreira clara para muitas espécies, dada a baixa retenção de água e nutrientes, as poucas alternativas para fixação de raízes, as dificuldades de fixação de sementes e propágulos e muitas vezes há exacerbação de exposição aos ventos, a luminosidade e ao calor, em comparação com áreas vizinhas (LARSON et al., 2000).

As comunidades vegetais apresentam um importante papel na circulação de nutrientes orgânicos e minerais, acumulando-os em sua biomassa e devolvendo-os ao ambiente por meio de diversos mecanismos. A deposição de serrapilheira sobre o solo é uma das principais vias de devolução

de nutrientes em ecossistemas terrestres e suas taxas de produção e decomposição, restauram e mantêm a fertilidade do solo, determinam a produtividade nos ecossistemas, e o equilíbrio do processo de ciclagem de nutrientes como um todo (PALLARDY, 2008).

Dentro deste contexto, para se obter estes conhecimentos, deve-se levar em consideração a ciclagem de nutrientes, através da deposição do material da serrapilheira. Esse material constitui-se na camada de detritos vegetais (folhas, ramos, caules, cascas, frutos e flores) que depositam sobre o solo (OLSON, 1963).

Estudos com ciclagem e deposição de biomassa são abundantes em áreas de formação florísticas naturais e de reflorestamentos, no entanto existem poucos estudos realizados em ecossistemas sobre os afloramentos rochosos (VIBRANS; SEVEGANANI, 2000). Estes ecossistemas ainda carecem de estudos mais detalhados, conhecendo-se muito pouco sobre a regulação dos processos de ciclagem como um todo, pois os complexos rupestres ocorrem sobre uma grande variedade litológica e também em diferentes biomas, sendo assim, uma série de fatores podem regular as trocas de massa e energia nestes ecossistemas (VALIM, 2012).

O Complexo Rupestre em Granito do presente estudo, localizado em Mimoso do Sul, é uma das feições geomorfológicas mais comuns no centro - sul do Espírito Santo, e nestes locais onde as rochas estão expostas, as características ambientais diferem fortemente do seu entorno. Martinelli (2007) indica esta região montanhosa, do sul do Espírito Santo, entre os municípios de Cachoeiro do Itapemirim e Alegre, como uma área prioritária para conservação, pois o seu entorno encontra-se altamente antropizado por bovinocultura, cafeicultura e exploração de granito.

Estudos sobre o desenvolvimento de técnicas, processos de restauração e conservação, assim como a influência de variáveis ambientais na vegetação, buscando o entendimento das relações com o ambiente, são de fundamental importância ao desenvolvimento de estratégias de recuperação de áreas degradadas, de restauração ambiental, manejo e conservação da biodiversidade (GODINHO, 2011).

O presente estudo objetiva analisar a produção de serrapilheira e seu acúmulo, determinar os teores e conteúdos de macro e micronutrientes, correlacionando-os com as variáveis da pluviosidade e da temperatura.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. COMPLEXO RUPESTRE DE GRANITO

Diversos estudos realizados sobre a Fitogeografia e a ecologia da vegetação das comunidades em afloramentos rochosos, demonstram que este tipo de formação vegetacional está inserida em biomas distintos (SCARANO, 2007).

Áreas de afloramentos rochosos são relativamente frequentes em várias partes do mundo (MARES, 1997). Em algumas áreas a vegetação pode ser constituída restritamente por um estrato herbáceo mais ou menos contínuo, entremeado por pequenos arbustos perenifólios e esclerófilos. Apesar dessa caracterização, estes não constituem um tipo homogêneo de vegetação, mas um mosaico de comunidades relacionadas e controladas pela topografia, declividade, microclima e natureza do substrato (GIULIETTI et al., 2000). Estas plantas que se estabelecem neste local crescem diretamente sobre a rocha exposta, formando assim ilhas de vegetação, que apresentam tamanhos variados (MEIRELLES et al., 1999).

Porembski (2007) fornece uma visão ampla e compara afloramentos rochosos (inselbergs) tropicais granito-gnáissicos na África e nas Américas. Ele elabora uma lista abrangente das típicas comunidades vegetais conforme as características das plantas predominantes, suas associações e adaptações onde estão inseridas. Seguindo uma tendência de definição da biodiversidade sobre *hotspots*, este mesmo autor identificou três lugares ricos em diversidades de espécies e de endemismo sobre afloramentos rochosos, são estes: (a) Sudeste do Brasil, (b) Madagascar (c) e o sudoeste da Austrália.

Nestas áreas, o termo campo rupestre foi primeiramente utilizado por Magalhães (1966) para designar o tipo de vegetação associada a afloramentos rochosos quartzíticos, característico da Serra do Espinhaço, no estado de

Minas Gerais. Este termo vem sendo amplamente utilizado por grande parte dos pesquisadores envolvidos no estudo da vegetação na Serra do Espinhaço, onde autores fazem uma caracterização e uma listagem das espécies existentes (GIULIETTI et al., 1987; MEGURO et al., 1994; PIRANI et al.1994; HARLEY, 1995; GIULIETTI et al. 1997; GIULIETTI et al.,2000; PIRANI et al., 2003; ZAPPI et al., 2003).

Campos rupestres sobre rochas quartzíticas ocorrem, de forma disjunta, fora das abrangências da Serra do Espinhaço, como na Serra de Ibitipoca (RODELA, 1998) e Serra da Canastra (NAKAJIMA; SEMIR, 2001; ROMERO; MARTINS, 2001) em Minas Gerais, e na região da Chapada dos Veadeiros e Serra dos Pirineus, em Goiás (MENDONÇA et al., 1998).

Os campos rupestres podem ocorrer sobre diferentes tipos de rochas, onde predominam o quartzito e solos arenosos originados da decomposição dessa rocha, como citado anteriormente. Outro tipo ocorre no Quadrilátero Ferrífero, em Minas Gerais e na Serra dos Carajás, no Pará, o que se denomina de 'canga', ou seja, um substrato rico em ferro, produto da laterização do solo. São rochas ferruginosas cenozóicas, compostas por fragmentos de hematita cimentados por limonita (RIZZINI, 1979).

Diversas terminologias são aplicadas à vegetação encontrada sobre a 'canga', onde esta pode ser denominada simplesmente campo rupestre (EITEN, 1983) ou como um subtipo de campo limpo (RIZZINI, 1979). Também pode ser chamada de vegetação metalófila (PORTO; SILVA, 1989), caracterizada pela presença de espécies vegetais que, muitas vezes, apresentam nanismo ou gigantismo e, ao mesmo tempo, altas concentrações de metais em seus tecidos (SILVA et al.,1996).

Verificam-se que, mesmo mediante a tal situação, existem mecanismos de tolerância às condições extremas dos solos metalíferos, com características de alta concentração de metais pesados, pobreza de nutrientes e baixa capacidade de retenção de água (SILVA et al, 1996), por meio de alterações fisiológicas, especialmente metabólicas, e modificações da morfologia interna e externa das plantas (PORTO; SILVA, 1989).

A formação de uma vegetação peculiar leva a uma seleção rigorosa de indivíduos nesses ambientes (SILVA; ROSA, 1990), de forma que, as áreas de

afloramentos rochosos abrigam uma vegetação com níveis de diversidade elevada e uma alta ocorrência de endemismo (POREMBSKI; BARTHLOTT, 2000).

Devido à ocorrência de mais de mil espécies endêmicas, o campo rupestre foi considerado uma “fitocória” (área que possui um grande número de táxons endêmicos), que pela configuração insular (restrita aos topos de serras disjuntas) foi referida como “arquipélago” (PRANCE, 1994). As serras constituem-se em sistemas isolados por terrenos mais baixos que atuariam como barreiras geográficas, interferindo na formação de floras autóctones (GIULIETTI; PIRANI 1988).

Segundo Silva (2008), são raros os afloramentos que apresentam a vegetação original preservada e, quando preservados estes locais constituem um ambiente contrastante, com o estabelecimento de vegetação bem característica, desde plantas com aparência rústica e de porte herbáceo até algumas espécies arbóreas.

Afloramentos geralmente são circunvizinhos a fragmentos florestais em diferentes estágios de regeneração que se encontram de certa forma preservados devido aos solos mais rasos, impedindo a mecanização da agricultura (SILVA, 2011).

No Sul do Estado do Espírito Santo, estes afloramentos, são caracterizados como altos topográficos isolados que emergem abruptamente acima das planícies que os cercam (POREMBSKI, 2007), sendo esta uma das feições geomorfológicas mais comuns na paisagem. A região montanhosa entre os municípios de Cachoeiro do Itapemirim, Mimoso do Sul e Alegre, é considerada como prioritária para conservação, além do que, verifica-se ausência parcial ou total de informações biológicas (MARTINELLI, 2007).

Tal região encontra-se muito ameaçada, principalmente, devido à exploração de granito e extensas áreas em bovinocultura e cafeicultura, restando somente às áreas de florestas nativas situadas em locais de difícil acesso ou preservadas em unidades de conservação, ou ainda, nas comunidades vegetais rupícolas características destes ambientes (MARTINELLI, 2007).

Segundo Esgario et al. (2008), a região de Pedra dos Pontões está localizada na área de Alto Calçado, onde está é considerada pelo Instituto de Pesquisa da Mata Atlântica (IPEMA) como uma das áreas no estado do Espírito Santo prioritárias para criação de Unidades de Conservação (UC) e prioritária para conservação da biodiversidade.

A região em estudo se caracteriza sobre afloramentos rochosos graníticos/gnáissicos, onde estes possuem atributos ecológicos muito específicos, tais como: elevadas temperaturas e insolação, baixa umidade relativa do ar, ausência de acúmulo de sedimentos, dificuldade de formação de solos estruturados e retenção de água, substratos oligotróficos carentes em macronutrientes, como por exemplo, fósforo e nitrogênio. As condições ambientais adversas também indicam a existência de uma dificuldade no tempo e no espaço do estabelecimento da vegetação rupícola, além de uma fragilidade destas comunidades vegetais, frente à ação antrópica (POREMBSKI, 2007).

A vegetação local do Complexo Rupestre de Granito de Mimoso do Sul, ES, tem como destaque a espécie *Pseudobombax* aff. *campestre* (COUTO, 2013).

O gênero *Pseudobombax* Dugand pertence à família Malvaceae, subfamília Bombacoideae (ALVERSON et al., 1999; BAYER et al., 1999; BAUM et al., 2004; NYFFELER et al., 2005).

Pseudobombax caracteriza-se por incluir representantes, em sua maioria, arbóreos, com troncos inermes, folhas compostas, palmadas, flores com receptáculo frequentemente glanduloso, androceu monadelfo, anteras monotecas e cápsulas com paina abundante (Figura 1).



Figura 1. Aspectos morfológicos e ecológicos do gênero *Pseudobombax* na Bahia. **A.** Indivíduo de *P. calcareum* em afloramento calcário na Serra do Ramalho; **B.** Tronco com estrias longitudinais verdes em *P. simplicifolium*; **C.** Indivíduo de *P. parvifolium* em caatinga; **D.** Folhas palmadas, agrupadas no ápice dos ramos de *P. longiflorum*; **E.** Ápice do pecíolo dilatado (marcado por cicatrizes) em *P. tomentosum*; **F.** Folhas unifolioladas agrupadas nos braquioblastos em *P. simplicifolium*; **G.** Estípula caduca em ramo jovem de *P. longiflorum*; **H.** *P. parvifolium* em flor; **I-J.** Ovário cônico-oblongóide de *P. grandiflorum* (I) e detalhe do ovário com microtricomas peltados (J); **K.** Cálice truncado e glândulas no receptáculo em *P. parvifolium*. **L.** Cápsula cilíndrica e apiculada, com cálice persistente de *P. marginatum*. (FONTE: CARVALHO-SOBRINHO, 2006).

O gênero compreende 22 espécies com distribuição neotropical (ROBYNS, 1967; FERNÁNDEZ-ALONSO, 2001), das quais 16 ocorrem no Brasil. Diferencia-se das demais Bombacoideae pela presença de estrias longitudinais verdes no tronco, pecíolo com ápice dilatado, folíolos não articulados e tricomas tufosos na face abaxial das pétalas (CARVALHO-SOBRINHO, 2006).

Segundo Couto (2013) em seu estudo, o nome ainda impreciso (*Pseudobombax* aff. *campestre*) está sendo utilizado em função do

compartilhamento de similaridade morfológica (nas folhas, flores, frutos, sementes) e evolutiva da morfo-espécie estudada com a morfo-espécie típica de *P. campestre*. Um estudo elaborado por Carvalho-Sobrinho está sendo definido em uma tese sobre a sistemática filogenética e revisão taxonômica do grupo.

O gênero *Pseudobombax* possui ampla distribuição no Brasil, sendo observados em diversos ecossistemas, tais como a Floresta Ombrófila, Floresta Semidecídua, Restinga, Caatinga, Cerrados e Campo Rupestre, havendo grande ocorrência de espécies sobre formações calcárias (CARVALHO-SOBRINHO, 2006).

Para a espécie *P. aff. campestre*, segundo Carvalho-Sobrinho (2006), ela é endêmica da Cadeia do Espinhaço nos estados de Minas Gerais e Bahia, onde apresenta distribuição restrita à Chapada Diamantina, em cotas altitudinais superiores a 900m em campos rupestres.

Segundo Couto (2013), na localidade do Complexo Rupestre de Granito de Mimoso do Sul, ES, a *P. aff. campestre* se distribui em diversas topografias (onduladas a verticalizadas). Esta espécie apresenta altura média 7,75 m (\pm 3,26) e diâmetro médio a 1,3m do solo 46,43 cm (\pm 31,90) e diretamente sobre superfície rochosa, com epifitismo bem evidenciado (Figura 2).

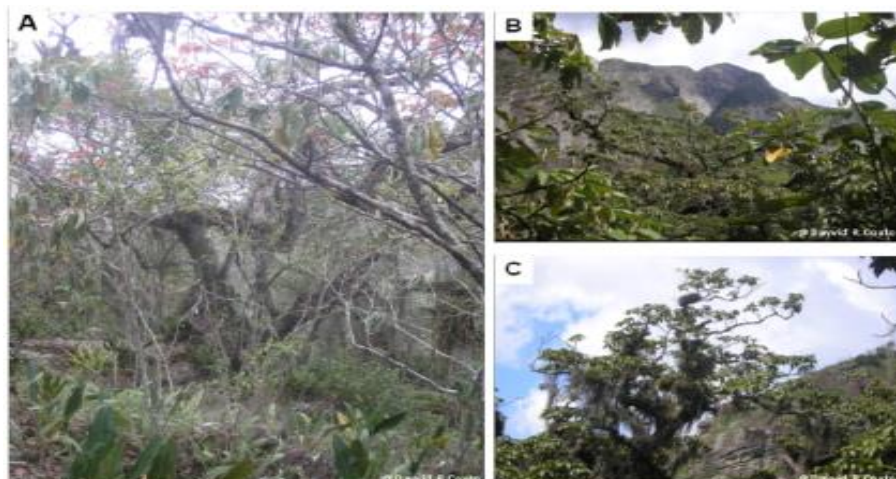


Figura 2. Distribuição de *P. aff. campestre* no Complexo Rupestre de Granito de Mimoso do Sul . (A e B) destaque para a comunidade rupícola; (C) Indivíduo de grande porte com grande riqueza epifítica. (FONTE: COUTO, 2013).

As informações sobre a biologia das espécies vegetais que ocorrem em afloramentos rochosos no Brasil são escassos, tornando-se difícil a elaboração de um diagnóstico preciso da atual situação, impossibilitando desta forma adoções de medidas para a conservação destes ambientes (OLIVEIRA; GODOY, 2007).

Caiafa e Silva (2005) afirmam que são necessários mais estudos sobre esta vegetação, investigando suas relações fitogeográficas, ecológicas e fisionômicas, para dessa forma avaliar com mais segurança a conservação desta formação florística.

Contudo, informações sobre a contribuição das espécies rupícolas no incremento de biomassa e ciclagem de nutrientes em ecossistemas rupestres, como os afloramentos rochosos, apresentam poucas publicações, sendo necessária a busca de novos conhecimentos.

Com relação ao solo, este é um compartimento ecológico importante sob o qual estão estabelecidas as comunidades e espécies vegetais. Embora o ambiente apresente uma aparente homogeneidade, há uma considerável diversidade de pedo-ambientes e de mosaicos vegetacionais sobre os afloramentos rochosos (BENITES et al.,2007).

Estudos investigativos em afloramentos rochosos são extremamente importantes, pois denotam alto grau de especiação em ambientes com relações muito claras da influência do substrato, sendo assim, apresentam grande importância para o entendimento da evolução da cobertura vegetal, sobretudo, quanto estão inseridas dentro de pedossequências (sequência diferenciada de solos em uma mesma área em estudo). Pesquisas que buscam interações florísticas entre afloramentos rochosos e solos circundantes auxiliam no entendimento da dinâmica de ocupação de espaços (SILVA, 2011).

A área do Complexo Rupestre de Granito deste estudo, a rocha em alguns pontos apresenta pequena camada de serrapilheira fornecida pela vegetação rupestre, assentada sobre uma espessa camada de solo, do tipo Neossolo Litólico, de acordo com a classificação de solos da EMBRAPA, (2009).

2.2. CICLAGEM DE NUTRIENTES

As relações quantitativas de ciclagem de nutrientes minerais nos ecossistemas, como parte integrante do ciclo biogeoquímico geral, são objetos de numerosos estudos. Na América tropical e subtropical, as pesquisas abordam aspectos parciais de comportamento nutricional de ecossistemas florestais. O processo de ciclagem de nutrientes nos ecossistemas pode ser caracterizado em três tipos: ciclo geoquímico, o biogeoquímico e o bioquímico (SWITZER; NELSON, 1972).

O ciclo geoquímico envolve a transferência de elementos dentro e/ou fora do ecossistema, onde as entradas no ecossistema ocorrem pelos nutrientes oriundos do ar, das precipitações, da intemperização das rochas, da fixação biológica do nitrogênio e também da fertilização artificial. As saídas, por outro lado, são representadas pelas perdas por erosão, lavagens, volatilização e pela remoção de nutrientes pela colheita florestal (PRITCHETT, 1986).

O ciclo Biogeoquímico, a vegetação devolve nutrientes ao solo por meio da circulação de matéria orgânica, que é representada pela deposição de serrapilheira e pela morte de raízes, principalmente as finas (VOGT et al., 1986). Outro modo de transferência de nutrientes da vegetação para o solo é pelas águas de precipitação interna da floresta e de escoamento pelos troncos (ARCOVA; CICCIO, 1987).

Existe um grande número de elementos minerais na natureza e que são absorvíveis de várias formas pelas plantas, desempenhando diferentes funções dentro delas, podendo alguns serem tóxicos, e outros indispensáveis à sua sobrevivência (GONÇALVES et al, 2010).

Dentre esses elementos, destacam-se os essenciais, que compreendem nutrientes fundamentais à sobrevivência das plantas, pois fazem parte de compostos ou participam de reações sem as quais a planta não completa seu ciclo de vida. São classificados como macro ou micronutrientes, de acordo com suas concentrações relativas no tecido vegetal (MALAVOLTA et al., 1997).

Dentro deste contexto nutricional, o ciclo bioquímico é uma forma em que os nutrientes se redistribuem nas plantas. Este consiste em uma transferência dos tecidos velhos para os tecidos novos, de forma a ocorrer uma

manutenção, onde alguns destes apresentam uma maior mobilidade no interior da planta, como é o caso dos macronutrientes N, P, K e Mg, porém sendo de menores proporções para o Ca, S e micronutrientes pouco móveis ou imóveis (MALAVOLTA; MALAVOLTA, 1989)

Grande parte dos nutrientes presentes nas folhas durante seu crescimento e desenvolvimento, é transferida durante a senescência desse tecido para órgãos reprodutivos ou em crescimento. A senescência culmina com a morte foliar, no entanto esse estágio só é atingido após os processos de senescência remobilizarem os nutrientes para outras partes da planta. Na fase inicial da senescência, principia a hidrólise das proteínas cloroplásticas e os aminoácidos liberados podem ser exportados para regiões reprodutivas, como grãos em crescimento (FERNANDES; SOUZA, 2006).

Dentro deste contexto de mobilização dos nutrientes, Himmelblau e Amasino (2001) citam como exemplo que, a remobilização de N, P e K em folhas de *Arabidopsis*, foi de 80% durante a senescência.

Os nutrientes como o carbono, nitrogênio, fósforo e cálcio, são elementos em que a principal via de transferência é a serrapilheira. O potássio, de forma diferenciada, é devolvido por meio da precipitação interna; e quanto ao magnésio, este é variável entre diferentes florestas (COLE; RAPP, 1980).

Diversos estudos foram desenvolvidos com ciclagem de nutrientes em formações vegetacionais da Floresta Atlântica, e como destaque, pode-se citar os trabalhos desenvolvidos em Floresta Estacional Semidecidual, onde produção de serrapilheira ocorre em épocas diferentes do ano, e consequente distribuição e transferência dos nutrientes (VITAL et al., 2004). Os ambientes de Restingas também são avaliados esta ciclagem (MORAES; DOMINGOS, 1997; MARIANO et al, 2007); assim como os agroecossistemas (ARATO et al, 2003; BOER et al., 2007).

Buscando compreender a contribuição de determinadas espécies arbóreas para a manutenção da fertilidade dos solos naturais, estudos são realizados com espécies isoladas, podendo ser citados, os trabalhos realizados com espécies nativas por Mariano et al. (2007) para *Coccoloba ramosissima* Wedd (Polygonaceae); e com espécies exóticas: Caldeira et al.(1999a,1999b)

para *Acacia mearnsii* De Wild.; e Cunha et al (2005), para *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden.

Estudos subdividem a serrapilheira em acumulada e serrapilheira depositada, ou seja, o material que acumula diretamente sobre o solo e aquele antes de atingir o solo, respectivamente.

É importante ressaltar que, as deposições entre as serrapilheiras são diferenciadas. Ao se fazer uma análise do estudo de Silva et al (2009), estes afirmam que, a produção de serrapilheira apresenta um aspecto sazonal bem evidente (picos de produção na estação seca e outro na chuvosa). Estes mesmos autores verificam que, a variabilidade temporal da serrapilheira depositada (CV = 47,3%) é muito maior que a variabilidade temporal da serrapilheira acumulada (CV = 16,%), indicando que existem dinâmicas distintas. Nesse sentido, os valores para a serrapilheira depositada tornam-se elevados no período seco e baixo no período chuvoso, e que na serrapilheira acumulada para estes mesmos períodos os valores praticamente são constantes.

A serrapilheira acumulada nas florestas sucessionais tropicais úmidas podem alcançar valores mais altos do que nas florestas maduras, pois nas florestas sucessionais, em geral ocorre o maior número de espécies decíduas, além das mudanças em sua composição no decorrer do tempo. Assim a taxa de acumulação de serrapilheira é elevada no período de maior crescimento do povoamento, estabilizando-se com a maturidade (MEGURO et al, 1979).

Segundo Bray e Ghoran (1964), há uma relação entre deposição anual de serrapilheira e o estágio de desenvolvimento de uma floresta. É comum o incremento de deposição de serrapilheira até a idade de fechamento das copas com posterior declínio ou estabilização. Mochiutti et al (2006) em um estudo em Floresta Secundária no Amapá, percebeu que o fechamento da copa não tinha sido atingido, havendo assim um incremento de produção de serrapilheira.

Esta situação pode ser comprovada através dos resultados do estudo de Hayashi (2006), onde a Floresta Ombrófila Densa de característica primária (floresta madura – de estágio mais avançado do seu desenvolvimento) apresenta um acúmulo de 3600 kg ha⁻¹ em sua serrapilheira (Tabela 1).

No estudo de Backes et al (2005) em Floresta Ombrófila Mista, percebe-se que os valores estão muito acima dos estimados, no entanto estes afirmam que os processos de decomposição apresentaram uma maior lentidão neste ecossistema, e que o tempo necessário para renovação ultrapassou um ano, determinando assim esse maior acúmulo, já que o período de análise nesta pesquisa foram de dois anos (Tabela 1).

Tabela 1 . Acúmulo de serrapilheira (kg ha⁻¹) em diferentes tipologias florestais brasileiras

Tipologia Florestal	Características	Local	Acumulada (kg ha ⁻¹)	Referência
Floresta Ombrófila Densa Submontana	Floresta muito alterada	Silva Jardim, RJ	8500	Borém; Ramos (2002)
Floresta Estacional Decidual	Floresta Secundária	Santa Maria, RS	8800	Kleinpaul et al. (2005)
Floresta Ombrófila Mista Montana	Floresta secundária	General Carneiro, PR	8000	Caldeira et al. (2007)
Floresta Estacional Semi-Decidual	Floresta Secundária	São Gabriel, RS	8400	Vogel; Schumacher (2010)
Floresta Estacional Semi-Decidual	Floresta Secundária	Cachoeiro de Itapemirim, ES	7500	Gonçalves (2008)
Floresta Estacional Semi-Decidual	Zona Ripária	Botucatu, SP	6200	Vital et al. (2004)
Floresta Estacional Semi-Decidual	Floresta Secundária	Cachoeiro de Itapemirim, ES	5500	Godinho (2011)
Floresta Ombrófila Densa	Floresta Primária	Capitão Poço, PA	3600	Hayashi (2006)
Floresta Ombrófila Mista		São Francisco de Paula, RS	14300	Backes et al. (2005)

Dentro desta perspectiva, caracterizam-se as florestas perturbadas (seja por ações antrópicas ou por fenômenos naturais) como florestas

sucessionais (ou secundárias). Martins e Rodrigues (1999) afirmam que, áreas mais perturbadas apresentam um número muito elevado de espécies pioneiras que têm um crescimento rápido, ciclo de vida mais curto, investindo pesadamente na produção de biomassa em um curto espaço de tempo. Leitão-Filho et al. (1993) dizem que, as áreas menos perturbadas possuem um pequeno número de espécies pioneiras, apresentando menor produção líquida de biomassa. Desta forma, diferenças na produção de serrapilheira entre trechos próximos, podem estar relacionadas aos diferentes graus de perturbação que são encontrados dentro de um mesmo tipo florestal (WERNECK, 2001).

Os teores dos macronutrientes da serrapilheira acumulada também tem sido alvo de estudos, pois estes demonstram valores dos nutrientes a serem liberados para o solo via decomposição. A Tabela 2 demonstra os valores de algumas tipologias florestais.

Tabela 2 . Teores dos macronutrientes da serrapilheira acumulada em diferentes tipologias florestais

Tipologia Florestal	Local	macronutrientes (g kg ⁻¹)					Ref.	
		N	P	K	Ca	Mg		S
Floresta Estacional Semidecidual	Cacheiro de Itapemirim, ES	17,27	0,76	2,55	29,5	2,21	1,36	Godinho (2011)
Floresta Estacional Semidecidual	São Gabriel, RS	15,73	0,63	1,82	14,2	2,05	1,05	Vogel; Schumacher (2010)
Floresta Estacional Semidecidual (zona ripária)	Botucatu, SP	21,6	1,4	6,2	22,8	4,4	-	Vital et al. (2004)

Percebe-se que os valores do estudo de Godinho (2011) se assemelham em alguns nutrientes aos de Vogel e Schumacher (2010). No entanto os valores de Vital et al. (2004) em muito se diferenciam, apesar de serem uma mesma tipologia florestal.

De acordo com Caldeira (2003), diferentes teores, assim como os conteúdos de macronutrientes, podem estar relacionados com a mobilidade destes dentro da planta. Figueiredo-Filho et al. (2003), afirmam que as diferenças de valores se mostram muito variáveis nas diversas tipologias

brasileiras, onde muitos são os fatores (bióticos e abióticos) que determinam essas diferenças.

Para os micronutrientes, poucos são os trabalhos realizados com serrapilheira acumulada, no entanto pode ser citado o estudo de Godinho (2011), onde este encontrou um teor médio de 1244,1 mg kg⁻¹ de Ferro, 7,34 mg kg⁻¹ de Cu, 296,54 mg kg⁻¹ de Mn, 31,15 mg kg⁻¹ de Zn e 38,17 mg kg⁻¹ de B.

Os conteúdos dos nutrientes são determinados pela biomassa seca (kg ha⁻¹) multiplicado pelos teores dos macro e micronutrientes (g kg⁻¹ e mg kg⁻¹, respectivamente) que se acumulam sobre o solo em kg ha⁻¹ e g ha⁻¹, respectivamente. Segundo Caldeira et al. (2010), estes determinam a capacidade de produtividade do ecossistema. As Tabelas 3 e 4 demonstram valores da serrapilheira acumulada dos macronutrientes e micronutrientes de algumas tipologias florestais, respectivamente.

Tabela 3 . Conteúdo total dos macronutrientes na serrapilheira acumulada de algumas tipologias florestais brasileiras.

Tipologia Florestal	macronutrientes (kg ha ⁻¹)						Ref.	
	N	P	K	Ca	Mg	S		
Floresta Estacional Semidecidual	94,9	4,14	14,03	161,0	12,1	7,35	Godinho (2011)	
Floresta Estacional Semidecidual	139,4	5,6	15,33	121,1	17,5	9,48	Vogel; Schumacher (2010)	
Floresta Estacional Semidecidual (zona ripária)	217,76	11,5	52,79	199,8	38,7	-	Vital et al. (2004)	
Floresta Estacional Decidual		303,4	10,5	40,0	305,8	43,3	14,9	Vogel (2005)
Floresta Ombrófila Mista Montana		95,66	5,43	45,32	36,84	7,56	14,7	Caldeira et al. (2007)
Floresta Ombrófila Densa Submontana	(A) ¹	67,45	2,61	11,77	40,22	12,8	7,10	Caldeira et al. (2008)
	(B) ²	73,08	2,77	11,70	60,92	13,1	7,28	
	(C) ³	88,76	2,78	9,00	41,23	13,8	9,40	

(A)¹ Floresta em Estágio Inicial; (B)² Floresta em Estágio Intermediário; (C)³ Floresta em Estágio Avançado

Tabela 4 . Conteúdo total dos micronutrientes na serrapilheira acumulada de algumas tipologias florestais brasileiras.

Tipologia Florestal	micronutrientes (kg ha ⁻¹)					Referência
	Fe	Cu	Mn	Zn	B	
Floresta Estacional Semidecidual	7,06	0,04	1,61	0,17	0,2	Godinho (2011)
Floresta Estacional Semidecidual	4,46	0,10	6,5	0,25	0,21	Vogel; Schumacher (2010)
Floresta Ombrófila Mista Montana	27,29	0,15	6,92	0,34	0,22	Caldeira et al. (2007)

Estes resultados das Tabelas 3 e 4, demonstram o que já fora anteriormente afirmado por Caldeira (2003) e Figueiredo-Filho et al. (2003), que existem diferenças nos valores dos nutrientes entre as tipologias florestais.

Diante desta perspectiva do funcionamento dos ecossistemas nativos, desenvolverem estudos em que se compreenda a dinâmica da quantificação da deposição vegetal (serrapilheira depositada), são ferramentas de possíveis ações que possam intervir em áreas fortemente antropizadas e em vias de degradação, visando assim sua recuperação e sua preservação (GODINHO, 2011).

Estudos em serrapilheira depositada foram realizados em algumas tipologias florestais, conforme demonstra a Tabela 5.

Tabela 5 . Produção de serrapilheira depositada (kg ha⁻¹) em diferentes tipologias florestais brasileiras.

Tipologia Florestal	Características	Local	Depositada (kg ha ⁻¹)	Referência
Campos Rupestres (Afloramento Rochoso - canga)	Vegetação herbáceo-arbustiva	Ouro Preto, MG	1200	Valim et al. (2011)
	Vegetação de porte arbóreo		3300	
	Floresta Estacional Semidecidual		4600	
Mata Atlântica Secundária	Floresta Secundária	Santa Maria do Jetibá-ES	5700	Calvi et al. (2009)
	Floresta Secundária Antiga		5700	
Continua...				

Tabela 5 . Continuação:

Floresta Estacional Semi-Decidual	Clareiras no interior da Floresta	Campinas, SP	5900	Martins; Rodrigues (1999)
	Floresta Secundária (fase inicial)		5200	
Floresta Ombrófila Densa Submontana	Floresta Secundária (fase média)	Antonina, PR	5400	Dickow (2010)
	Floresta Secundária (fase final)		5300	
	Floresta Preservada		6800	
Floresta Estacional Semi-Decidual	Floresta Intermediária	Ouro Preto, MG	6600	Werneck et al. (2001)
	Floresta Secundária jovem (40 anos)		5100	
Floresta de Transição		Sinop, MT	8900	Silva et al. (2009)
	Floresta Secundária		11700	
Floresta Estacional Semi-Decidual	Floresta Secundária inicial	Viçosa, MG	6300	Pinto et al. (2008)
	Floresta Secundária madura		8800	
Floresta Amazônica	Terra Firme	Melgaço, PA	9300	*Silva et al. (2009)
		Belém, PA	9900	*Franken et al. (1979)
Mata Atlântica Secundária	Floresta	Mangaratiba, RJ	7900	*Pereira et al. (2008)

*citado por Caldeira et al. (2010)

O estudo realizado por Valim et al. (2011), em Afloramento Rochoso apresentou valores de deposição bem diferenciados entre as características

vegetacionais que o ecossistema possui, assim como diferenciou entre outras tipologias existentes (Tabela 5).

Percebe-se que tipologias florestais diferentes, mas de características secundárias os valores deposicionais (kg ha^{-1}) se aproximam (CALVI et al., 2009; MARTINS; RODRIGUES, 1999; DICOW, 2010; WERNECK et al., 2001). No entanto os outros estudos mostram valores diferenciados, mas isso corrobora ao que já fora anteriormente afirmado por Figueiredo Filho et al. (2003), os valores são variáveis (entre as tipologias brasileiras), pois as diferenças estão associadas aos fatores bióticos e abióticos (Tabela 5).

Sabe-se que os conteúdos (kg ha^{-1}) são a relação da biomassa com os teores dos nutrientes (biomassa x teores), conseqüentemente os valores obtidos apresentam uma influência na produtividade do ecossistema. Em muitos estudos de serrapilheira depositada, os valores dos macro e micronutrientes apresentam diferenças em relação às tipologias florestais conforme demonstra a Tabela 6.

Tabela 6 . Conteúdo dos macro e micronutrientes na serrapilheira depositada em algumas tipologias florestais brasileira.

Tipologia Florestal	Características	N	P	K	Ca	Mg	S	Ref.
		macronutrientes kg ha^{-1}						
Floresta Estacional Semi-decidual	Floresta Secundária	172,2	8,91	67,6	216,9	27,33	13,55	Godinho (2011)
Floresta Ombrófila Mista Montana	Floresta em sucessão	185,3	13,6	25,3	223,1	62,54	-	Oliveira (2010)
Silvicultura <i>Pinus elliotti</i> Engelm	Plantio de 38 anos	83,39	6,44	13,5	185,1	34,15	-	
Mata Atlântica Secundária	Floresta Secundária Antiga	38,18	2,39	7,35	-	-	-	Calvi et al. (2009)
Floresta Estacional Semi-Decidual	(10 anos)	165,5	5,4	50,1	88,9	29,1	-	Toledo et al. (2002)
	(50 anos)	218,9	5,8	67,4	107,7	37,6	-	
Continua...								

Tabela 6 . Continuação:

Floresta Tropical Úmida	-	8,6	129	239,7	22,2	-	Golley et al. (1978)	
Floresta Baixo Montana Úmida	-	2,6	90,6	97,7	32,9	-		
Floresta Estacional Semi-decidual	218	11,5	52,8	199,8	38,8	-	Vital et al. (2004)	
Floresta Estacional Semi-decidual	Floresta Secundária inicial	137	4,52	16,6	89,37	20,85	-	Pinto et al. (2008)
	Floresta Secundária madura	179,8	7,87	45,5	179,3	26,19	-	

Tabela 6 . Continuação:

Tipologia Florestal	Características	Zn	Fe	Mn	Cu	B	Ref.
		micronutrientes kg ha ⁻¹					
Floresta Estacional Semi-decidual	Floresta secundária	0,24	2,32	2,05	0,05	0,51	Godinho (2011)
Floresta Ombrófila Mista Montana	Floresta em sucessão	36,78	10,89	0,57	0,25	-	Oliveira (2010)
Silvicultura <i>Pinus elliotti</i> Engelm	Plantio de 38 anos	22,04	10,6	0,38	0,06	-	Toledo et al. (2002)
Floresta Estacional Semi-Decidual	(10 anos)	0,65	10,0	6,65	0,26	-	
	(50 anos)	0,81	10,6	7,74	0,27	-	
Floresta Tropical Úmida		0,3	0,5	0,4	0,1	-	Golley et al. (1978)
Floresta Baixo Montana Úmida		0,4	2,3	3,3	0,1	-	

Diante do exposto é importante entender que, os estudos de ciclagem dos nutrientes melhoram compreensão da dinâmica dos ecossistemas e seus

processos ecológicos, assim como a adaptação de espécies a ambientes frágeis e pobres quimicamente (como os afloramentos rochosos, p. ex.).

Estes estudos permitem estimar os estoques de nutrientes presentes nos compartimentos destes ecossistemas e as transferências entre eles, de forma que, estes podem retratar as estratégias das comunidades para enfrentar as adversidades ambientais (GOLLEY, 1983).

2.3. EFICIÊNCIA DO USO DE NUTRIENTES

A produção de biomassa por unidade de nutriente adquirido ou perdido entre as frações estudadas e a serrapilheira total depositada demonstram a eficiência do uso de nutriente (EUN). Segundo Vitousek (1982), a EUN pode ser utilizada como um índice de disponibilidade quanto aos nutrientes encontrados na serrapilheira. Este índice é definido como o inverso da concentração de nutrientes, onde os altos valores de EUN são considerados como vantajosos em condições de baixas disponibilidades de nutrientes presentes na serrapilheira (AERTS; CHAPIN, 2000).

Vitousek (1982) ressalta que, a economia no uso dos nutrientes expressa a eficiência de utilização destes, pois há uma limitação na produção primária no ambiente, enquanto que a baixa eficiência aponta que o suprimento de nutrientes encontra-se mais adequado. De forma complementar, Jacobson (2009) afirma que, uma baixa eficiência no uso de nutrientes na planta, é porque existe uma melhor fertilidade pelo nutriente no solo, enquanto uma alta eficiência demonstra o oposto.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AERTS, R.; CHAPIN, F.S. The mineral nutrition of wild plants revisited: a reevaluation of processes and patterns. **Advances in Ecological Research**, San Diego, v.30, p.1-67, 2000.

ALVERSON, W.S., WHITLOCK, B.A., NYFFELER, R., BAYER, C.; BAUM, D.A. Phylogeny of the core Malvales: evidence from and the of sequence data. **American Journal of Botany**, Sant Louis, v 86, n 10, p. 1474–1486, 1999.

ARATO, H.D.; MARTINS, S.V.; FERRARI, S.H.S. Produção e decomposição de serapilheira em um sistema agroflorestal implantado para recuperação de área degradada em Viçosa-MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.5, p.715-721. 2003.

ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V. Fluxo de nutrientes através da precipitação interna e escoamento pelo tronco em floresta natural secundária no Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo Cunha - SP. **Boletim Técnico do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 41, n. 1, p. 37 – 58, mar.1987.

BACKES, A.; PRATES, F.L.; VIOLA, M.G. Produção de serapilheira em Floresta Ombrófila Mista, em São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v.19(1), p.155-160. 2005.

BAUM, D.A.; SMITH, S.D.; YEN, A.; ALVERSON, W.; NYFFELER, R.; WHITLOCK, B.A.; OLDHAM, R.L. Phylogenetic relationships of Malvaceae (Bombacoideae and Malvoideae; Malvaceae sensu lato) as inferred from plastid DNA sequences. **American Journal of Botany**, Sant Louis, v. 91(11). p.1863 - 1871, 2004.

BAYER, C.; FAY, M.; DE BRUIJN, A.; SAVOLAINEN, V.; MORTON, C.; KUBITZKI, K.; ALVERSON, W.; CHASE, M. Support For An Expanded Family Concept Of Malvaceae Within A Recircumscribed Order Malvales: A Combined Analysis Of Plastid Atpb And Rbcl Dna Sequences. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v.129(4), p. 267-303, 1999.

BENITES, V.M.; CAIAFA, A.N.; MENDONÇA; E.S.; SCHAEFER, C.E.Ç KER, J.C. Solos e vegetação nos complexos rupestres de altitude da Mantiqueira e do Espinhaço. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 10, n. 1, p.76-85, 2003.

_____.; SCHAEFER, C.E.G.R.; SIMAS, F.N.B.; SANTOS, H.G. Soils associated with outcrops in the Brazilian mountain ranges Mantiqueira and Espinhaço. **Revista Brasileira de Botânica**. São Paulo, v.30, n.4, p.569-577, 2007.

BORÉM, R.A.T.; RAMOS, D.P. Variação estacional e topográfica de nutrientes na serapilheira de um fragmento de mata atlântica. *Rev. Cerne*, Lavras, v.8, n.2, p. 42-59, 2002.

BOER, C.A.; ASSIS, R.L.; SILVA, G.P.; BRAZ, A.J.B.P.; BARROSO, A.L.L.; CARGNELUTTI-FILHO, A.; PIRES, F.R. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.9, p.1269-1276, 2007.

BRAY, R.J.; GORHAM, E. Litter productions in forest of the world. **Advances in Ecological Research**, London, v.2, p.101-157, 1964.

CAIAFA A.N.; SILVA A.F. Composição florística e espectro biológico de um campo de altitude no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Minas Gerais-Brasil. **Rodriguesia**, Rio de Janeiro, v. 56 (87), p.163 – 173, 2005.

_____. Structural analysis of the vegetation on a highland granitic rock outcrop in Southeast Brazil. **Revista Brasileira Botânica**, São Paulo, v.30 (4). p. 657 – 664, 2007.

CALDEIRA, M. V. W., PEREIRA, J.C., SCUMCHER, M.V., DELLA-FLORA, J.B., SANTOS, E.M., Comparações entre as concentrações de nutrientes nas folhas e nos folhedos em um povoamento de *Acacia mearnsii* De Wild. No Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, vol. 9, n.1, p. 19-24, 1999a.

_____. Comparações entre as concentrações de nutrientes nas folhas e nos folhedos em um povoamento de *Acacia mearnsii* De Wild. **Revista Árvore**, Viçosa, vol. 23, n.4, p. 489-492, 1999b.

_____.; **Determinação de biomassa e nutrientes em uma Floresta Ombrófila Mista Montana em General Carneiro, Paraná.** 2003. 176 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

_____.; MARQUES, R.; SOARES, R.V.; BALBINOT, R. Quantificação de serapilheira e de nutrientes – Floresta Ombrófila Mista Montana – Paraná. **Revista Acadêmica**, Curitiba, v.5, n.2, p. 101-116, 2007.

_____.; VITORINO, M.D.; SCHAADT, S.S.; MORAES, E.; BALBINOT, R. Quantificação de serapilheira e de nutrientes em uma floresta ombrófila densa. **Ciências agrárias**, Recife, v.29, n.1, p.53-68, 2008.

_____.; SCHUMACHER, M.V.; VIERA, M.; GONÇALVES, E.O.; GODINHO, T.O. Ciclagem de nutrientes, via deposição e acúmulo de serapilheira, em ecossistemas florestais. In: CHICHORRO, J.F.; GARCIA, G.O.; BAUER, M.O. **Tópicos em Ciências Florestais**, Visconde do Rio Branco, p. 57-82, 2010.

CALVI, G.P.; PEREIRA, M.G.; ESPÍNDULA JÚNIOR, A. Produção de serapilheira e aporte de nutrientes em áreas de Floresta Atlântica em Santa Maria de Jetibá, ES. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v.19, n.2, p.131-138, abr./jun., 2009.

CARVALHO-SOBRINHO, J.G.; **O gênero *Pseudobombax* Dugand (Malvaceae, Bombacoideae) no Estado da Bahia, Brasil** Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, BA, 2006.

COLE, D. W.; RAPP, M. Elemental cycling in forested ecosystems. In: Reichle, D. E. Ed. **Dynamic properties of forest ecosystems**. Cambridge: Cambridge University, p. 341 – 409. 1980.

COUTO, D.R. **Epífitos vasculares sobre *Pseudobombax* aff. *campestre* (MALVACEAE) em complexos rupestres de granito no sul do Espírito Santo, Brasil**. [Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-graduação em Ciências Florestais, Universidade Federal do Espírito Santo Jerônimo Monteiro, ES. 2013].

CUNHA, G.M.; GAMA-RODRIGUES, A.C.; COSTA, G.S. Ciclagem de nutrientes em *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden no Norte Fluminense. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.3, p.353-363, 2005.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de Classificação de solos**. Centro Nacional de Pesquisas de Solos, Rio de Janeiro, 412p. 2009.

ESGARIO, C.P.; RIBEIRO, L.F.; SILV, A. G. O. Alto Misterioso e a vegetação sobre rochas em meio à Mata Atlântica, no Sudeste do Brasil. **Natureza on line**, 6(2), p. 55-62, [on line] <http://www.naturezaonline.com.br>, 2008.

FERNÁNDEZ-ALONSO, J.L. Bombacaceae neotropicae novaevel minuscognitae. Novidades em *Pseudobombax* Dugand y sinopsis de las especies colombianas. **Revista Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales**, Bogota, v.25(97), p.467-476, 2001.

FERNANDES, M.S.; SOUZA, S.R. **Nutrição mineral de plantas**. Ed. Manlio Silvestre Fernandes, Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p 215-252, 2006.

FIGUEIREDO-FILHO, A.; MORAES, G.F.; SCHAAF, L.B.; FIGUEIREDO, D.J. Avaliação Estacional da Deposição de Serapilheira de uma Floresta Ombrófila Mista localizada no Sul do Estado do PR. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.13, n.1, p.4-18, 2003.

GIULIETTI, A. M.; MENEZES, N. L.; PIRANI, J.R.; MEGURO, M. e WANDERLEY, M. G. L. **Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Caracterização e Lista das Espécies**. Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo, São Paulo, v. 9, p.1-151, 1987.

_____ ; PIRANI J. R. Patterns of geographic distribution of some plant species from the Espinhaço Range, Minas Gerais and Bahia, Brazil. In: Vanzolini, P. E.; Heyer, W. R. Proceedings of a workshop on neotropical distribution patterns. **Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro. p. 39-69, 1988.

_____; PIRANI, J. R.; HARLEY, R. M. **Espinhaço Range region**. In: DAVIS, S.D.; HEYWOOD, V. H.; MACBRYDE, O. H.; VILLA-LOBOS, J. e HAMILTON, A. C. (eds.). *Centers of plant diversity: a guide & strategy for their conservation*. Cambridge. p. 397-404. 1997.

_____; HARLEY, R. M.; QUEIROZ, L. P.; WANDERLEY, M. G. L. e PIRANI, J. R.. **Caracterização e endemismos nos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço**. In: CAVALCANTI, T. B. e WALTER, B. M. T. (org.). *Tópicos atuais em botânica*. 1a ed. SBB/CENARGEN, Brasília. p. 311-318, 2000.

GODINHO, T.O. **Quantificação de Biomassa e de Nutrientes na Serapilheira em Trecho de Floresta Estacional Semidecidual Submontana, Cachoeiro de Itapemirim, ES** Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-graduação em Ciências Florestais, Universidade Federal do Espírito Santo Jerônimo Monteiro, ES. 2011.

GOLLEY, F.B.; MCGINNIS, J.T.; CLEMENTS, R.G.; CHILD, D.L.; DUEVER, M.J. **Ciclagem de minerais em um ecossistema de Floresta Tropical Úmida**. Tradução de Eurípedes Malavolta – São Paulo: EPU. Editora da USP, 1978. 256 p.

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

GONÇALVES, M.A.M. **Avaliação da serapilheira em fragmento de floresta atlântica no sul do estado do Espírito Santo**. 2008. 85 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2008.

GONÇALVES, E.O.; ARANTES, M.D.C.; NETO, H.F.; SILVA, A.G.; CALDEIRA **Nutrição Mineral e Qualidade da Madeira**. *Tópicos em Ciências Florestais*. Alegre, UFES, p129-155, 2010.

HARLEY, R. M.. **Flora of the Pico das Almas, Chapada Diamantina-Bahia, Brasil**. Stannard, B. L. E. (ed.). *The trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew, London*, 853p, 1995.

HAYASHI, S.N. **Dinâmica da serapilheira em uma cronossequência de florestas o município de Capitão Poço** [dissertação]. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, Universidade Federal Rural da Amazônia; 2006.

HIMELBLAU, E.; AMASINO, R.M. Nutrients mobilized from leaves of *Arabidopsis thaliana* during leaf senescence. **Journal Plant Physiology**, v.158, p. 1317-1323, 2001.

JACOBSON, T.K.B. **Composição, estrutural e funcionamento de um cerrado sentido restrito submetido à adição de nutrientes em médio prazo**. 2009. 172 p. Tese (Doutorado em Ecologia) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

KLEINPAUL, I.S.; SCHUMACHER, M.V.; BRUN, E.J.; BRUN, F.G.K.; KLEINPAUL, J.J. Suficiência amostral para coletas de serapilheira acumulada sobre o solo em *Pinus elliottii* engelm, *Eucalyptus* sp. e Floresta Estacional Decidual. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.6, p.965-972, 2005.

LARSON, D.W.; MATTHES, U.; KELLY, P.E. Cliff Ecology. Pattern and Process in Cliff Ecosystems. Cambridge Studies in Ecology. Cambridge, Cambridge University Press, 2000.

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

MALAVOLTA, E. ; MALAVOLTA, M. L. Diagnose foliar: princípios e aplicações. In: BULL, L. T.; ROSOLEM, C. (Ed.). **Interpretação de análise química de solo e planta para fins de adubação**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais: Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, p. 227-308, 1989.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319p.

MARES, M. A. The geobiological interface: granitic outcrops as a selective force in mammalian evolution. **Journal of the Royal Society of Western Australia**. Perth, v 80, p. 131-139, 1997

MARIANO, K.R.S.; AMORIM, S.M.C.; MARIANO-JUNIOR, C.A.S.; SILVA, K.K.A. Produção de serapilheira e retorno de nutrientes ao solo pela espécie *Coccoloba ramosíssima* Wedd. **Revista Brasileira de Biociências** Porto Alegre, (Nota científica), v.5, supl.1, p.381-383, 2007.

MARTINELLI, G. **Mountains biodiversity in Brazil**. Revista Brasileira de Botânica, São Paulo, v.30, n.4, p.587-597, 2007.

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

MEGURO, M.; VINUEZA, G.N.; DELITTI, W.B.C.; CARMO, C.A.F.S.; MELO, W.J. Ciclagem de nutrientes minerais em mata mesófila secundária – São Paulo. I- Produção e conteúdo de nutrientes minerais no folheto. **Boletim de Botânica**, São Paulo, v.7, p.11-31, 1979.

MEGURO, M.; PIRANI, J. R.; GIULIETTI, A. M. & MELLO-SILVA, R.. Phytophysiology & composition of the vegetation of Serra do Ambrósio, Minas Gerais, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.17, p. 149-166, 1994.

MEIRELES, S.T.; PIVELLO, V.R.; JOLY, C.A. The vegetation of granite rock outcrops in Rio de Janeiro, Brazil, and the need for its protection. **Environment Conservation**. Cambridge, v. 26(1), p. 10-20, 1999.

MENDONÇA, R. C.; FELFILI, J. M.; WALTER, B. M. T.; SILVA JÚNIOR, M. C.; REZENDE, A. V.; FILGUEIRAS, T. S. e NOGUEIRA, P.E. Flora Vascular do Cerrado. *In*: SANO, S. M. e ALMEIDA, S. P. **Cerrado ambiente e flora.**, EMBRAPA-CPAC, Planaltina. p. 289-556. 1998.

MOCHIUTTI, S.; QUEIROZ, J.A.L.; MELÉM JR, N.J. Produção de serapilheira e Retorno de Nutrientes de um povoamento de Taxi-branco e de uma Floresta Secundária no Amapá. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n.52, p. 3-20, 2006.

MORAES, R.M.; DOMINGOS, M. Elementos minerais em folhas de espécies arbóreas de Mata Atlântica e Mata de Restinga, na Ilha do Cardoso, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 20, n.2, p.133-138. 1997.

NAKAJIMA, J. N.; SEMIR, J. Asteraceae do Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 24(4), p. 471-478. 2001.

NYFFELER, R.; BAYER, C.; ALVERSON, W.; YEN, A.; WHITLOCK, B.; CHASE, M.; BAUM, D. Phylogenetic analysis of the Malvadendrinaclade (Malvaceae.s.l.) based on plastid DNA sequences. **Organisms, diversity and evolution** v.5, p. 109-123, 2005.

OLIVEIRA, R.B; GODOY, S.A.P. Composição florística dos afloramentos rochosos do Morro do Forno, Altinópolis, São Paulo. **Biota Neotropica**, Campinas, v.7(2), p. 37-48, 2007.

OLSON, J. S. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. *Ecology*, Durham, v. 44, n. 2, p. 322-330, mar./maio 1963.

PALLARDY, S.G. **Physiology of woody plants**. 3 ed. Elsevier.454p. 2008.

PIRANI, J. R.; GIULIETTI, A. M.; MELLO-SILVA, R. e MEGURO, M. Checklist and Patterns of Geographic Distribution of the Vegetation of Serra do Ambrósio, Minas Gerais, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.17, p.133-147, 1994.

_____; MELLO-SILVA, R e GIULIETTI, A. M.. Flora de Grão-Mogol, Minas Gerais. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 21(1), p.1-27, 2003.

POREMBSKI, S.; BARTHLOTT, W. Granitic and gneissic outcrops (inselbergs) as centers of diversity for desiccation-tolerant vascular plants. **Plant Ecology**. v. 151, p.19-28, 2000.

POREMBSKI, S. Tropical Inselbergs: habitat types, adaptive strategies and diversity patterns. **Revista Brasileira de Botânica**, v.30, n.4, p.579-586, 2007.

PORTO, M. L.; SILVA, M. F. F.. Tipos de vegetação metalófila em áreas da Serra dos Carajás e de Minas Gerais, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** Feira de Santana, v 3, p.13-21, 1989.

PRANCE, G.T.The use of phytogeographic data for conservation planning. In: FOREY, P. I.; HUMPHRIES, C.J.; VANE-WRIGHT, R. I. Systematics and Conservation Evaluation. **Systematics Association Special**. Vol. 50. Clarendon Press, Oxford. p. 145-163, 1994.

PRITCHETT, W. L. **Suelos Forestales: propiedades, conservación y mejoramiento**. México, Ed. Limusa, 634 p. 1986.

RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil**. v.2. 2a ed. EDUSP, São Paulo, 374p. 1979.

ROBYNS, A. Bombacaceae. In:B. Maguire et al.The Botany of the Guayana Highland, part VII. **New York Botanical Garden**, New York, v.17(1), p.190-201, 1967.

RODELA, L. G.. Cerrados de altitude e campos rupestres do Parque Estadual do Ibitipoca, sudeste de Minas Gerais: distribuição e florística por subfisionomia da vegetação. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 12, p.163-189, 1998.

ROMERO, R; MARTINS, A. B.. Melastomataceae do Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25(1), p. 19-24, 2001.

SCARANO, F.S., Rock outcrop vegetation in Brazil: a brief overview. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.30, n.4, p.561-568, out.-dez, 2007.

SEMIR, J. **Revisão taxonômica de *Lychnophora* Mart. (Vernoniae: Compositae)**. Tese de Doutorado. Curso de Pós-graduação em Biologia Vegetal, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, SP.1991.

SILVA, A.R., CAXAMBU, M.G.; SILVEIRA, H. Estudo de uma topossequência de solos e vegetação no Parque Estadual Lago Azul (PELA), município de Campo Mourão – PR. In: Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica, 13, Curitiba. **Anais...**Curitiba: Editora UTFPR. 557-560p., 2008.

SILVA, A.R. **Aspectos fitossociológicos e pedológicos em remanescente florestal e florística em afloramento rochoso no município de Campo Mourão, Paraná, Brasil**. Dissertação de mestrado. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR. 2011.

SILVA, J.C.; LOBO, F.A.; BLEICH, M.E.; SANCHES, L. Contribuição de folhas na formação da serrapilheira e no retorno de nutrientes em floresta de transição no norte de Mato Grosso. **Acta Amazonica**, Manaus, vol. 39 (3), p. 591-600, 2009.

SILVA, J.M.C., TABARELLI, M., FONSECA, M.T.; LINS, L.V. (eds.) **Biodiversidade da caatinga: áreas e ações prioritárias para conservação**. Ministério do Meio Ambiente, Universidade Federal de Pernambuco, Brasília. 2004.

SILVA, M.F.F.; ROSA, N. A. Estudos botânicos na área do projeto-ferro Carajás/Serra Norte. I. Aspectos fito-ecológicos dos campos rupestres. *In*: Sociedade Botânica do Brasil, **Anais do XXXV Congresso Nacional de Botânica**, Manaus, 1984. p. 367-379. 1990.

SILVA, M.F.F.; SECCO, R. S.; LOBO, M. G. A. Aspectos ecológicos da vegetação rupestre da Serra dos Carajás, estado do Pará, Brasil. **Acta Amazonica**, Manaus, v 26, p.17-44. 1996.

SWITZER, G. L.; NELSON, L. E. Nutrient accumulation and cycling in Loblolly Pine (*Pinus taeda*) plantation ecosystems: The first 20 years. **Soil Science Society of America Proceedings**. Madison., v. 36, p. 143 – 147, 1972.

TOLEDO, L.O.; PEREIRA, M.G.; MENEZES, C.E.G. Produção de serapilheira e transferência de nutrientes em florestas secundárias localizadas na região de Pinheiral, RJ. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v.12, n.2, p.9-16, 2002.

VALIM, E.A.R.; SENA, T.C.; MATTOS, G.M.; KOZOVITS, A.R.; Efeito da heterogeneidade ambiental na ciclagem de nutrientes em ecossistemas sobre canga, Serra da Brígida, Ouro Preto, MG. **X Congresso de Ecologia do Brasil**, 16 a 22 de Setembro, São Lourenço – MG, 2011.

VALIM, E.A.R. **Ciclagem de nutrientes no sistema atmosfera-solo-planta em formação campestre e florestal sobre canga em Minas Gerais**, Dissertação de Mestrado (Curso de Pós-Graduação em Ecologia, Departamento de Evolução, Biodiversidade e Meio Ambiente – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas), Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, MG. 2012

VIBRANS, A.C.; SEVEGNANI, L. Produção de serapilheira em dois remanescentes de floresta ombrófila densa em Blumenau - SC. **Revista de Estudos Ambientais**. Blumenau, v.2, n. 1, p. 103-116, 2000.

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**, Viçosa, v.28, n.6, p.793-800. 2004.

VITOUSEK, P.M. Nutrient cycling and nutrient use efficiency. **American Naturalist**. Chicago, v.119, n. 1, p.553-572, 1982.

VOGEL, H. L. M. **Quantificação da biomassa e nutrientes em uma floresta Estacional Decidual em Itaara-RS, Brasil**. 2005. 94 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

VOGEL, H.L.M.; SCHUMACHER, M.V. Biomassa e Nutrientes na serapilheira em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual em São Gabriel-RS, Brasil *In*: **FERTIBIO**. Anais...Guarapari, ES, 2010.

VOGT, K. A.; GRIER, C. C. VOGT, D. J. Production, turnover, and nutrient dynamics of above and belowground detritus of world forest. **Advances in Ecological Research**, Amsterdam, v. 15, p. 303 –377,1986.

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

ZAPPI, D. C.; LUCAS, E.; STANNARD, B. L.; LUGHADHA, E. N.; PIRANI, J. R.; QUEIROZ, L. P.; ATKINS, S.; HIND, D. J. N.; GIULIETTI, A. M.; HARLEY; R. M.; CARVALHO, A. M.. Lista das plantas vasculares de Catolés, Chapada Diamantina, Bahia. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 21(2), p. 345-398, 2003.

CAPÍTULO I

SERRAPILHEIRA ACUMULADA EM COMPLEXO RUPESTRE DE GRANITO

Serrapilheira acumulada em Complexo rupestre de granito.

RESUMO

Ecossistemas florestais em afloramento rochoso carecem de estudos mais detalhados sobre os processos de ciclagem de nutrientes, nesse sentido, o presente estudo teve por objetivo quantificar a biomassa, o teor e o conteúdo de nutrientes na serrapilheira acumulada, bem como correlacionar com variáveis climáticas (precipitação e temperatura) e analisar a variação temporal dos nutrientes em Complexo Rupestre de Granito em Mimoso do Sul, ES. A amostragem da serrapilheira acumulada foi realizada em cinco transectos de 50m x 2m. Em cada transecto foram coletadas 10 amostras com auxílio de um gabarito de 0,25 m x 0,25m (0,0625 m²), lançado ao solo, totalizando 50 amostras por mês, durante maio de 2011 a abril de 2012. Após a coleta, as amostras foram levadas para o laboratório e separadas na fração denominada 'Outras espécies', com a presença de folhas, galhos, flores, frutos e material não identificável de diversas espécies e a fração 'Pseudobombax' com material identificável de folhas, pecíolos, galhos, flores e frutos da espécie *Pseudobombax* aff. *campestre*, que posteriormente foram secas e pesadas. A biomassa acumulada para as frações foi transformada para kg ha⁻¹, que por meio dessa extrapolação foi calculado também os conteúdos dos macro e micronutrientes. Para a avaliação da variação mensal da biomassa de cada fração, considerou-se um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), onde os tratamentos corresponderam aos meses do ano (12 tratamentos) e cinco repetições (5 transectos). Para determinação da variação mensal dos teores de cada fração, utilizou-se o mesmo DIC, com os mesmos tratamentos (12 meses do ano) e as repetições foram representadas por três amostras (3 repetições). Para a análise com as variáveis climáticas, em ambas as frações, utilizou-se a correlação de Pearson. Os resultados foram submetidos ao teste T ao nível de 5% de probabilidade. A serrapilheira acumulada média foi de 8900 kg ha⁻¹, com comportamento sazonal, com os maiores acúmulos ocorrido ao final da estação seca. Os teores e conteúdos de N, Ca e Fe foram os que apresentaram os maiores acúmulos. Os únicos nutrientes que tiveram correlação significativa com as variáveis climáticas foram N, P e S para ambas as frações, e o Fe e Cu para a fração Pseudobombax.

Palavras-chave: ciclagem de nutrientes, variáveis climáticas, variação sazonal

ABSTRACT

Forest ecosystems on rocky outcrop require more detailed studies on the processes of nutrient cycling in this sense, the present study aimed to quantify the biomass content and nutrient content of litter accumulated and correlated with climatic variables (precipitation and temperature) and analyze the temporal variation of nutrients on complex rupestre granite in Mimoso do Sul, Espírito Santo state. Sampling of litter accumulated was conducted in five transects of 50m x 2m. In each transect, 10 samples were collected with the aid of a template of 0.25 m x 0.25 m (0.0625 m²), released to the soil, totaling 50 samples per month, during May 2011 to April 2012. After collection, the samples were brought to the laboratory and separated the fraction named 'Other species', with the presence of leaves, branches, flowers, fruits and unidentifiable materials of various species and the fraction 'Pseudobombax' material identifiable leaves, petioles, twigs, flowers and fruits of the species *Pseudobombax* aff. *campestre*, which were subsequently dried and weighed. The accumulated biomass for fractions was converted to kg ha⁻¹, that by this extrapolation was calculated also the contents of macro and micronutrients. For the evaluation of the monthly variation of the biomass of each fraction, it was considered a completely randomized design (CRD), where treatments for the months of the year (12 treatments) and five repetitions (5 transects). To determine the monthly variation of the concentration of each fraction was used the same CRD with the same treatment (12 months of the year) and repetitions were represented by three replicates. For the analysis with climatic variables in both fractions, we used the Pearson correlation. The results were tested T with a 5% level of probability. Litter accumulated average was 8900 kg ha⁻¹, with seasonal pattern, with the highest concentrations occurred at the end of the dry season. Concentration and content of N, Ca and Fe were those with the highest concentrations. The only nutrient that had a significant correlation with climatic variables were: N, P and S for both fractions and variables, and Fe and Cu for the fraction Pseudobombax.

Keywords: Nutrient cycling, climatic variables, seasonal variation

1. INTRODUÇÃO

O entendimento do comportamento das características intrínsecas do ecossistema ocorre na avaliação da dinâmica nutricional da floresta, principalmente em relação à ciclagem dos nutrientes. Esta análise, em parte pode ser feita através da deposição dos tecidos provindos da serrapilheira no solo da floresta (HAAG, 1985; BALIEIRO, 2004). Esse processo, ciclagem de nutrientes possibilita o desenvolvimento de florestas em solos com baixos teores nutricionais (SCHUMACHER et al., 2004).

A camada orgânica da serrapilheira em sua decomposição torna-se o principal agente responsável pela ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais tropicais (PRICHETT, 1979).

A decomposição da serrapilheira ocorre pela interação de três variáveis: a natureza da comunidade dos decompositores; a qualidade do substrato através de sua natureza (matéria orgânica e nutricional); e as condições físico-químicas do ambiente, controladas pelo clima e solo (HEAL et al., 1997; CORREIA; ANDRADE, 1999; RODRIGUES et al., 2007; CALDEIRA et al., 2010).

Segundo Heal et al. (1997), a decomposição é tão importante quanto os processos fotossintéticos em um ecossistema. O processo de decomposição faz com que mantenha a funcionalidade dos ecossistemas florestais tropicais, que segundo Olson (1963) e Odum (1969), estes dependem que os componentes sejam incorporados ao solo.

O acúmulo da serrapilheira, no entanto, pode afetar a estrutura da comunidade. Segundo Chambers e Macmahon (1994), quando esta se torna muito espessa, pode atuar como um impedimento ao estabelecimento de outras espécies, pois esta dificulta a penetração de sementes, onde a radícula muitas vezes não atinge o solo, ou mesmo o inverso, impossibilita de plântulas emergirem. Outra possibilidade é a serrapilheira não afetar às espécies, mas alterar as condições ambientais, dificultando a interação entre populações com diferentes sensibilidades à sua acumulação (FACELLI; PICKETT, 1991).

Padrões de acúmulo de serrapilheira são importantes conhecimentos que facilitam a compreensão do grau de fragilidade dos ecossistemas diante da ação antrópica vigente (GODINHO, 2011).

Silva (1993) afirma que tem sido uma preocupação dos pesquisadores relacionarem a ocorrência do crescimento de espécies florestais com as características edáficas ou climáticas. No entanto poucos são os estudos que direcionam uma investigação conjunta da vegetação e das variáveis ambientais, incluído nestes a fitomassa da serrapilheira (BÓREM; RAMOS, 2002).

Diante do exposto, Schumacher et al. (2011) afirmam que pouco se conhece da serrapilheira, em relação às quais espécies são mais representativas na deposição e em quais os períodos do ano. Segundo Vogel (2005), poderá haver uma maior ou menor deposição de serrapilheira e conseqüentemente uma maior ou menor aporte de nutrientes.

Neste contexto, este trabalho tem por objetivo quantificar a serrapilheira acumulada no piso florestal do Complexo Rupestre de Granito, no município de Mimoso do Sul, ES e os nutrientes nela contido, correlacionando com as variáveis da pluviosidade e da temperatura.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada no município de Mimoso do Sul, na localidade de Pedra dos Pontões ($20^{\circ} 56' 19,7''\text{S}$ e $41^{\circ} 32' 35,5''\text{W}$), sul do Estado do Espírito Santo (Figura 1). Com área de aproximadamente 2,5 ha, em altitudes que variam de 700 a 783 metros, está estabelecida sobre um afloramento rochoso granítico. A região está inserida no domínio da Floresta Ombrófila Densa Montana (VELOSO et al., 1991), sendo a cobertura vegetal da área classificada como Complexo Rupestre de Granito (BENITES et al., 2003).

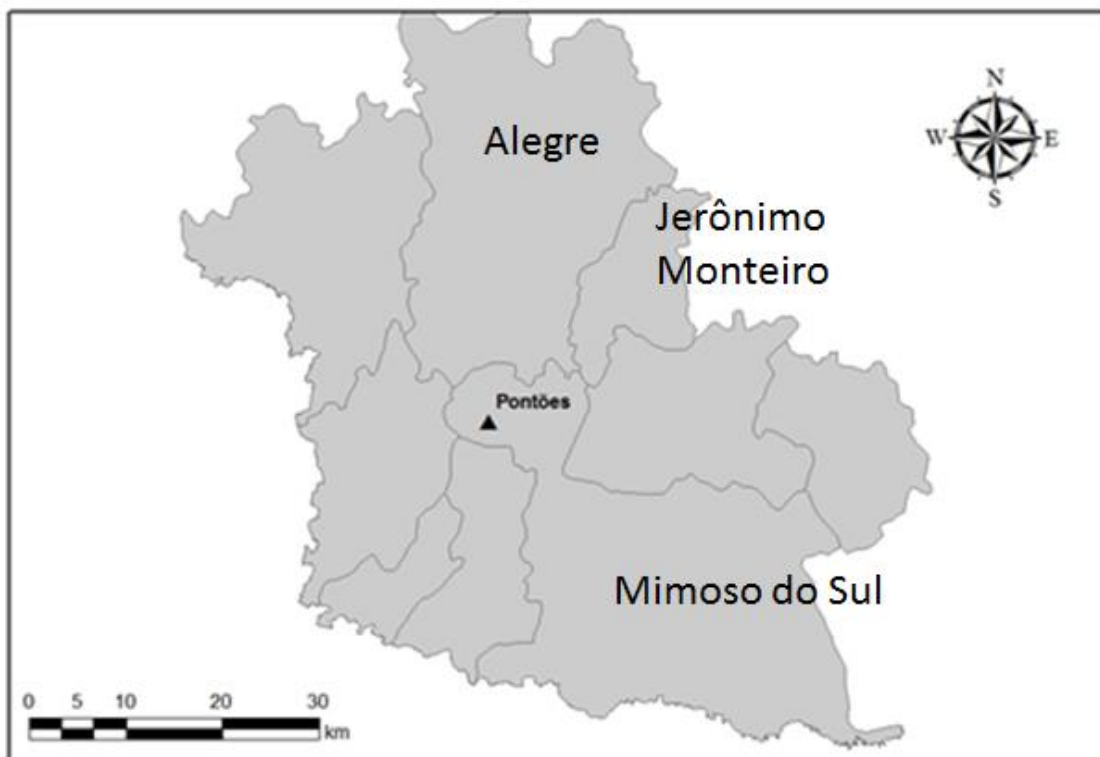


Figura 1 . Localização da área de estudo no Município de Mimoso do Sul, sul do estado do Espírito Santo.

O clima é do tipo Cwb de Köppen, caracterizado pelo inverno frio e seco e verão chuvoso, com pluviosidade média anual de 1.375 mm com temperatura média em torno de 21°C (COUTO, 2013).

Na figura 2 são apresentados os dados de precipitação mensal e temperatura média mensal do ar da Estação Meteorológica de Alegre, ES, obtidos no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2012). A distância da estação para o local do Complexo Rupestre é de aproximadamente 18 km em linha reta (Fonte: Google Earth, 2013).

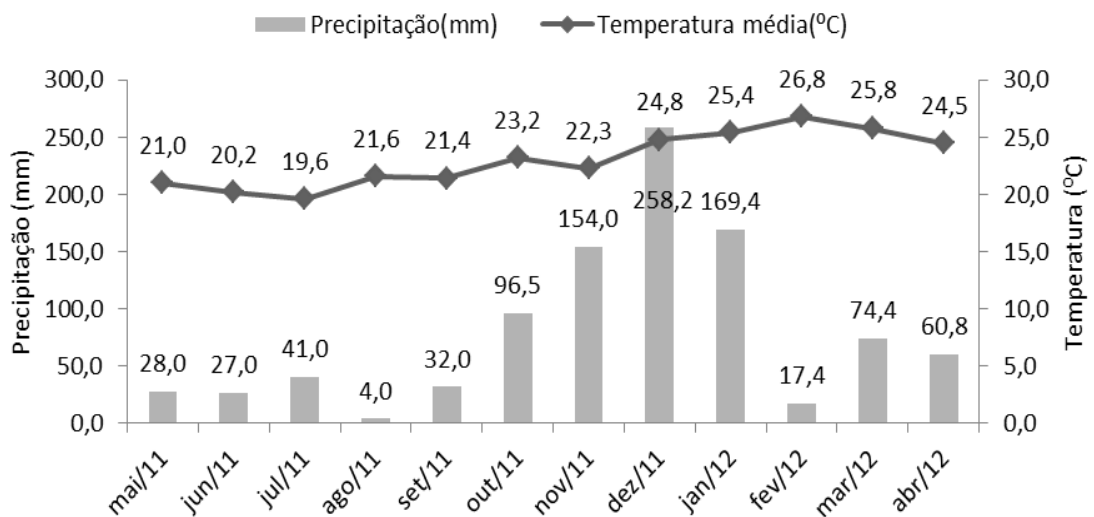


Figura 2 . Dados de precipitação e temperatura média do ar no período do presente estudo, Alegre, ES (FONTE: INMET, 2012).

A área em estudo apresenta relevo forte ondulado a acidentado (COUTO, 2013). O solo da área segundo é classificado de Neossolo Litólico (EMBRAPA, 2009).

Para a caracterização físico-química do solo, as amostras foram coletadas com o uso de um enxadão, em um perfil de profundidade de 0 - 10 cm. Foram retiradas 20 sub amostras, para tanto, foram alocados 5 transectos de 50m x 2m , distando paralelamente 10m um do outro e 5m em alinhamento, no sentido do aclave do afloramento (no sentido NE), sendo coletadas quatro amostras de cada transecto, equidistantes 12,5m. As amostras foram homogêneas em uma amostra composta, retirando-se uma porção de 500g. Este material foi encaminhado para o Laboratório de Recursos Hídricos do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA/UFES). Após o preparo da Terra Fina Seca ao Ar (TFSA), as análises químicas foram realizadas segundo a metodologia proposta pela EMBRAPA (1997) (Tabela 1).

Tabela 1 . Caracterização química do solo na profundidade de 0 - 10 cm dos transectos no Complexo Rupestre de Granito, Mimoso do Sul, ES.

pH	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC(t)	CTC(T)	S.B.	V	m	ISNa	Fe	Cu	Zn	Mn
H ₂ O	mg dm ⁻³			cmol _c dm ⁻³							%		mg dm ⁻³				
4,5	32	76	7	0,5	0,3	1,4	12,8	2,4	13,8	1,0	7,4	57,1	0,2	44,0	0,2	1,6	5,0

pH em água - Relação 1:2,5; P - Na - K - Fe - Zn - Mn - Cu - Extrator Mehlich-1; Ca - Mg - Al - Extrator KCL - 1mol.L⁻¹; H + Al- Correlação com pH SMP; B - Extrator água quente; SB - Soma de bases trocáveis; t - Capacidade de troca catiônica efetiva; T - Capacidade de troca catiônica a pH 7 (CTC); V - Índice de saturação em bases; m = Índice de saturação em alumínio; ISNa - Índice de saturação em sódio.

A Tabela 2 consta as interpretações dos resultados de acordo com o Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo (PREZOTTI, 2010)

Tabela 2 . Interpretação das análises de solo dos transectos no Complexo Rupestre de Granito, Mimoso do Sul, ES.

P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC(t)	CTC(T)	V	m	Fe	Cu	Zn	Mn
A	M	B	B	A	A	B	B	A	B	A	M	B	M	M

Teor: B= Baixo, M= Médio e A=Alto

Quanto a análise granulométrica os resultados obtidos foram: 844,74 g kg⁻¹ de areia, 51,53 g kg⁻¹ de silte e 103,73 g kg⁻¹ de argila, apresentando assim uma classificação textural arenosa (RUIZ, 2005).

Com relação à caracterização da vegetação, de acordo com Trugilho (2011), em seu estudo sobre a composição florística e a estrutura do estrato lenhoso do Complexo Rupestre de Granito, a comunidade é de estrutura oligárquica, ou seja, um pequeno número de espécies dominantes e número elevado de espécies localmente raras, sendo as espécies *Pseudobombax aff. Campestre* (Mart, & Zucc.) A. Robyns e *Guapira opposita* (Vell.) Reitz as dominantes nesta comunidade (Tabela 3).

Tabela 3 . Dados fitossociológicos encontrados no Complexo Rupestre de Granito, Mimoso do Sul, ES (Área Basal (AB); Dominância Absoluta (DoA); Dominância Relativa (DoR); Valor de Importância (VI))

Espécie	Família	AB (m ²)	DoA (m ² /ha)	DoR (%)	VI (%)
<i>Pseudobombax campestre</i> (Mart. & Zucc.) A.Robyns	Malvaceae	116,46	1164,59	61,94	25,37
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	Nyctaginaceae	60,05	600,45	31,93	43,47

FONTE: TRUGILHO, 2011

2.2. AMOSTRAGEM E COLETA DA SERRAPILHEIRA

As coletas foram realizadas mensalmente, no período de maio de 2011 a abril de 2012. Foram alocados cinco transectos de 50m x 2m, três transectos distante paralelamente 10m um do outro e 5m em alinhamento, no sentido do aclave do afloramento (no sentido NE), totalizando 500m² de área amostral. Em cada transecto, foram coletadas sistematicamente 10 amostras (10 pontos de coleta) de serrapilheira acumulada com auxílio de um gabarito de 0,25m x 0,25m (0,0625 m²), distante 5 m de um ponto para o outro (Figura 3), sendo coletado todo material orgânico acumulado no piso do afloramento, totalizando assim 50 amostras/mês, em diferentes pontos para cada coleta.

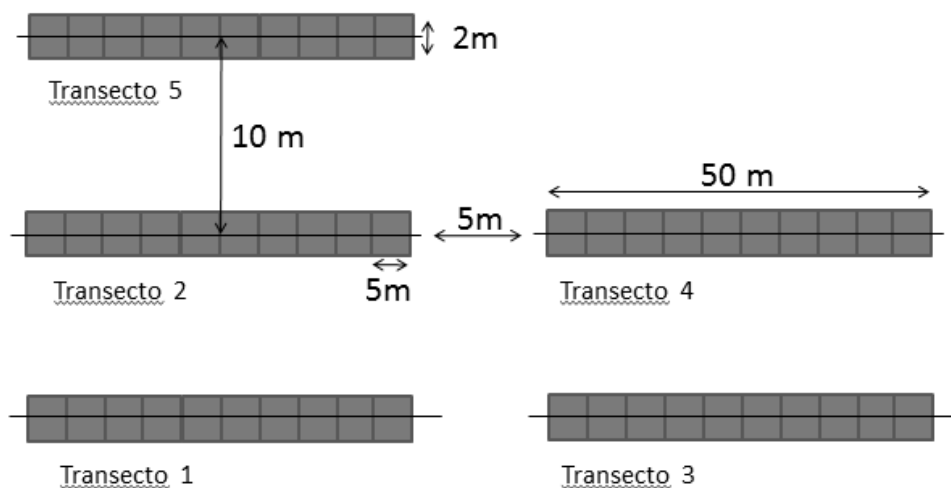


Figura 3 . Posicionamento dos transectos e pontos de coleta da serrapilheira acumulada no Complexo Rupestre de Granito, Mimoso do Sul, ES

As amostras foram acondicionadas em embalagens plásticas devidamente identificadas contendo o número do transecto, número do ponto de coleta, assim como a data de coleta. As mesmas foram encaminhadas para o Laboratório de Ecologia Florestal do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA/UFES).

O material foi separado em duas frações e acondicionado em embalagens de papel. As frações foram: fração 'Outras espécies', onde esta apresentava material de diversas espécies composta por folhas, galhos, estruturas reprodutivas, casca e resíduos na serrapilheira, e material não-identificável; e fração 'Pseudobombax', onde este material foi provido somente da espécie *P. aff. campestre*.

Em seguida, as amostras foram secas em estufa de circulação de renovação de ar a 65 °C até atingirem peso constante. Após a secagem, as amostras foram pesadas em balança de precisão (0,01 g), para a determinação da biomassa de cada transecto.

Para determinação dos teores, das 50 amostras de cada fração, foram selecionados três amostras, e moídas em moinho tipo Wiley e armazenadas em frascos plásticos hermeticamente vedados. Após este procedimento, as amostras foram enviadas ao Laboratório de Recursos Hídricos do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA/UFES) para a análise química dos nutrientes (TEDESCO et al., 1995; MIYAZAWA et al., 1999).

A análise de B foi realizada por digestão seca e os demais nutrientes por digestão úmida. As análises de N foram realizadas por titulação. O N foi determinado pelo método Kjeldahl. As amostras de P, S e B foram lidas no espectrofotômetro UV-VIS. No espectrofotômetro de absorção atômica (EAA) foram lidas as amostras de K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn e Zn, conforme metodologia descrita por EMBRAPA (2009) e Tedesco et al. (1995).

O conteúdo de cada nutriente (kg ha^{-1}) da serrapilheira acumulada foi obtido a partir da biomassa seca (kg ha^{-1}), e dos teores dos nutrientes (g kg^{-1} e mg kg^{-1}) da serrapilheira, fornecendo assim o conteúdo total dos mesmos.

2.3. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Para a avaliação da variação mensal de cada fração da serrapilheira acumulada, considerou-se um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), onde os tratamentos corresponderam aos meses do ano (12 meses) e cinco repetições (5 transectos). Para a determinação da variação mensal dos teores de cada fração, utilizou-se o mesmo delineamento (DIC), onde os tratamentos corresponderam aos meses do ano (12 meses) e três repetições. Os dados obtidos foram submetidos ao teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade (FERREIRA, 2000).

Para verificar a análise de correlação entre o acúmulo de serrapilheira (das frações outras espécies e fração pseudobombax) com a pluviosidade e a temperatura, foi utilizado a metodologia de interpretação do Coeficiente de Pearson (r), onde estabelece um sistema de classificação, atribuindo um valor qualitativo aos valores numéricos de coeficiente encontrado (SHIMAKURA, 2006). Os resultados obtidos foram submetidos ao teste T, ao nível de 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. SERRAPILHEIRA ACUMULADA

Os valores de biomassa apresentaram uma variabilidade temporal de acúmulo associado à sazonalidade conforme demonstra a Tabela 4.

Tabela 4 . Acúmulo de serrapilheira no Complexo Rupestre de Granito, Mimoso de Sul, ES

Mês	Ano	Outras	Pseudobombax	Total
		Espécies	kg ha ⁻¹	
Maio	2011	7286,5 ^{b1} (±3398,8) ²	1203,2 ^a (±1428,2)	8489,6 ^b (±4508,6)
Junho		6709,3 ^b (±3453,3)	1945,8 ^a (±1886,1)	8655,1 ^b (±4672,4)
Julho		6048,3 ^b (±3099,7)	1568,9 ^a (±1668,6)	7617,2 ^b (±3938,1)
Agosto		5997,7 ^b (±2829,9)	1639,0 ^a (±1650,2)	7636,7 ^b (±3888,3)
Setembro		8425,6 ^a (±3716,6)	2206,6 ^a (±2684,1)	10632,2 ^a (±5010,2)
Outubro		8319,8 ^a (±4035,2)	1450,0 ^a (±1821,5)	9769,8 ^a (±4674,8)
Novembro		7511,8 ^a (±4591,5)	2218,4 ^a (±3984,5)	9730,2 ^a (±4978,8)
Dezembro		7990,5 ^a (±3490,4)	1788,7 ^a (±2707,6)	9779,2 ^a (±4189,3)
Janeiro	2012	6990,4 ^b (±3506,8)	1702,0 ^a (±3970,3)	8692,4 ^b (±4623,0)
Fevereiro		8925,0 ^a (±5089,7)	1345,5 ^a (±1555,4)	10270,5 ^a (±5650,9)
Março		6211,9 ^b (±3144,1)	2286,1 ^a (±3548,7)	8498,0 ^b (±4058,7)
Abril		6188,3 ^b (±2756,5)	1820,6 ^a (±1903,9)	8008,9 ^b (±2897,3)
Média		7217,1	1764,6	8981,7
Desvio-padrão		±1536,33	±958,12	±1810,06
CV% ³		50,62	145,53	49,81
% Biomassa		80,4%	19,6%	100%

¹Valores seguidos por uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott; ²Valores entre parênteses, referem-se ao desvio-padrão da média; ³(CV%) Coeficiente de Variação.

Os resultados demonstram maior biomassa para a fração outras espécies, com 80,4% do total acumulado e menor para a fração pseudobombax com 19,6%. Este fato está diretamente associado à composição florística do local, pois apesar da *Pseudobombax aff. campestre*

apresentar um alto valor de dominância relativa (DoR%) com 60,4%, mas seu valor de importância (VI%) foi de 25,37%, e a espécie como *Guapira opposita* apresenta um VI% de 43,47% (Tabela 4), que está fortemente associada à copa da *P. aff campestre* quanto a sua localização (TRUGILHO, 2011), podendo esta representar o maior percentual da fração outras espécies.

No entanto há de ressaltar que, na separação das frações uma boa parte caracterizava como material não-identificável, pois sua composição se apresentava muito fracionada. Segundo Benites et al (2003), a presença de matéria orgânica leve oriunda de resíduos vegetais pouco transformados são típicos das formações rupestres.

Ao observar os resultados da Tabela 6, verifica-se que as médias de todos os meses da fração pseudobombax não diferem significativamente entre si, e que a fração outras espécies diferiram ($p < 0,05$). Nesta última fração, os meses de setembro a dezembro de 2011 e fevereiro de 2012 apresentaram as maiores médias, que diretamente afetaram o total da biomassa acumulada, e conseqüentemente não diferiram significativamente entre si, para estes meses.

Segundo Wedderburn e Carter (1999), muitos fatores influenciam nas diferenças entre os meses da serrapilheira acumulada, podendo ser este os fatores do ambiente, como temperatura e umidade. Burghouts et al (1994), encontraram em uma floresta da Malásia, dois picos anuais de queda de serrapilheira, um na estação seca e outro na chuvosa, onde eles consideram a umidade do solo o fator mais determinante.

Dias et al. (2002a) em um estudo no Parque Estadual de Ibitipoca (área de Complexo Rupestre de altitude) no município de Lima Duarte/MG, demonstrou que a vegetação se encontra em uma distribuição na forma de mosaico, e que estão aparentemente controladas pela profundidade do solo, associado, assim, à permanência da água no sistema. O solum (perfil do solo) desenvolvido sobre a rocha é muito pouco profundo, permitindo pouca retenção de água, levando ao déficit hídrico nos meses mais seco do ano (junho, julho e agosto), assim como as temperaturas são as mais baixas (variando entre 2 a 14,5 °C), o que irá afetar os aspectos fenológicos e fisiológicos da vegetação.

As plantas dos campos de altitude apresentam o seu controle de abertura de estômatos através da ação do ácido abscísico, de forma a controlar

sua evapotranspiração, que muitas vezes pode inibir seu crescimento (TAIZ; ZEIGER,1991), assim como apresentam estruturas morfológicas e biológicas (folhas com convergência de formas, coriáceas, pilosas e disposição vertical; caules tortuosos e suberosos; raízes mais grossas) adaptadas ao estresse hídrico (FIGUEIRA; VASCONCELOS NETO, 1991).

Diante do que estes autores acima afirmam, a vegetação do Complexo Rupestre deste estudo, em ambas as frações, demonstraram um comportamento associado aos fatores ambientais do local. Os resultados dos maiores quantitativos de acúmulo total da serrapilheira ocorreram desde o início e durante a estação chuvosa, assim como em um momento de baixa pluviosidade (17,4mm) em fevereiro de 2012, onde a fração outras espécies diferiu estatisticamente, e conseqüentemente interferiu sobre o total, já a fração pseudobombax não diferiu. Assim também foi com a temperatura, onde os meses que antecederam o maior acúmulo apresentaram baixas temperaturas (19,6 e 21,6 °C em julho e agosto de 2011, respectivamente), ou seja, final da estação seca.

Vital et al. (2004) em um estudo em Floresta Estacional Semidecidual em Zona Ripária, apresentaram um resultado semelhante, onde o pico de acúmulo da serrapilheira ocorreu em setembro, no entanto seu menor acúmulo foi em junho, e neste estudo o menor acúmulo foi em julho. Estes resultados demonstram características sazonais de deposição.

Veneklaas (1991) afirma que em alguns casos, a sazonalidade da produção de serrapilheira pode estar positivamente correlacionada com a precipitação, muito mais em virtude do fator mecânico – impacto da chuva, do vento, dos raios e outros – do que a periodicidade fisiológica que determine a queda sazonal das folhas, que é fração dominante da serrapilheira total. Segundo Dias e Oliveira Filho (1997), em um estudo em uma Floresta Estacional Semidecidual Montana, a maior queda de serrapilheira durante a estação chuvosa pode estar associada ao período de renovação foliar mais intensa, com perda de folhas velhas conforme crescem os ramos, assim como de material lenhoso intensificado pelas chuvas, ventos e raios.

A realização da correlação de Pearson com a fração outras espécies, pseudobombax e o total do acúmulo de serrapilheira deste estudo, os

resultados demonstraram não haver uma correlação significativa ($p < 0,05$) pelo teste T ante às variáveis da pluviosidade e da temperatura. Isto pode estar demonstrando que estas variáveis, pouco influenciaram sobre o acúmulo de biomassa, mas ressalta-se que o período de análise foi apenas de 12 meses.

A média acumulada para os 12 meses deste estudo foi de 8981,7 kg ha⁻¹. A área apesar de oligárquica e de baixa diversidade (TRUGILHO, 2011; PINTO JR et al., 2011), este valor se assemelha à maioria das Florestas Estacionais Deciduais e Semideciduais de característica secundária (KLEINPAUL et al., 2005; VOGEL; SCHUMACHER, 2010), assim como as Florestas Ombrófilas Mistas, Densa Submontanas e Mistas Montanas, também de caráter secundário ou muito alterada (BÓREM; RAMOS, 2002; CALDEIRA et al., 2007).

3.2. TEORES DOS NUTRIENTES

Os teores médios dos 12 meses de coleta dos macronutrientes na serrapilheira acumulada podem ser observados na Tabela 5 que apresentou a seguinte ordem decrescente: N > Ca > Mg > K > S > P para a fração outras espécies. Na fração pseudobombax foi Ca > N > Mg > K > S > P. A ordem dos teores da fração outras espécies apresentou a mesma ordem em um estudo realizado por Vogel e Schumacher (2010), com a serrapilheira acumulada em uma Floresta Estacional Semidecidual. Com relação a fração pseudobombax, Godinho (2011) verificou em Floresta Estacional Semidecidual Submontana, diferiu em sua ordem apenas com os elementos Mg e K, que se apresentaram da seguinte forma: Ca > N > K > Mg > S > P. Como podemos verificar nesta última fração, o teor de Ca se apresentou maior, pois este mesmo autor afirma que devido ao fato do Ca ser um componente estrutural das células do tecido vegetal, tende assim ser um dos últimos a ser liberado para o solo via decomposição da serrapilheira.

Tabela 5 . Teor médio mensal e anual de macronutrientes nas frações outras espécies e pseudobombax da serrapilheira acumulada no Complexo Rupestre de Granito, Mimoso do Sul, ES

Mês	Ano	N		P		K	
		OE ¹	Psd ²	OE	Psd	OE	Psd
g kg ⁻¹							
Maio	2011	18,2 ^c ³	10,4 ^c	0,74 ^d	0,5 ^c	0,83 ^e	0,88 ^e
		(±0,4) ⁴	(±0,2)	(±0,04)	(±0,0)	(±0,3)	(±0,0)
Jun		18,9 ^b	8,4 ^f	0,74 ^d	0,33 ^d	0,76 ^e	0,96 ^e
		(±0,3)	(±0,4)	(±0,06)	(±0,0)	(±0,02)	(±0,0)
Jul		19,6 ^a	9,5 ^e	0,81 ^c	0,4 ^c	0,81 ^e	0,8 ^f
		(±0,2)	(±0,0)	(±0,04)	(±0,1)	(±0,04)	(±0,0)
Ago		16,9 ^c	8,8 ^f	0,82 ^c	0,4 ^c	1,37 ^c	1,5 ^d
		(±0,2)	(±0,4)	(±0,0)	(±0,0)	(±0,01)	(±0,1)
Set		14,2 ^f	8,6 ^f	0,84 ^c	0,6 ^b	1,39 ^c	1,4 ^d
		(±0,2)	(±1,1)	(±0,02)	(±0,0)	(±0,03)	(±0,3)
Out		18,0 ^c	9,5 ^e	0,87 ^c	0,65 ^a	1,14 ^d	2,9 ^a
		(±0,2)	(±0,4)	(±0,05)	(±0,0)	(±0,05)	(±0,1)
Nov	15,5 ^e	12,1 ^a	0,72 ^d	0,6 ^b	0,9 ^e	0,88 ^e	
	(±0,2)	(±0,2)	(±0,05)	(±0,1)	(±0,05)	(±0,0)	
Dez	14,4 ^f	11,3 ^b	0,51 ^e	0,6 ^b	0,66 ^e	1,3 ^d	
	(±0,4)	(±0,2)	(±0,03)	(±0,0)	(±0,03)	(±0,0)	
Jan	2012	15,6 ^e	11,1 ^b	0,67 ^d	0,6 ^b	1,04 ^d	0,7 ^f
		(±0,2)	(±0,2)	(±0,06)	(±0,0)	(±0,06)	(±0,0)
Fev		12,7 ^g	9,6 ^e	0,58 ^e	0,64 ^a	1,11 ^d	1,6 ^c
		(±0,2)	(±0,5)	(±0,07)	(±0,0)	(±0,12)	(±0,0)
Mar		16,8 ^d	11,9 ^a	0,95 ^b	0,66 ^a	2,1 ^a	1,5 ^c
		(±0,4)	(±0,0)	(±0,02)	(±0,0)	(±0,0)	(±0,1)
Abr		18,0 ^c	10,2 ^d	1,03 ^a	0,67 ^a	1,7 ^b	2,2 ^b
		(±0,2)	(±0,4)	(±0,02)	(±0,0)	(±0,08)	(±0,1)
Média		16,13	10,12	0,77	0,56	1,15	1,37
CV% ⁵		1,56	4,12	5,33	6,33	9,54	6,30
r ¹ ⁶		-0,23	0,68*	-0,44	0,39	-0,30	-0,10
r ²		-0,69*	0,51	-0,14	0,72*	0,41	0,33

¹(OE) fração outras espécies; ²(Psd) fração pseudobombax; ³Valores seguidos por uma mesma letra, na vertical, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott; ⁴Valores entre parênteses, referem-se ao desvio-padrão da média; ⁵(CV%) Coeficiente de Variação; ⁶Correlação de Pearson entre teores de nutrientes e a pluviosidade (r¹) e temperatura média do ar (r²); *Correlação significativa a 5% pelo teste T.

Tabela 5. Continuação:

Mês	Ano	Ca		Mg		S	
		OE ¹	Psd ²	OE	Psd	OE	Psd
g kg ⁻¹							
Maio	2011	12,3 ^c ³	11,9 ^e	2,26 ^e	2,9 ^e	1,29 ^a	0,79 ^{ns}
		(±0,4) ⁴	(±0,3)	(±0,08)	(±0,1)	(±0,24)	(±0,1)
Jun		11,8 ^c	12,5 ^d	2,18 ^f	3,0 ^e	1,3 ^a	0,59 ^{ns}
		(±0,4)	(±0,4)	(±0,03)	(±0,1)	(±0,3)	(±0,1)
Jul		12,5 ^c	12,7 ^c	2,51 ^d	3,3 ^c	1,33 ^a	0,73 ^{ns}
		(±0,5)	(±0,2)	(±0,09)	(±0,1)	(±0,14)	(±0,0)
Ago		14,1 ^a	13,1 ^c	2,65 ^c	3,1 ^d	1,05 ^a	0,63 ^{ns}
		(±0,3)	(±0,4)	(±0,05)	(±0,0)	(±0,13)	(±0,0)
Set		12,9 ^c	12,8 ^c	2,46 ^d	2,4 ^g	0,91 ^b	0,63 ^{ns}
		(±0,5)	(±0,5)	(±0,08)	(±0,1)	(±0,07)	(±0,0)
Out		12,3 ^c	13,5 ^b	2,55 ^d	3,2 ^c	0,98 ^b	0,73 ^{ns}
		(±0,1)	(±0,4)	(±0,05)	(±0,1)	(±0,11)	(±0,1)
Nov	13,3 ^b	12,2 ^d	2,28 ^e	2,5 ^g	0,82 ^b	0,73 ^{ns}	
	(±0,4)	(±0,2)	(±0,06)	(±0,0)	(±0,16)	(±0,2)	
Dez	8,9 ^f	11,8 ^e	1,81 ^g	3,3 ^c	0,61 ^c	0,57 ^{ns}	
	(±0,3)	(±0,2)	(±0,08)	(±0,1)	(±0,15)	(±0,2)	
Jan	2012	10,6 ^d	11,3 ^f	2,08 ^f	2,7 ^f	0,85 ^b	0,84 ^{ns}
		(±0,2)	(±0,3)	(±0,03)	(±0,1)	(±0,18)	(±0,2)
Fev		9,6 ^e	12,4 ^d	1,88 ^g	3,3 ^c	0,56 ^c	0,75 ^{ns}
		(±0,2)	(±0,5)	(±0,1)	(±0,1)	(±0,23)	(±0,1)
Mar		13,3 ^b	11,4 ^f	3,01 ^a	3,8 ^a	0,84 ^b	0,87 ^{ns}
		(±0,3)	(±0,1)	(±0,06)	(±0,0)	(±0,1)	(±0,1)
Abr		13,8 ^a	14,1 ^a	2,91 ^b	3,6 ^b	1,18 ^a	0,86 ^{ns}
		(±0,2)	(±0,1)	(±0,09)	(±0,1)	(±0,18)	(±0,2)
Média		12,12	12,48	2,38	3,09	0,98	0,73
CV% ⁵		2,66	2,58	2,88	2,52	18,15	16,64
r ¹ ⁶		-0,50	-0,42	-0,41	-0,08	-0,52	-0,07
r ²		-0,44	-0,26	-0,12	0,41	-0,77*	0,45

¹(OE) fração outras espécies; ²(Psd) fração pseudobombax; ³Valores seguidos por uma mesma letra, na vertical, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott; ⁴Valores entre parênteses, referem-se ao desvio-padrão da média; ⁵(CV%) Coeficiente de Variação; ⁶Correlação de Pearson entre teores de nutrientes e a pluviosidade (r¹) e temperatura média do ar (r²); *Correlação significativa a 5% pelo teste T.

Neste estudo, os elementos de maiores teores foram o N e Ca. Segundo Vital et al. (2004), o N é o elemento que apresenta a maior transferência, seguido do Ca. Clevelário Jr. (1996) afirma que, o enriquecimento em Ca da serrapilheira, pode ser devido a lenta liberação deste elemento pelo material depositado, assim como da retranslocação dos outros elementos e da redução da massa antes da abscisão das folhas.

Caldeira (2003) avaliando a Floresta Ombrófila Mista Montana no PR, evidencia que a serrapilheira acumulada é a principal via de transferência de N, K e Ca, e que este último apresentou o segundo maior teor. Se avaliarmos os resultados deste estudo podemos verificar que diferiu quanto ao elemento K com o Mg, mas não para o N e Ca.

Os teores de todos os elementos e de todas as frações diferiram significativamente entre si (significativa a 5% pelo teste Scott-Knott), sem uma tendência de períodos com maior ou menor concentração. No entanto a fração pseudobombax o elemento S não diferiu (não significativa a 5% pelo teste Scott-Knott), ou seja, não apresentou um comportamento definido.

Freney e Swaby (1975) afirmam que, a maior parte do S no solo está na matéria orgânica, sendo este material o principal reservatório, que convertido por via microbiana fica disponível para as plantas.

Aidar e Joly (2003), em um estudo da produção e decomposição da serrapilheira da espécie *Centrolobium tomentosum* Guill ex. Benth. – Fabaceae, em Mata Ciliar, verificaram que a dinâmica sazonal da concentração em seus folíolos, quanto ao nutriente enxofre, não apresentou um padrão, assim como nas raques (pecíolo primário das folhas compostas) não variou.

Desta forma, sendo a matéria orgânica o maior reservatório para o S, a espécie *P. aff. campestre* pode apresentar este mesmo comportamento da *Centrolobium tomentosum*. Sabe-se que neste estudo não houve a preocupação de separar as composições estruturais da *P. aff. campestre* (folhas, pecíolos, flores, etc), sendo assim, esta espécie em suas diversas estruturas pode apresentar uma imobilização quanto a este elemento, já que as médias não diferiram significativamente no transcorrer do período em estudo.

Os resultados demonstram que os teores dos macronutrientes apresentam uma correlação significativa (a 5% pelo teste T) com as variáveis da pluviosidade e da temperatura somente com os elementos N, P e S. Na fração outras espécies, tanto o N e o S tiveram uma correlação negativa e significativa para a variável temperatura, ou seja, é esta variável que está influenciando para o acúmulo destes elementos no teor da serrapilheira, de forma que, quanto menor for a temperatura, maior será o teor. Já a fração pseudobombax apresentou correlação positiva significativa para o N na variável

pluviosidade (maior pluviosidade, maior teor) e no elemento P para a variável temperatura (maior temperatura, maior teor).

Viera e Schumacher (2009) em um estudo em serrapilheira de *Pinus taeda* L., encontraram correlações positivas para os nutrientes N e S (0,37 e 0,66, respectivamente) com a variável temperatura, sendo que o S teve uma correlação significativa (5% de probabilidade). Este resultado demonstrou um comportamento contrário deste estudo.

Colle e Rapp (1980) afirmam que, o N e P são nutrientes em que a principal via de transferência é a serrapilheira. Para Dias et al (2002b), em um estudo em Floresta Estacional Semidecidual Montana (Lavras/MG), o N e P acompanharam a sazonalidade da queda da serrapilheira, onde ocorreram os meses de maiores chuvas e conseqüentemente as maiores temperaturas.

Os resultados da Tabela 5 demonstram que, a fração outras espécies é a que mais se aproximou em seus teores (para a maioria dos nutrientes) com algumas tipologias florestais comparados com outros estudos (GODINHO, 2011; VOGEL; SCHUMACHER, 2010).

Os teores médios dos micronutrientes na serrapilheira acumulada podem ser observados na Tabela 6, onde as frações apresentaram a seguinte ordem decrescente: Fe > Mn > B > Zn > Cu. Godinho (2011) em seu estudo apresentou a mesma sequência decrescente. Caldeira (2003) em seus resultados diferiu a ordem, havendo uma troca entre Zn, que teve uma maior concentração do que o B. Os elementos Fe e Mn foram os que apresentaram maiores teores na serrapilheira.

Muitos fatores afetam estas concentrações, onde a maior presença do Fe pode ser explicado pela sua baixa mobilidade. Outros fatores também o podem afetar, como por exemplo, pelo elevado conteúdo de P, deficiência de K e elevada quantidade de Mn (DECHEN; NACHTIGALL, 2006; MALAVOLTA, 2006).

Os teores de Fe também podem ser influenciados por folhas mais velhas de certas espécies apresentarem altos teores, assim como os teores médios serem maiores nas folhas do que em outras partes (CALDEIRA, 2003).

Há de ressaltar sobre a variação do elemento Fe, onde o total das frações dos valores médios chegam a 867 mg kg⁻¹, mas que no mês de

dezembro chegaram a um valor de 1100 mg kg⁻¹ oriundo da fração pseudobombax (Tabela 6). Segundo Caldeira (2003), este resultado pode estar associado à contaminação com o solo no material coletado, o que há fortes indícios deste fato ter ocorrido, pois o período chuvoso faz com que o solo obtenha uma alta umidade, e que partículas deste se agreguem ao material coletado com maior facilidade.

Os resultados também demonstram um elevado teor para o elemento Mn. Segundo Heenan e Campbel (1980), o alto valor para o Mn pode estar associado à contaminação do solo na amostra, assim como as folhas são também capazes de armazenarem, caso haja um bom suprimento deste elemento no ecossistema. Caldeira (2003) também afirma que, pode haver uma influência das espécies, assim como do período vegetativo que estas apresentam em um determinado ecossistema.

Tabela 6 . Teor médio mensal e anual de micronutrientes nas frações outras espécies e pseudobombax da serrapilheira acumulada no Complexo Rupestre de Granito, Mimoso do Sul, ES

Mês	Ano	Zn		Fe		Mn		Cu		B	
		OE ¹	Psd ²	OE	Psd	OE	Psd	OE	Psd	OE	Psd
mg kg ⁻¹											
Maio	2011	38,5 ^b ¹³	29,8 ^b	590 ^b	135,6 ^c	630 ^b	184,8 ^c	9,4 ^c	7,4 ^b	34 ^b	36,6 ^c
		(±0,6) ¹⁴	(±0,9)	(±111,6)	(±12,8)	(±30,4)	(±6,7)	(±0,3)	(±0,1)	(±0,7)	(±0,5)
Jun		37,5 ^b	24,1 ^e	601 ^b	129,6 ^c	521 ^d	170,0 ^c	9,3 ^c	5,0 ^e	32 ^b	35,1 ^c
		(±0,6)	(±0,4)	(±254,0)	(±52,8)	(±37,5)	(±6,5)	(±0,3)	(±0,4)	(±3,8)	(±1,0)
Jul		41,7 ^a	27,2 ^c	518 ^b	102,5 ^c	748 ^a	175,5 ^c	10,4 ^b	5,9 ^d	36 ^b	35,1 ^c
		(±0,1)	(±0,1)	(±77,5)	(±4,3)	(±14,6)	(±4,0)	(±0,1)	(±0,3)	(±1,3)	(±0,8)
Ago		33,5 ^d	25,9 ^d	302 ^c	68,0 ^c	536 ^d	147,0 ^c	9,7 ^c	5,4 ^e	47 ^a	35,0 ^c
		(±0,3)	(±1,1)	(±39,3)	(±5,3)	(±30,9)	(±1,3)	(±0,7)	(±0,1)	(±3,1)	(±1,0)
Set		32,9 ^d	27,3 ^c	523 ^b	132,0 ^c	510 ^d	201,0 ^c	7,4 ^d	6,1 ^d	42 ^a	38,0 ^b
		(±1,5)	(±0,7)	(±142,0)	(±44,9)	(±17,5)	(±1,8)	(±0,4)	(±0,4)	(±1,4)	(±0,4)
Out		35,3 ^c	28,5 ^b	729 ^a	143,0 ^c	708 ^a	188,0 ^c	10,8 ^b	6,2 ^d	41 ^a	40,0 ^a
		(±0,6)	(±0,7)	(±230,0)	(±37,5)	(±105,6)	(±11,0)	(±0,2)	(±0,3)	(±0,8)	(±2,1)
Nov	34,8 ^c	29,5 ^b	544 ^b	636,0 ^b	753 ^a	215,3 ^c	9,4 ^c	7,3 ^b	30 ^c	29,0 ^d	
	(±2,5)	(±0,7)	(±166,3)	(±241,8)	(±65,4)	(±2,8)	(±0,3)	(±0,4)	(±1,2)	(±1,4)	
Dez	27,4 ^f	33,2 ^a	874 ^a	1100 ^a	400 ^e	290,0 ^b	8,2 ^d	8,9 ^a	27 ^c	37,7 ^b	
	(±0,5)	(±1,1)	(±99,2)	(±162,8)	(±30,4)	(±13,2)	(±0,1)	(±0,1)	(±1,0)	(±0,7)	
Jan	2012	34,9 ^c	32,2 ^a	619 ^b	311,5 ^c	470 ^e	248,0 ^c	8,4 ^d	7,8 ^b	29,7 ^c	26,1 ^e
		(±0,3)	(±0,4)	(±172,3)	(±204,8)	(±11,5)	(±175,3)	(±0,7)	(±0,6)	(±0,8)	(±1,1)
Fev		29,9 ^e	32 ^a	979 ^a	97,0 ^c	594 ^c	192,0 ^c	8,1 ^d	7,6 ^b	26,6 ^c	33,1 ^c
		(±0,8)	(±1,1)	(±73,2)	(±29,2)	(±38,8)	(±14,0)	(±0,2)	(±0,2)	(±1,3)	(±1,1)
Mar		39,2 ^b	29 ^b	294 ^c	108,0 ^c	586 ^c	414,0 ^a	14,6 ^a	9,1 ^a	39,7 ^a	35,0 ^c
	(±1,2)	(±0,7)	(±119,7)	(±58,7)	(±16,4)	(±77,5)	(±1,0)	(±0,4)	(±9,9)	(±1,0)	
Abr	33,6 ^d	19,9 ^f	795 ^a	73,5 ^c	597 ^c	143,0 ^c	10,4 ^b	6,7 ^c	42,8 ^a	39,7 ^a	
	(±0,2)	(±0,3)	(±54,8)	(±42,0)	(±45,1)	(±8,9)	(±0,1)	(±0,1)	(±1,5)	(±1,2)	
Média		34,9	28,2	614,0	253,0	588,0	214,0	9,7	7,0	35,7	35,0
CV% ¹⁵		2,90	2,64	23,38	42,61	7,62	26,09	4,88	4,86	9,36	3,15
r ¹ ¹⁶		-0,42	0,53	0,30	0,9*	-0,30	0,46	-0,13	0,61*	-0,51	-0,29
r ²		-0,53	0,39	0,43	0,20	-0,32	0,51	0,13	0,74*	-0,29	-0,19

¹(OE) fração outras espécies; ²(Psd) fração pseudobombax; ³Valores seguidos por uma mesma letra, na vertical, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott; ⁴Valores entre parênteses, referem-se ao desvio-padrão da média; ⁵(CV%) Coeficiente de Variação; ⁶Correlação de Pearson entre teores de nutrientes e a pluviosidade (r^1) e temperatura média do ar (r^2); *Correlação significativa a 5% pelo teste T.

Ao observar os resultados da Tabela 6, verifica-se que os teores de todos os elementos e de todas as frações, diferiram significativamente entre si ($p < 0,05$), ou seja, há uma variação no acúmulo destes nutrientes dentro do período de estudo, mas sem uma tendência de períodos com maior ou menor concentração.

Foi realizada uma análise de correlação de PEARSON destes elementos com a pluviosidade e a temperatura. Os resultados demonstraram que a fração outras espécies, em ambas as variáveis climáticas, todos os elementos não foi significativa (a 5% pelo teste T).

Com relação à fração pseudobombax, esta apresentou uma correlação positiva e significativa (a 5% pelo teste T) para os elementos Fe e Cu, sendo que o primeiro foi para pluviosidade, e o segundo para ambas as variáveis climáticas.

Viera e Schumacher (2010) em um estudo de povoamento de *Pinus taeda* L., quanto a este último nutriente, detectou uma correlação positiva, moderada (0,67) e significativa (5% de probabilidade) na variável precipitação. No entanto para a variável temperatura, encontraram uma correlação negativa, moderada (-0,46) e não significativa.

Mediante os resultados obtidos e comparando-se as correlações entre as frações, a fração outras espécies em todos os seus nutrientes apresentaram-se negativos (com exceção do Fe, que foi positivo em ambas as variáveis), e a fração pseudobombax apresentou correlações positivas (exceção do B que foi negativa em ambas as variáveis). Este resultado demonstra que a fração outras espécies responde mais diretamente às variações climáticas, e que a espécie *P. aff. campestre* encontra-se menos vulnerável a estas variações, da mesma forma como ocorreu com os macronutrientes.

3.3. CONTEÚDO DOS NUTRIENTES

Os resultados obtidos demonstram que, a ordem decrescente de acúmulo entre as frações diferiram: N > Ca > Mg > K > S > P representa a fração outras espécies e Ca > N > Mg > K > S > P representa a fração pseudobombax (Tabela 7).

Desta forma evidencia-se que, cada fração apresenta um acúmulo de nutrientes diferenciado, assim como ocorreu com os resultados dos teores, que apresentaram esta mesma ordem decrescente, em ambas as frações. Sendo assim, tais valores de acúmulo dos conteúdos estão sobre a influência dos teores, justificando assim, esse comportamento.

Tabela 7. Conteúdo médio mensal dos macronutrientes nas frações outras espécies, pseudobombax e total da serrapilheira acumulada no Complexo Rupestre de Granito, Mimoso do Sul, ES

Mês	Ano	N			P			K		
		OE ¹	Psd ²	Total	OE	Psd	Total	OE	Psd	Total
kg ha ⁻¹										
Maio	2011	132,6	12,5	145,1	5,4	0,6	6,0	6,0	1,0	7,1
Jun		126,8	16,3	143,2	4,7	0,7	5,4	5,2	1,9	7,0
Jul		119,2	14,9	134,2	4,9	0,7	5,6	4,9	1,3	6,2
Ago		110,4	14,3	124,2	4,9	0,7	5,6	8,2	2,4	10,6
Set		119,6	19,1	138,9	7,1	1,2	8,3	11,7	3,2	14,9
Out		149,5	13,7	163,2	7,3	0,9	8,2	9,5	4,2	13,7
Nov		116,5	26,9	143,5	5,4	1,3	6,8	6,7	1,9	8,7
Dez		114,6	20,2	134,9	4,7	1,0	5,7	5,3	2,4	7,7
Jan	2012	109,1	18,8	128,1	4,7	1,0	5,7	7,3	1,2	8,5
Fev		113,5	12,9	126,4	4,6	0,9	5,5	9,9	2,1	12
Mar		104,3	27,2	131,5	5,9	1,5	7,4	13,1	3,5	16,6
Abr		111,1	18,5	129,7	6,4	1,2	7,6	10,6	3,9	14,5
Média		118,9	17,9	136,9	5,5	1,0	6,5	8,21	2,42	10,6

¹(OE) fração outras espécies; ²(Psd) fração pseudobombax

Tabela 7 . Continuação:

Mês	Ano	Ca			Mg			S		
		OE ¹	Psd ²	Total	OE	Psd	Total	OE	Psd	Total
kg ha ⁻¹										
Maio	2011	89,5	14,4	103,9	16,5	3,5	20,0	9,4	0,9	10,4
Jun		79,2	24,3	103,5	14,6	5,8	20,5	8,7	1,1	9,8
Jul		75,4	19,9	95,4	15,1	5,2	20,3	8,1	1,2	9,3
Ago		84,7	21,4	106,1	15,8	5,1	20,9	6,3	1,0	7,3
Set		108,0	28,3	136,9	20,8	5,3	26,1	7,6	1,4	9,0
Out		102,0	19,5	122,0	21,2	4,7	25,9	8,1	1,1	9,2
Nov		99,9	27,1	127,0	17,1	5,5	22,6	6,2	1,6	7,8
Dez		71,1	21,2	92,3	14,5	5,8	20,3	4,3	1,6	5,9
Jan	2012	73,9	19,3	93,3	14,6	4,6	19,2	5,9	1,4	7,3
Fev		85,2	16,7	101,9	16,8	4,3	21,1	5,1	1,0	6,1
Mar		82,6	25,9	108,5	18,8	8,7	27,6	5,2	2,0	7,2
Abr		85,9	25,6	111,5	17,9	6,6	24,5	7,3	1,6	8,9
Média		86,5	21,9	108,5	16,9	5,45	22,45	6,91	1,29	8,21

¹(OE) fração outras espécies; ²(Psd) fração pseudobombax

Vogel e Schumacher (2010) em uma Floresta Estacional Semidecidual, obtiveram a seguinte ordem: N > Ca > Mg > K > S > P, sendo assim, verifica-se que nesse estudo a fração outras espécies e a fração total apresentaram a mesma ordem. No estudo de Vogel (2005) em Floresta Estacional Decidual, a ordem decrescente dos elementos foi a mesma que a fração pseudobombax deste estudo, ou seja, Ca > N > Mg > K > S > P.

Segundo Cole e Rapp (1980), a serrapilheira é considerada a principal via de transferência para os elementos como o N e Ca. Isto corrobora com este estudo, pois como houve acúmulo significativo destes elementos neste período de estudo, o que justifica o comportamento supracitado.

Haag (1985) afirma que, existe variação nas espécies florestais em relação à quantidade de nutrientes retidos e devolvidos, ou seja, há espécies que retêm a maior parte dos nutrientes absorvidos, enquanto outras devolvem a maior parte do que absorvem e há aquelas em que retenção é igual à devolução, assim como deve se considerar a idade das espécies e as condições edafoclimáticas em que estas se encontram.

Naeem et al. (1995) e Tilman et al (1996) afirmam que, a diversidade de plantas influencia nas características do ecossistema, assim como na produção de biomassa vegetal, e que as disponibilidades de nutrientes no solo

estão positivamente relacionadas com a diversidade de espécies de plantas no ecossistema.

Sendo assim, é importante ressaltar que o ecossistema em estudo é oligárquico, e de baixa diversidade (TRUGILHO, 2011; PINTO JR et al., 2011), de forma que os conteúdos apresentados diferem do que Naeem et al (1995) e Tilman et al. (1996) afirmam, ou seja, essa relação positiva da disponibilidade de nutrientes com a diversidade.

Quanto a comparação dos valores dos conteúdos acumulados de cada nutriente, o estudo de Godinho (2011) em Floresta Estacional Semidecidual Submontana, foram: 94,91 kg ha⁻¹ de N; 4,14 kg ha⁻¹ de P; 14,03 kg ha⁻¹ de K; 161,03 kg ha⁻¹ de Ca; 12,1 kg ha⁻¹ de Mg; e 7,35 kg ha⁻¹ de S. Neste estudo os valores obtidos dos nutrientes foram: 136,9 kg ha⁻¹ de N; 6,5 kg ha⁻¹ de P; 10,6 kg ha⁻¹ de K; 108,5 kg ha⁻¹ de Ca; 22,45 kg ha⁻¹ de Mg; e 8,21 kg ha⁻¹ de S.

Diante deste resultado, observa-se que os valores totais estão muito próximos, sendo assim, este comportamento dos macronutrientes demonstram semelhanças a ecossistema de maior diversidade. Godinho (2011) afirma que, os valores encontrados em seu estudo, enriquecem o solo com estes nutrientes. Sendo assim, pode-se considerar que os resultados obtidos demonstram um enriquecimento para o solo do Complexo Rupestre deste estudo.

Com relação aos micronutrientes, o conteúdo médio total na serrapilheira acumulada apresentou a seguinte ordem decrescente: Fe > Mn > B > Zn > Cu. Esta ordem foi a mesma em ambas as frações (Tabela 8).

Esses resultados corroboram com Gama-Rodrigues e Barros (2002), e com Caldeira et al. (2008), onde estes afirmam que o aporte de acúmulo em diferentes tipologias florestais, seguem esta mesma ordem decrescente. Desta forma podemos evidenciar que este ecossistema se comporta como as tipologias florestais nativas, em relação aos micronutrientes em seu aporte.

Ao observar os resultados da Tabela 8, verifica-se um alto valor para o Fe, assim como para o Mn, e isto pode ser explicado pelos altos valores encontrado nos teores, afetando diretamente estes valores dos conteúdos.

Tabela 8 . Conteúdo médio mensal dos micronutrientes nas frações outras espécies, pseudobombax e total da serrapilheira acumulada no Complexo Rupestre de Granito, Mimoso do Sul, ES

Mês	Ano	Zn			Fe			Mn		
		OE ¹	Psd ²	Total	OE	Psd	Total	OE	Psd	Total
g ha ⁻¹										
Maio		280,4	36,0	316,4	4298,9	163,5	4462,4	4590,4	222,8	4813,2
Jun		251,5	46,9	298,4	4036,7	250,3	4287	3500,0	330,8	3830,8
Jul		251,9	43,0	294,9	3135,0	161,8	3296,8	4526,1	277,1	4803,2
Ago	2011	200,6	42,4	243	1814,3	111,7	1926	3218,7	241,2	3459,9
Set		277,6	60,2	337,8	4409,3	290,5	4699,8	4297,0	443,5	4740,5
Out		293,2	41,3	334,5	6066,5	207,8	6274,3	5893,1	272,8	6165,9
Nov		261,2	65,4	326,6	4088,9	1411,0	5499,9	5652,6	477,6	6130,2
Dez		219,1	59,3	278,4	6985,1	1967,5	8952,6	3196,2	518,7	3714,9
Jan		243,8	54,9	298,7	4328,2	530,1	4858,3	3285,5	421,5	3707,0
Fev	2012	266,5	43,1	309,6	8738,9	130,7	8869,6	5302,8	257,8	5560,6
Mar		243,6	66,2	309,8	1824,2	246,1	2070,3	3639,0	946,8	4585,8
Abr		207,8	36,3	244,1	4919,6	133,8	5053,4	3697,5	259,7	3957,2
Média		249,8	49,6	299,4	4553,8	467,1	5020,9	4233,2	389,2	4622,4

¹(OE) fração outras espécies; ²(Psd) fração pseudobombax.

Tabela 8 . Continuação:

Mês	Ano	Cu			B		
		OE ¹	Psd ²	Total	OE	Psd	Total
g ha ⁻¹							
Maio		68,5	9,0	77,5	249,6	44,1	293,7
Jun		62,8	9,7	72,5	215,3	68,3	283,6
Jul		62,9	9,3	72,2	218,3	55,4	273,7
Ago	2011	58,2	8,7	66,9	282,3	57,1	339,4
Set		62,4	13,3	75,7	352,8	83,9	436,7
Out		89,6	9,1	98,7	342,1	57,9	400
Nov		70,7	16,2	86,9	227,2	65,0	292,2
Dez		65,3	16,1	81,4	215,6	67,4	283
Jan		58,5	13,2	71,7	207,9	44,5	252,4
Fev	2012	72,5	10,2	82,7	237,8	44,6	282,4
Mar		90,5	20,8	111,3	247,1	79,6	326,7
Abr		64,1	12,2	76,3	265,3	72,2	337,5
Média		68,8	12,3	81,2	255,1	61,7	316,8

¹(OE) fração outras espécies; ²(Psd) fração pseudobombax.

Diante destes resultados é importante salientar que, ambas as frações tem uma contribuição significativa quanto ao enriquecimento dos micronutrientes no solo, pois durante todo o ano ocorreu um acúmulo da serrapilheira.

Ao comparar os resultados obtidos do conteúdo total de micronutrientes com algumas tipologias florestais brasileiras, verifica-se que os valores na serrapilheira acumulada se assemelham com alguns estudos realizados.

Neste estudo, o valor total do conteúdo médio dos micronutrientes na serrapilheira acumulada, foi de 10340,7 g ha⁻¹, o que se assemelhou com o estudo de Godinho (2011) para Floresta Estacional Semidecidual, que foi um acúmulo de 9080,0 g ha⁻¹, assim como no estudo de Vogel e Schumacher (2010), onde o valor foi de 11520,0 g ha⁻¹ de mesma formação florística. O estudo de Caldeira et al. (2007) diferiu de forma significativa, onde o valor total foi da ordem de 34920,0 g ha⁻¹, e o elemento Fe apresentou-se muito elevado, no entanto a formação florística foi de uma Floresta Ombrófila Mista Montana.

Desta forma compreende-se que, o ecossistema em estudo apresenta um comportamento semelhante para os micronutrientes às formações florísticas de Florestas Semidecíduais, de forma que, este resultado se assemelhou quanto aos macronutrientes.

4. CONCLUSÕES

O acúmulo da serrapilheira mostrou-se sazonal, com os maiores valores ocorridos ao final da estação seca.

Os teores de nutrientes diferiram entre os diferentes meses do período de estudo ($p < 0,05$) com exceção do S da fração pseudobombax. Foram influenciados significativamente, pela temperatura os elementos N e S na fração outras espécies. Na fração pseudobombax foram influenciados pela pluviosidade os elementos N e Fe e pela temperatura o P. Nesta última fração e para ambas variáveis o elemento Cu foi influenciado.

Os nutrientes de maior disponibilidade na serrapilheira foram N, Ca e Fe, sendo que, este último pode estar indicando uma contaminação do solo no material analisado.

A vegetação local demonstrou uma capacidade de aporte e de manutenção da serrapilheira sobre o solo, pois durante todo o ano do período de estudo ocorreu um contínuo acúmulo de material, e conseqüentemente uma contínua ciclagem de nutrientes.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIDAR, M.P.M.; JOLY, C.A. Produção e decomposição da serapilheira do araribá em uma mata ciliar. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 26, n.2, p. 193-202, 2003.

BALIEIRO, F. C.; DIAS, L. E.; FRANCO, A. A; CAMPELLO, E. F. C.; FARIA, S. M. de. Acúmulo de nutrientes na parte aérea, na serapilheira acumulada sobre o solo e decomposição de filódios de *Acacia mangium* Willd. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 59-65, 2004.

BENITES, V.M.; CAIAFA, A.N.; MENDONÇA; E.S.; SCHAEFER, C.E.; KER, J.C. Solos e vegetação nos complexos rupestres de altitude da Mantiqueira e do Espinhaço. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 10, n. 1, p.76-85, 2003.

BORÉM, R.A.T.; RAMOS, D.P. Variação estacional e topográfica de nutrientes na serapilheira de um fragmento de mata atlântica. *Revista Cerne*, Lavras, v.8, n.2, p. 42-59. 2002.

BURGHOTS, T.B.A., CAMPBELL, E.J.F., KODERMAN, P.J. Effects of tree species heterogeneity on leaf fall in primary and logged dipterocarp forest in the Ulu Segana Forest reserve, Sabah, Malasia, *Journal of Tropical Ecology*, Aberdeen, n 10, p. 1-26, 1994.

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

_____.; MARQUES, R.; SOARES, R.V.; BALBINOT, R. Quantificação de serapilheira e de nutrientes – Floresta Ombrófila Mista Montana – Paraná. *Revista Acadêmica*, Curitiba, v.5, n.2, p. 101-116, 2007.

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

_____.; SCHUMACHER, M.V.; VIERA, M.; GONÇALVES, E.O.; GODINHO, T.O. Ciclagem de nutrientes, via deposição e acúmulo de serapilheira, em ecossistemas florestais. In: CHICHORRO, J.F.; GARCIA, G.O.; BAUER, M.O. **Tópicos em Ciências Florestais**, Visconde do Rio Branco, p. 57-82, 2010.

CHAMBERS, C.C.; MACMAHON, J.A. A day in the life of a seed: movement and fates of seeds and their implications for natural and managed systems. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v.25, p.263-292, 1994.

- CLEVELÁRIO JR., J. **Distribuição de carbono e de elementos minerais em um ecossistema florestal tropical úmido baixo-montana**. 1996. 135p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.
- COLE, D. W.; RAPP, M. Elemental cycling in forested ecosystems. In: Reichle, D. E. Ed. **Dynamic properties of forest ecosystems**. Cambridge: Cambridge University, p. 341 – 409. 1980.
- CORREIA, M.E.F.; ANDRADE, A.G. Formação da serrapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O. (Eds.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, 1999. p.197-226.
- COUTO, D.R. **Epífitos vasculares sobre *Pseudobombax aff. campestre* (MALVACEAE) em complexos rupestres de granito no sul do Espírito Santo, Brasil**. [Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-graduação em Ciências Florestais, Universidade Federal do Espírito Santo Jerônimo Monteiro, ES. 2013].
- DECHEN, A.R.; NACHTIGALL, G. R., **Nutrição mineral de plantas**. Ed. Manlio Silvestre Fernandes, Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p 327-346. 2006.
- DIAS, H.C.T.; OLIVEIRA FILHO, A.T. Variação Temporal e espacial da produção de serrapilheira em uma área de Floresta Estacional Semidecídua Montana em Lavras-MG, **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.21, n.1, p.11-26, 1997.
- DIAS, H.C.T.; FERNANDES FILHO, E.I.; SCHAEFER, C.E.G.R.; FONTES, L.E.F.; VENTORIM, L.B. Geoambientes do parque estadual do Ibitipoca, município de Lima Duarte-MG, **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.6, p. 777-786, 2002a
- EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos** (Rio de Janeiro). Manual de métodos de análise de solo, 2. ed. Rio de Janeiro, 1997, 212p.
- EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos**. Centro Nacional de Pesquisas de Solos, Rio de Janeiro, 2009, 412p.
- FACELLI, J.M.; PICKETT, S.T.A. Plant litter: its dynamics and effects on plant community structure. **The Botanical Review**, Lancaster, v.57, p.1-32, 1991.
- FERREIRA, D.F. **Manual do Sistema Sisvar para análises estatísticas**. Universidade Federal de Lavras - Lavras, MG. 2000.
- FIGUEIRA, J. E. C.; VASCONCELOS NETO, J. Paepalanthus, cupins e aranhas. **Ciência Hoje**, v. 13, n. 75, p. 20-25, 1991.

FRENEY, J.R.; SWABY,R.J. Sulphur transformation in soils. In: McLANCHLAN,K.D. **Sulphur in Australasian agriculture**. Sidney, Sidney University Press, 1975.

GAMA-RODRIGUES, A.C.; BARROS, N.F. Ciclagem de nutrientes em floresta natural e em plantios de eucalipto e de dandá no Sudoeste da Bahia, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, p. 193-207, 2002.

GODINHO, T.O. **Quantificação de Biomassa e de Nutrientes na Serapilheira em Trecho de Floresta Estacional Semidecidual Submontana, Cachoeiro de Itapemirim, ES** Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-graduação em Ciências Florestais, Universidade Federal do Espírito Santo Jerônimo Monteiro, ES. 2011.

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

HEAL, O.W.; ANDERSON, J.M.; SWIFT, M.J. Plant litter quality and decomposition: a historical overview. In: CADISH, G.; GILLER, K.E. (Ed.). **Driven by nature**. Plant litter quality and decomposition. Wallingford: CAB International, 1997. p.3-30.

HEENAN, D.P.; CAMPBELL, L.C. Soybean nitrate reductase activity influenced by manganese nutrition. **Plant Cell Physiology**, Oxford, v. 21, n. 4, p. 731-736, 1980.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/sonabra/maps/automaticas.php>> Acesso em: Outubro de 2012.

KLEINPAUL, I.S.; SCHUMACHER, M.V.; BRUN, E.J.; BRUN, F.G.K.; KLEINPAUL, J.J. Suficiência amostral para coletas de serapilheira acumulada sobre o solo em *Pinus elliottii* engelm, *Eucalyptus* sp. e Floresta Estacional Decidual. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.6, p.965-972, 2005.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A.; MURAOKA, T.; CARMO, C.A.F.S.; MELLO,W.J. Análises químicas de tecido vegetal. In: SILVA, F.C. (Ed.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Solos,1999. p.171-223.

NAEEM, S.; THOMPSON, L.J.; LAWLER, S.P.; LAWTON, J.H.; WOODFIN, R.M. Empirical evidence that declining species diversity may alter the performance of terrestrial ecosystems. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, London, v. 347, p. 249-262. 1995

ODUM, E.P. The strategy of ecosystem development. **Science**, Washington,v.164, p.262-270, 1969.

OLSON, J.S. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. **Ecology**, Washington, v.44, p.322-330, 1963.

PINTO JR, H.V; PEREIRA, M.C.A.; COUTO, D.R. A Influência de *Pseudobombax campestre* (Mart. e Zucc.) A. Robyns (Malvaceae) na estrutura e composição florística de uma comunidade rupícola, Pedra dos Pontões, Mimoso do Sul, ES. **X Congresso de Ecologia do Brasil**, 16 a 22 de Setembro, São Lourenço – MG, 2011.

PREZOTTI, L.C. **Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo**. Vitória: Instituto Capixaba de Pesquisas, Assistência Técnica e Extensão Rural – INCAPER, 2010.

PRITCHETT, W.L. **Properties and management of Forest soils**. New York: John Wiley, 500p. 1979.

RODRIGUES, A.C.G.; BARROS, N.F.; COMERFORD, N.B. Biomass and nutrient cycling in pure and mixed stands of native tree species in southeastern Bahia, Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa,n.31, p.287-298, 2007.

RUIZ, H.A., Incremento da exatidão da análise granulométrica do solo por meio da coleta de suspensão (silte + argila). **Revista Brasileira de ciência do Solo**, Viçosa, n.29,p.297-300, 2005.

SCHUMACHER, M. V.; BRUN,E.J.; KONIG,F.G. Análise de nutrientes para a sustentabilidade. **Revista da Madeira**, Curitiba, n 83, ano 14, agosto de 2004.

SCHUMACHER, M. V.; TRUBY, P; MARAFIGA, J.M.; VIERA, M.; SZYMCZAK, D.A. Espécies predominantes na deposição de serapilheira em fragmento de floresta estacional decidual no Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.21, n.3, p.479-486, jul-set.,2011.

SHIMAKURA, S.E. Correlação. In: CE003 - **Estatística II**. Paraná: Dep. de Estatística da Universidade Federal do Paraná: Curitiba, p. 71-78, 2006.

SILVA, J.G.M. da. **Relação solo-vegetação como instrumento para o manejo da vegetação do cerrado no Triângulo Mineiro**. 1993. 121 p. Tese(Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa,1993.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. California: Benjamin/Cummings Publishing Company, 559 p. 1991.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEIS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Ver. e ampl. – Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p.

TILMAN, D.; WEDIN, D.; KNOPS, J. Productivity and sustainability influenced by biodiversity in grassland ecosystems. **Nature**, London, v 379, p. 718-720. 1996.

TRUGILHO, G. A. **Composição Florística e Estrutura do Estrato Lenhoso em uma Comunidade Rupícola, Pedra dos Pontões, Mimoso do Sul, ES** [Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES. 2011.]

VELOSO, H.; RANGEL FILHO, A.; LIMA, J. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 123 p.1991.

VENEKLAAS, E.J. Litterfall and nutriente fluxes in two montane tropical rain forests, Colombia. **Journal of Tropical Ecology**, Aberdeen, n 7, p. 319-336, 1991.

VIERA, M.; SCHUMACHER, M.V. Concentração e retranslocação de nutrientes em acículas de *Pinus taeda* L. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.19, n.4, p.375-382, 2009.

_____. Teores e aporte de nutrientes na serrapilheira de *Pinus taeda* L., e sua relação com a temperatura do ar e pluviosidade. **Revista Árvore**, Viçosa, v.34, p. 85-94, 2010.

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**, Viçosa, v.28, n.6, p.793-800. 2004.

VOGEL, H. L. M. **Quantificação da biomassa e nutrientes em uma floresta Estacional Decidual em Itaara-RS, Brasil**. 2005. 94 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

VOGEL, H.L.M.; SCHUMACHER, M.V. Biomassa e Nutrientes na serapilheira em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual em São Gabriel-RS, Brasil *In*: **FERTIBIO**. Anais...Guarapari, ES, 2010.

WEDDERBURN, M.E.; CARTER, J. Litter decomposition by four functional tree types for use silvopastoral systems. **Soil Biology and Biochemistry**, Elmsford, v.31,n.1p.455-461,1999.

CAPÍTULO II

DEPOSIÇÃO DE SERRAPILHEIRA E NUTRIENTES EM COMPLEXO RUPESTRE DE GRANITO

Deposição de serrapilheira e nutrientes em Complexo rupestre de Granito

RESUMO

A ciclagem de nutrientes é um conjunto de processos integrados que envolvem a transferência de energia e nutrientes entre as partes integrantes de um determinado ecossistema. O presente estudo teve por objetivo quantificar a deposição de serrapilheira, bem como avaliar o teor e conteúdo de nutrientes nela contidos, além de correlacionar com variáveis climáticas (precipitação e temperatura) e analisar a variação temporal dos nutrientes em um Complexo Rupestre de Granito, localizado no município de Mimoso do Sul, ES. A amostragem da serrapilheira depositada foi realizada em cinco transectos de 50m x 2m. Em cada transecto foram distribuídos três coletores posicionados abaixo da copa da *P. aff. campestre*, com 0,5 m x 0,5 m e 0,70 m de altura do solo, com telas de nylon em malha de 2 mm, totalizando quinze coletores (15 amostras/mês). Após a coleta mensal, as amostras foram levadas para o laboratório e separadas na fração denominada de 'Outras espécies', com a presença de folhas, galhos, flores, frutos e material não identificável de diversas espécies; e fração 'Pseudobombax' com material identificável da espécie *Pseudobombax aff. campestre*, que posteriormente foram secas e pesadas. A biomassa depositada para as frações foi transformada para kg ha⁻¹, que por meio dessa extrapolação foi calculado também os conteúdos dos macro e micronutrientes. O período de estudo foi de novembro de 2011 a outubro de 2012. Para a avaliação da variação mensal da biomassa de cada fração, considerou-se um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), onde os tratamentos corresponderam aos meses do ano (12 tratamentos) com 5 repetições. Para determinação da variação mensal dos teores de cada fração, utilizou-se o mesmo DIC, com os mesmos tratamentos (12 meses do ano) e três repetições. Para a análise de correlação com as variáveis climáticas, em ambas as frações, utilizou-se a correlação de Pearson. Os resultados foram submetidos ao teste T ($p < 0,05$). A serrapilheira total depositada foi de 5400 kg ha⁻¹, havendo aumento de produção durante a estação seca e diminuição na estação chuvosa. O N e o Mn obtiveram os maiores teores, assim como do conteúdo do total das frações, indicando um maior aporte destes nutrientes no ecossistema. Os teores de nutrientes na serrapilheira diferiram entre os meses do ano ($p < 0,05$), e foram influenciados, significativamente pela pluviosidade o N para ambas as frações, e para a temperatura P, Mg, Mn e B na fração outras espécies, e Cu na fração pseudobombax. O S e o Cu foram os nutrientes de menor disponibilidade para o ecossistema e a espécie *Pseudobombax aff. campestre* mostrou uma maior eficiência no uso em todos os nutrientes.

Palavras-chave: Conteúdo de nutrientes, variáveis climáticas, sustentabilidade florestal

ABSTRACT

Nutrient cycling is a set of integrated processes that involve the transfer of energy and nutrients between the parts of a particular ecosystem. This study aimed to quantify the deposition of litter, as well as evaluating the content and nutrient content contained in it, and to correlate with climatic variables (precipitation and temperature) and analyze the temporal variation of nutrients in complex rupestre granite, located in the municipality of Mimoso do Sul, Espírito Santo state. Sampling of litter deposited was conducted in five transects of 50m x 2m. In each transect were distributed three collectors positioned below the canopy of *P. aff. campestre*, with 0.5 m x 0.5 m and 0.70 m above ground level, with nylon screens in a mesh 2 mm, collectors totaling fifteen (15 samples / month). After collecting monthly samples were taken to the laboratory and separated in the fraction called 'Other species', with the presence of leaves, branches, flowers, fruits and unidentifiable materials of various kinds, and fraction 'Pseudobombax' material identifiable species *Pseudobombax aff. campestre*, which were subsequently dried and weighed. Biomass deposited for fractions was converted to kg ha^{-1} , that by this extrapolation was calculated also the contents of macro and micronutrients. The study period was from november 2011 to october 2012. For the evaluation of the monthly variation of the biomass of each fraction, it was considered a completely randomized design (CRD), where treatments for the months of the year (12 treatments) and five repetitions. To determine the monthly variation of the concentration of each fraction was used the same CRD with the same treatment (12 months of the year) and three repetitions. For the analysis of correlation with climatic variables in both fractions, we used the Pearson correlation. The results were tested with a 5% level of probability. The full litter deposited was 5400 kg ha^{-1} , with increased production during the dry season and the rainy fall. N and Mn were found in higher concentrations as content of all fractions. The only nutrient that had a significant correlation with climatic variables was: N for both fractions in variable rainfall, P, Mg, Mn and B, for the fraction of Other species and the Cu fraction Pseudobombax, both in the variable temperature. O S and Cu were lower availability of nutrients to the ecosystem and species *Pseudobombax aff. campestre* showed greater efficiency in use in all nutrients.

Keywords: Content of nutrients, climatic variables, forest sustainability

1. INTRODUÇÃO

A produção de biomassa vegetal e a disponibilidade de nutrientes no solo estão diretamente relacionadas com a diversidade de espécies de plantas no ecossistema (NAEEM et al., 1995; TILMAN et al., 1996).

O estudo da ciclagem de nutrientes minerais via serrapilheira, é fundamental para o conhecimento da estrutura e funcionamento de ecossistemas florestais (VITAL et al., 2004).

A serrapilheira é todo material recém-caído no piso de uma floresta como folhas, cascas, galhos, frutos e flores, sua deposição varia em função da tipologia vegetal e da condição climática do local (FIGUEIREDO FILHO et al., 2003).

Parte do processo de retorno de matéria orgânica e de nutrientes para o solo florestal ocorre por meio da produção de serrapilheira, sendo este material considerado o meio mais importante de transferência de elementos essenciais da vegetação para o solo (VITAL et al., 2004).

Por meio da interação dos processos de deposição e decomposição da serrapilheira, ocorre a liberação dos nutrientes que serão reaproveitados pelas plantas, garantindo a sustentabilidade do ecossistema (PINTO; MARQUES, 2003).

Quando ocorre a senescência e a abscisão das folhas, este mecanismo requer que as árvores redistribuam nutrientes de tecidos velhos para os novos e para o solo, realizando o chamado ciclo biogeoquímico (VITOUSEK; SANFORD, 1986; CALDEIRA et al., 1999b; BALIEIRO et al., 2004).

As condições climáticas e a ação microbiana são os dois principais processos de ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais (KOUKOURA, et al., 2003). A estrutura e a dinâmica da comunidade vegetal são afetadas temporal e espacialmente mediante aos dois processos (MOLOFSKY; AUSGSPURGER, 1992). A decomposição representa um processo essencial na ciclagem de nutrientes, na manutenção do estoque orgânico no solo e na taxa de reciclagem dos compostos presentes na serrapilheira, influenciando a fertilidade de solos e o funcionamento de ecossistemas florestais,

especialmente, em regiões de solos muito intemperizados como os tropicais (VALENTINI, 2004)

Os ecossistemas de florestas tropicais, via de regra, apresentam produção contínua de serrapilheira no decorrer do ano, sendo que a quantidade produzida nas diferentes épocas depende do tipo de vegetação considerada (RODRIGUES; LEITÃO FILHO, 2001).

Neste contexto, a serrapilheira originada pelo material de origem vegetal que se deposita continuamente sobre a superfície do solo assume grande importância, uma vez que representa o estoque potencial de nutrientes para a vegetação (LOUZADA et al., 1995).

A decomposição e a ciclagem de nutrientes em ecossistemas naturais e antropogênicos tem sido estudado, a fim de que seja compreendido o seu funcionamento e para obter informações práticas de conservação, aumentando, assim, a produtividade nas regiões em recuperação (BAMBI et al., 2011).

A determinação das características de uma cobertura vegetal é fundamental para um estudo mais detalhado dos processos físicos e fisiológicos que ocorrem em seu interior. Essa dinâmica da cobertura vegetal é importante, porque se sabe que as folhas são responsáveis pelas trocas de massa e energia no sistema solo-planta-atmosfera (CARUZZO; ROCHA, 2000).

A serrapilheira constitui uma via importante do ciclo biogeoquímico (fluxo de nutrientes no sistema solo-planta-solo), que juntamente com o bioquímico (circulação de nutrientes no interior da planta), permitem que os vegetais nas florestas possam sintetizar a matéria orgânica através da fotossíntese, reciclando principalmente os nutrientes em solos altamente intemperizados, onde a biomassa vegetal é o seu principal reservatório (MELO; RESCK, 2003).

Neste contexto, este trabalho tem por objetivo quantificar a serrapilheira depositada no piso florestal do Complexo Rupestre de Granito, no município de Mimoso do Sul, ES, e os nutrientes nela contido, correlacionando com as variáveis da pluviosidade e da temperatura.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O tópico descrição da área consta no item 2.1 do Capítulo I, pois o local foi o mesmo, diferindo apenas a época de coleta, pois durante o projeto de estudo determinou-se posteriormente que faria esta análise.

2.1. CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DA ÁREA EM ESTUDO

Na Figura 1 são apresentados os dados de precipitação e temperatura média do ar da Estação Meteorológica de Alegre, ES, obtidos no site do Instituto Nacional de Meteorologia. A distância da estação para o local do Complexo Rupestre é de aproximadamente 18 km em linha reta.

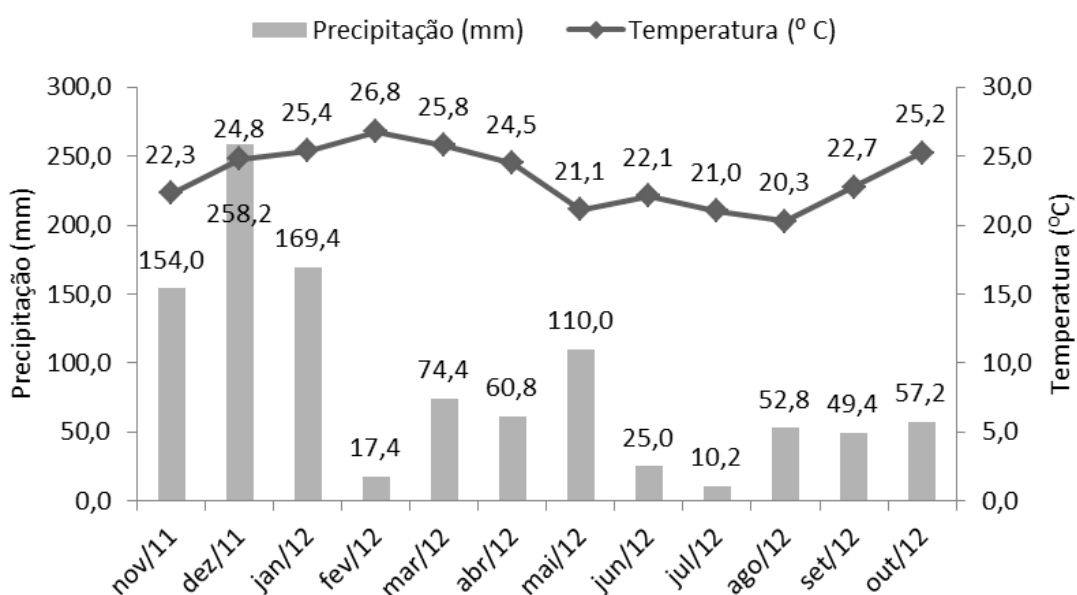


Figura 1 . Dados de precipitação e temperatura média do ar no período do presente estudo, Alegre, ES.

2.2. AMOSTRA E COLETA DA SERRAPILHEIRA

As coletas foram realizadas mensalmente, no período de novembro de 2011 a outubro de 2012. Foram utilizados cinco transectos de 50 m x 2 m, distando paralelamente 10m um do outro e 5m em alinhamento, no sentido do aclave do afloramento (no sentido NE), totalizando 500m² da área amostral.

Estas unidades amostrais são as mesmas utilizadas para o estudo da serrapilheira acumulada (capítulo I, Figura 3).

Para coleta da serrapilheira depositada foram utilizados coletores com dimensão de 0,50 m x 0,50 m (0,25m²) e altura de 0,70 m do solo, montados em uma estrutura de madeira, com um fundo de tela de nylon em malha de 2 mm. Em cada transecto foram alocados três coletores, perfazendo um total de quinze coletores (15 amostras/mês) que foram posicionados abaixo da copa da *Pseudobombax aff campestre*, para assim se obterem os valores de biomassa e dos elementos nutricionais que esta planta contribui, assim como as demais espécies que se localizavam sob sua copa.

As amostras foram acondicionadas em embalagens plásticas devidamente identificadas contendo o número do transecto, número do coletor, assim como a data de coleta. As mesmas foram encaminhadas para o Laboratório de Ecologia Florestal do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA/UFES), onde foram feitas a separação e acondicionadas em embalagens de papel, para serem secas em estufa de circulação de renovação de ar a 65 °C até atingirem peso constante para determinação da massa seca.

O material foi separado em duas frações: fração 'Outras espécies', onde esta apresentava material de diversas espécies composta por folhas, galhos, estruturas reprodutivas, casca e resíduos na serrapilheira, e material não-identificável; e fração 'Pseudobombax', onde este material foi provido somente da espécie *P. aff. campestre*.

Depois de pesadas foram moídas em moinho tipo Wiley, retiradas três amostras de cada fração ao mês, armazenadas em frascos plásticos hermeticamente vedados.

Posteriormente, foram enviadas ao Laboratório de Recursos Hídricos e do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA/UFES) para a análise química dos nutrientes (TEDESCO et al., 1995; MIYAZAWA et al., 1999).

A análise de B foi realizada por digestão seca e os demais nutrientes por digestão úmida. As análises de N foram realizadas por titulação. O N foi determinado pelo método Kjeldahl. As amostras de P, S e B foram lidas no

espectrofotômetro UV-VIS. No espectrofotômetro de absorção atômica (EAA) foram lidas as amostras de K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn e Zn, conforme metodologia descrita por EMBRAPA (2009) e Tedesco et al. (1995).

O conteúdo de cada nutriente (kg ha^{-1}) da serrapilheira depositada foi obtido a partir da biomassa seca (kg ha^{-1}), e dos teores dos nutrientes (g kg^{-1} e mg kg^{-1}) da serrapilheira, fornecendo assim o conteúdo total dos mesmos.

A eficiência do uso de nutrientes (EUN) também foi calculada para cada fração e para o total depositado. A eficiência com que uma floresta utiliza os nutrientes é definida como a quantidade de matéria orgânica perdida das plantas ou permanentemente estocada dentro dela, por unidade de nutriente perdido ou permanentemente estocado. Logo a eficiência pode ser calculada para a biomassa viva ou morta (VITOUSEK, 1982).

A EUN é a razão entre a massa seca e o conteúdo de nutrientes na serrapilheira, e que para efeito de cálculos deve se levar em consideração que, a produtividade primária líquida aérea é igual a da serrapilheira, e que a perda de nutrientes da serrapilheira foi igual ao total de nutrientes assimilado pelas plantas.

2.3. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Para a avaliação da variação mensal de cada fração da serrapilheira depositada, considerou-se um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), onde os tratamentos corresponderam aos meses do ano (12 meses) e cinco repetições (5 transectos). Para a determinação da variação mensal dos teores de cada fração, utilizou-se o mesmo delineamento (DIC), onde os tratamentos corresponderam aos meses do ano (12 meses) com três repetições. Os dados obtidos foram submetidos ao teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade (FERREIRA, 2000).

Para verificar a análise de correlação entre o acúmulo de serrapilheira (das frações outras espécies e fração pseudobombax) com a pluviosidade e a temperatura, foi utilizado a metodologia de interpretação do Coeficiente de Pearson (r), onde estabelece um sistema de classificação, atribuindo um valor qualitativo aos valores numéricos de coeficiente encontrado (SHIMAKURA,

2006). Os resultados obtidos foram submetidos ao teste T, ao nível de 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. SERRAPILHEIRA DEPOSITADA

Os resultados demonstraram uma maior biomassa para a fração outras espécies, com 58,32% do total depositado e menor para a fração pseudobombax, com 41,68%, assim como, as médias mensais para todas as frações diferiram significativamente entre si (Tabela 1).

Tabela 1 . Valores médios dos meses das frações outras espécies, pseudobombax e total para a produção de serrapilheira depositada e as variações climáticas (precipitação e temperatura) no Complexo Rupestre de Granito, Mimoso de Sul, ES

Mês	Ano	Outras espécies	Pseudobombax	Total
		kg ha ⁻¹		
Novembro	2011	450,72 ^b ¹ (±355,4) ²	90,4 ^b (±121,4)	547,12 ^b (±361,5)
Dezembro		42,21 ^c (±59,6)	2,08 ^b (±4,44)	44,29 ^c (±62,6)
Janeiro	2012	122,35 ^c (±126,6)	68,64 ^b (±114,4)	190,99 ^c (±209,7)
Fevereiro		262,69 ^c (±201,1)	161,2 ^b (±120,4)	423,89 ^b (±248,8)
Março		721,49 ^a (±317,5)	575,2 ^a (±535,8)	1296,69 ^a (±637)
Abril		113,68 ^c (±196,8)	7,33 ^b (±14,7)	121,01 ^c (±205,8)
Maiο		143,17 ^c (±130,8)	408,43 ^a (±338,8)	551,6 ^b (±374,5)
Junho		216,37 ^c (±534,6)	514,69 ^a (±326,8)	731,06 ^b (±706,7)
Julho		271,63 ^c (±357,2)	220,03 ^b (±192,9)	491,65 ^b (±409,8)
Agosto		297,07 ^c (±453,6)	38,45 ^b (±75,5)	335,52 ^c (±451,5)
Setembro		263,84 ^c (±213,3)	92,72 ^b (±157,3)	356,56 ^c (±299,1)
Outubro		248,03 ^c (±150,1)	77,92 ^b (±184,8)	325,95 ^c (±255,9)
Média Mensal		262,77	188,09	450,86
Desvio-Padrão		±332,08	±296,8	±495,16
CV% ³		111,52	124,04	87,21
Total Anual		3159,25	2257,09	5416,34
% Total		58,32	41,68	100

¹Valores seguidos por uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott; ²Valores entre parênteses, referem-se ao desvio-padrão da média; ³(CV%) Coeficiente de Variação.

A fração outras espécies apresentou um pico maior de deposição de 721 kg ha⁻¹ no mês de março de 2012, podendo ser uma resposta causada pela baixa pluviosidade no mês de fevereiro de 2012 (17,4 mm). Outro pico de deposição (450,72 kg ha⁻¹) ocorreu no mês de novembro de 2011, que foi o início do período chuvoso (154,0 mm), onde a precipitação do mês de outubro foi a mais alta (96,5 mm) depois de um longo período de baixas precipitações dos meses anteriores. Silva et al (2009) afirmaram, em um estudo em Floresta de Transição na Amazônia, que ocorreram picos de produção na estação seca e outro na chuvosa.

Dias et al. (2002) analisando um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Montana, afirmam que a queda das folhas foi sazonal, e que este fato provavelmente decorre em função da regulação hormonal, devido a um sinal externo, como o estresse hídrico, desencadeando uma série de eventos fisiológicos, finalizando com a abscisão das folhas. Vários autores (WRIGHT, 1977; APELBAUM; YANG, 1981) afirmam que o déficit hídrico provoca um aumento nos níveis do etileno que provoca a senescência foliar (WRIGHT, 1977).

A fração pseudobombax apresentou seu maior pico de deposição (572,2 kg ha⁻¹) também no mês de março de 2012, de forma que, a espécie *P. aff. campestre* apresenta o mesmo comportamento que a fração outras espécies quanto a esta deposição. Outro pico de deposição ocorreu em junho de 2012, com um valor de 514,69 kg ha⁻¹, tendo este mês um valor de precipitação um dos mais baixos do período em estudo (25 mm), tendo esta espécie, respondido à baixa pluviosidade. No mês de maio de 2012, ocorreu outra alta deposição com um valor de 408,43 kg ha⁻¹. Sabendo que estes três valores estatisticamente não diferem entre si (Tabela 1), e que os dois primeiros valores ocorreram em um momento da baixa pluviosidade, e o terceiro valor, no entanto ocorreu em um momento de maior precipitação dentro do período seco (110 mm), e isto pode estar correlacionado mais em virtude do fator mecânico, onde o impacto da chuva e do vento sobre a vegetação provoca um aumento da deposição (VENEKLAAS, 1991; DIAS; OLIVEIRA, 1997).

A realização da correlação de Pearson com as frações outras espécies, pseudobombax e o total de deposição da serrapilheira com as variáveis da pluviosidade e da temperatura, os resultados demonstraram que ambas as frações e o total depositado as correlações não foram significativas ($p < 0,05$) pelo teste T. Isto pode estar demonstrando que as variáveis climáticas pouco influenciaram sobre a deposição de biomassa, mas ressalta-se que o período de análise foi somente um ano.

Segundo Proctor (1983), algumas situações não há uma relação simples entre queda anual de serrapilheira e precipitação incidente anual. No entanto Marimon Júnior (2007) relata que muitas vezes a falta de correlação pode estar associada a um atraso de resposta da vegetação ao estresse hídrico, deslocando o pico de deposição para frente do pico de mínima de precipitação.

Em um estudo realizado por Valim (2011) em afloramento rochoso sobre canga (solo rico em Fe) demonstrou que, área de característica de Floresta Estacional Semidecidual apresentou valores mais próximos deste estudo (4600 kg ha^{-1}).

Ao se comparar este estudo com outros em diversas tipologias florestais, os valores em muito se assemelharam com florestas de características secundárias. Martins e Rodrigues (1999), em um estudo em Floresta Estacional Semidecidual, em clareiras no interior da floresta, apresentou um valor de biomassa depositada de 5900 kg ha^{-1} . Calvi, et al. (2009), em Mata Atlântica em Floresta Secundária e Secundária Antiga, apresentaram valores de 5700 kg ha^{-1} em ambas as formações. Dickow (2010), em Floresta Ombrófila Densa Submontana, de característica Secundária em fase inicial obteve um valor de 5200 kg ha^{-1} ; em fase média obteve um valor de 5400 kg ha^{-1} ; em fase final obteve um valor de 5300 kg ha^{-1} .

3.2. TEORES DOS NUTRIENTES

Para a fração outras espécies a ordem decrescente de teores dos nutrientes foram: $\text{N} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{K} > \text{P} > \text{S}$. Para a fração pseudobombax a ordem dos nutrientes foram: $\text{N} > \text{Ca} > \text{K} > \text{Mg} > \text{S} > \text{P}$. A ordem destes teores

se diferem dos estudos realizados por Caldeira (2010) em estudo de aporte de nutrientes em diferentes florestas nativas, assim como, Godinho (2010) em uma Floresta Estacional Semidecidual, onde as ordens apresentadas em ambos autores foram: Ca > N > K > Mg > S > P.

Diante deste resultado é importante salientar que, esta deposição diferenciada entre as duas frações em estudo, caracteriza-se em comportamentos distintos entre as espécies. Isto pode ser comprovado mediante os resultados, onde as médias diferiram significativamente entre si (5% de probabilidade) pelo teste Scott-Knott, mas sem tendência de períodos com maior ou menor concentração (Tabela 2).

Observando os valores de concentração destes elementos neste estudo, em ambas as frações, verificou que estes apresentaram um mesmo padrão proposto por Sarruge e Haag (1974). Estes autores propuseram que em N, P, K, Ca Mg e S as concentrações destes elementos na matéria seca em plantas são: 1 a 5% de N; de 0,1 a 1,5% de P; de 0,2 a 11% de K; de 0,02 a 5% de Ca; de 0,02 a 2,5% de Mg e de 0,1 a 1,5% de enxofre. Os resultados do estudo para estes elementos foram: 3,9% de N; 0,4% de P; 1,02% de K; 3,4% de Ca; 0,6% de Mg; e 0,2% de S, demonstrando assim estarem dentro do intervalo proposto por estes autores.

Tabela 2 . Teores médios dos macronutrientes nas frações outras espécies, pseudobombax, total da serrapilheira depositada e a variação temporal em função da precipitação e temperatura no Complexo Rupestre de Granito, Mimoso do Sul, ES.

Mês	Ano	N		P		K	
		OE ¹	Psd ²	OE	Psd	OE	Psd
g kg ⁻¹							
Nov	2011	22,3 ^a ³	9,45 ^d	1,75 ^e	0,58 ^b	4,15 ^a	3,92 ^d
Dez		(±0,53) ⁴	(±0,0)	(±0,09)	(±0,02)	(±0,21)	(±0,01)
		19,77 ^c	(-) ⁷	2,05 ^c	(-)	0,78 ^b	(-)
		(±0,72)		(±0,06)		(±0,16)	
Jan	2012	17,23 ^e	10,62 ^c	1,83 ^e	0,74 ^b	3,86 ^a	5,57 ^c
		(±0,35)	(±0,4)	(±0,23)	(±0,02)	(±1,31)	(±0,14)
Fev		15,52 ^f	7,82 ^e	4,04 ^a	0,62 ^b	5,58 ^a	3,33 ^d
		(±0,41)	(±0,2)	(±0,05)	(±0,02)	(±1,92)	(±0,12)
Mar		21,0 ^b	8,98 ^d	2,35 ^c	0,67 ^b	3,85 ^a	3,88 ^d
		(±0,0)	(±0,53)	(±0,37)	(±0,03)	(±0,45)	(±0,07)
Continua...							

Tabela 2 . Continuação:

Abr		14,58 ^g (±0,2)	6,30 ^f (±0,0)	1,37 ^f (±0,02)	(-)	0,42 ^b (±0,04)	(-)
Maio	2012	21,12 ^b (±0,53)	7,47 ^e (±0,2)	1,78 ^e (±0,01)	0,43 ^b (±0,005)	0,45 ^b (±0,11)	0,94 ^e (±0,01)
Jun		18,08 ^d (±0,2)	7,58 ^e (±0,4)	1,46 ^f (±0,11)	0,45 ^b (±0,01)	0,39 ^b (±0,09)	1,01 ^e (±0,03)
Jul		14,11 ^g (±0,4)	16,33 ^a (±0,2)	1,29 ^f (±0,02)	2,14 ^a (±0,03)	4,2 ^a (±0,22)	8,57 ^a (±0,7)
Ago		14,81 ^g (±0,4)	14,35 ^b (±0,35)	1,4 ^f (±0,03)	0,91 ^b (±0,69)	3,55 ^a (±0,4)	8,70 ^a (±1,77)
Set		15,75 ^f (±0,35)	10,03 ^c (±0,72)	2,11 ^d (±0,02)	0,79 ^b (±0,14)	4,05 ^a (±0,75)	6,83 ^b (±1,24)
Out		16,8 ^e (±0,35)	9,45 ^d (±0,7)	3,03 ^b (±0,05)	0,82 ^b (±0,04)	5,25 ^a (±1,5)	4,23 ^d (±0,16)
Média		17,6	9,03	2,03	0,68	3,13	3,91
CV% ¹⁵		2,7	4,38	7,26	30,36	37,26	16,92
r ¹ ¹⁶		0,58*	-0,61*	-0,13	-0,49	-0,29	-0,37
r ²		0,05	-0,47	0,71*	-0,37	0,28	-0,35

¹(OE) fração outras espécies; ²(Psd) fração pseudobombax; ¹³Valores seguidos por uma mesma letra, na vertical, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott; ¹⁴Valores entre parênteses, referem-se ao desvio-padrão da média; ¹⁵(CV%) Coeficiente de Variação; ¹⁶Correlação de Pearson entre teores de nutrientes e a pluviosidade (r¹) e temperatura média do ar (r²); *Correlação significativa (p<0,05) pelo teste T; ¹⁷(-) material insuficiente para análise.

Tabela 2 . Continuação:

Mês	Ano	Ca		Mg		S	
		OE ¹	Psd ²	OE	Psd	OE	Psd
		g kg ⁻¹					
Nov	2011	13,05 ^c ¹³ (±0,44) ¹⁴	10,53 ^d (±0,1)	2,72 ^d (±0,07)	2,72 ^d (±0,05)	1,98 ^a (±0,49)	0,87 ^c (±0,04)
Dez		13,57 ^c (±0,68)	(-) ⁷	3,47 ^c (±0,17)	(-)	1,59 ^a (±0,11)	(-)
Jan	2012	14,07 ^c (±2,06)	13,58 ^a (±0,85)	3,33 ^c (±0,41)	3,40 ^c (±0,17)	1,40 ^b (±0,26)	0,88 ^c (±0,12)
Fev		17,42 ^b (±0,52)	11,40 ^c (±0,43)	4,73 ^a (±0,12)	3,72 ^b (±0,11)	1,56 ^a (±0,01)	0,84 ^c (±0,03)
Mar		16,25 ^b (±2,39)	13,28 ^a (±0,57)	4,28 ^b (±0,55)	3,30 ^c (±0,18)	1,33 ^b (±0,41)	0,77 ^c (±0,04)
Abr		24,58 ^a (±0,12)	(-)	4,16 ^b (±0,07)	(-)	1,30 ^b (±0,08)	(-)
Maio		14,03 ^c (±0,55)	12,17 ^b (±0,48)	3,02 ^c (±0,15)	3,35 ^c (±0,08)	1,70 ^a (±0,11)	0,78 ^c (±0,01)
Jun		13,12 ^c (±1,31)	12,27 ^b (±0,4)	3,33 ^c (±0,31)	3,05 ^c (±0,05)	1,27 ^b (±0,08)	0,71 ^c (±0,06)
Continua...							

Tabela 2. Continuação:

Jul	14,30 ^c (±0,47)	7,40 ^e (±0,1)	3,08 ^c (±0,05)	3,67 ^b (±0,02)	1,14 ^b (±0,03)	1,44 ^a (±0,01)
Ago	13,85 ^c (±0,34)	7,23 ^e (±1,02)	2,73 ^d (±0,1)	4,07 ^a (±0,53)	1,23 ^b (±0,01)	1,23 ^b (±0,19)
Set	15,91 ^b (±0,23)	1,83 ^f (±0,37)	3,85 ^b (±0,05)	1,93 ^e (±0,37)	1,27 ^b (±0,13)	0,94 ^c (±0,24)
Out	14,68 ^c (±0,33)	7,15 ^e (±0,22)	3,98 ^b (±0,07)	2,17 ^e (±0,1)	1,50 ^a (±0,06)	0,87 ^c (±0,1)
Média	15,4	8,07	3,53	2,61	1,4	0,78
$r^{1\ 16}$	-0,28	-0,16	-0,29	-0,44	0,55	-0,51
r^2	0,37	0,03	0,82*	-0,29	0,13	-0,45

¹(OE) fração outras espécies; ²(Psd) fração pseudobombax; ³Valores seguidos por uma mesma letra, na vertical, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott; ⁴Valores entre parênteses, referem-se ao desvio-padrão da média; ⁵(CV%) Coeficiente de Variação; ⁶Correlação de Pearson entre teores de nutrientes e a pluviosidade (r^1) e temperatura média do ar (r^2); *Correlação significativa ($p < 0,05$) pelo teste T; ⁷(-) material insuficiente para a análise.

Ao se fazer uma correlação de Pearson com as variáveis da pluviosidade e da temperatura, os resultados demonstraram uma correlação significativa ($p < 0,05$) na fração outras espécies para os nutrientes N, P e Mg. O N apresentou uma correlação positiva para a pluviosidade; o P e o Mg obtiveram uma correlação positiva para a variável temperatura. Na fração pseudobombax, o único elemento que apresentou uma correlação significativa foi o N, sendo esta positiva para a variável da pluviosidade (Tabela 2).

Vital et al. (2004), em um estudo em Floresta Estacional Semidecidual em zona ripária, afirmam que a transferência dos nutrientes ao solo acompanhou uma tendência de deposição da serrapilheira. Estes observaram que os teores de N se elevaram ao final da estação seca e com uma tendência a diminuição nos meses mais chuvosos. Sendo assim, os resultados obtidos destes autores divergem com os resultados deste trabalho, ao se referir à fração outras espécies, onde o N aumentou na serrapilheira no período chuvoso, justificando assim sua correlação positiva e significativa ($p < 0,05$). No entanto, segundo Fernandes e Souza (2006), pode existir um maior aporte de N para os ecossistemas por meio do arraste pelas chuvas. Já na fração pseudobombax o N apresentou o mesmo comportamento do estudo de Vital et al (2004), ou seja, houve uma elevação ao final da estação seca e uma

diminuição com o aumento das chuvas, justificando a correlação negativa e significativa.

Viera e Schumacher (2010), em estudo com um povoamento de *Pinus taeda* L., encontraram somente alguns elementos em que as correlações com as variáveis climáticas foram significativas ($p < 0,05$), como por exemplo, o elemento S foi uma correlação positiva e moderada (0,66) para a variável temperatura, o Mg e o K obtiveram uma correlação positiva e moderada (0,68) para a pluviosidade.

Ao se comparar os resultados deste estudo com dos autores supracitados, nenhum dos nutrientes em ambas as frações e ambas as variáveis, foram em comum quanto às correlações significativas.

Segundo Brum et al (2001), a sazonalidade de deposição varia de espécie para espécie, da região em que se encontram e também, o período do ano. Para Schumacher et al (2008), no estudo com *Pinus taeda* L. em Cambará do Sul (RS), a magnitude de deposição apresentou uma ordem estacional e variável para cada ano, não sendo bem definida devido a juvenilidade das plantas.

Os padrões de sazonalidade são de difícil entendimento, pois diversos fatores podem influenciar, tais como a diversidade de espécies e de partes da planta, diferentes períodos de deposição, local da árvore onde o material é proveniente, lavagem das folhas e entre outros (BRITZ, 1994). Pagano (1989) também afirma que as variações nos teores em diferentes fitofisionomias se devem à diversidade de substratos e de microclimas, além das diferenças na absorção e armazenamento pelas espécies que compõem os ecossistemas.

Quanto aos micronutrientes, os resultados demonstram a seguinte ordem decrescente dos micronutrientes em ambas as frações: $Mn > Fe > B > Zn > Cu$ (Tabela 6).

Estes resultados diferem do estudo de Godinho (2011), em que, tanto para a fração folhas/miscelâneas quanto a fração galhos a ordem foi: $Fe > Mn > Zn > B > Cu$. Corrêa (2011) em um estudo realizado em floresta de *Eucalyptus dunni* encontrou a mesma ordem deste estudo. No entanto, ele reafirma que os tecidos vegetais quando comparados, muitas vezes não são os

mesmos e os processos de retranslocação podem ocorrer de um tecido para outro, o que pode mascarar um verdadeiro comportamento de deposição.

Tabela 6 . Teores médios dos micronutrientes nas frações outras espécies, pseudobombax, total da serrapilheira depositada e a variação temporal em função da precipitação e temperatura no Complexo Rupestre de Granito, Mimoso do Sul, ES.

Mês	Ano	Zn		Fe		Mn		Cu		B	
		OE ¹	Psd ²	OE	Psd	OE	Psd	OE	Psd	OE	Psd
mg kg ⁻¹											
Nov	2011	93,7 ^a ¹³	52,99 ^a	197,8 ^b	136 ^b	507,5 ^b	591,7 ^a	17,4 ^a	9,43 ^b	26,7 ^a	38,61 ^b
Dez		(±3,1) ¹⁴	(±2,8)	(±9,5)	(±13,1)	(±31,3)	(±87,4)	(±4,2)	(±0,4)	(±2,1)	(±0,5)
		44,68 ^c	(-) ⁷	226,7 ^b	(-)	514,2 ^b	(-)	9,39 ^c	(-)	9,4 ^d	(-)
		(±2,1)		(±12,2)		(±8,7)		(±0,5)		(±0,4)	
Jan	2012	49,19 ^b	24,37 ^d	254,3 ^b	112,7 ^c	570,8 ^b	138,5 ^c	8,65 ^c	6,07 ^c	14,7 ^c	44,81 ^a
Fev		(±2,7)	(±0,8)	(±24,1)	(±8,1)	(±61,0)	(±2,7)	(±0,8)	(±0,4)	(±1,9)	(±1,15)
Mar		28,04 ^f	17,24 ^e	184,5 ^b	125,7 ^c	694,2 ^a	126,2 ^c	9,79 ^c	4,61 ^d	14,4 ^c	49,16 ^a
		(±1,3)	(±0,6)	(±12,0)	(±7,5)	(±22,6)	(±1,4)	(±0,3)	(±0,5)	(±0,5)	(±0,5)
Abr		26,83 ^f	19,15 ^e	174,2 ^b	102,8 ^c	695,0 ^a	158,0 ^c	12,7 ^b	5,36 ^d	18,1 ^b	30,5 ^b
		(±3,8)	(±1,2)	(±53,4)	(±8,3)	(±108,7)	(±19,2)	(±0,9)	(±0,5)	(±5,2)	(±22,6)
Maio		26,79 ^f	(-)	213 ^b	(-)	407,5 ^c	(-)	7,75 ^c	(-)	18,9 ^b	(-)
		(±1,8)		(±49,5)		(±11,4)		(±0,8)		(±11,5)	
Jun		50,93 ^b	15,34 ^e	233,8 ^b	146,5 ^b	550,8 ^b	145,7 ^c	12,8 ^b	6,12 ^c	7,7 ^d	45,06 ^a
		(±1,4)	(±0,1)	(±5,5)	(±22,3)	(±31,8)	(±2,9)	(±0,3)	(±1,1)	(±2,3)	(±1,28)
Jul		38,21 ^d	19,69 ^e	522,5 ^a	133,2 ^b	390,8 ^c	199,8 ^b	9,52 ^c	6,58 ^c	16,1 ^b	37,61 ^b
		(±2,6)	(±0,6)	(±111,4)	(±12,9)	(±27,4)	(±0,7)	(±0,8)	(±0,4)	(±1,7)	(±0,8)
Ago		35,14 ^e	35,44 ^c	231,7 ^b	165,7 ^b	481,7 ^b	126,3 ^c	8,18 ^c	10,59 ^b	17,5 ^b	34,68 ^b
		(±2,1)	(±0,1)	(±16,2)	(±3,5)	(±64,5)	(±3,5)	(±0,3)	(±0,2)	(±0,5)	(±2,4)
Set		38,85 ^d	34,35 ^c	205,3 ^b	66,67 ^d	485,8 ^b	136,3 ^c	6,94 ^c	12,31 ^a	20,5 ^b	35,27 ^b
		(±0,3)	(±5,1)	(±13,2)	(±20,2)	(±27,8)	(±5,7)	(±0,2)	(±1,7)	(±1,9)	(±1,5)
Out		28,92 ^f	18,45 ^e	166,5 ^b	65,0 ^d	425,0 ^c	55,17 ^e	7,55 ^c	6,46 ^c	14,0 ^c	19,95 ^c
		(±0,5)	(±3,9)	(±5,7)	(±35,0)	(±13,2)	(±2,1)	(±0,5)	(±1,3)	(±2,1)	(±0,8)
Média		30,02 ^f	41,15 ^b	187,5 ^b	217,8 ^a	530,8 ^b	136,3 ^c	10,3 ^c	7,97 ^c	18,3 ^b	25,47 ^b
		(±0,8)	(±0,6)	(±8,2)	(±28,1)	(±22,6)	(±15,5)	(±0,5)	(±0,9)	(±1,5)	(±2,4)
Média		40,9	23,2	233,1	106	521,2	140,8	10,1	6,3	13,4	70,4
CV% ¹⁵		5,32	9,05	17,18	16,04	8,7	18,7	13,45	12,9	5,62	22,2
r ¹ ¹⁶		0,53	-0,19	-0,13	-0,38	0,09	0,09	0,31	-0,40	-0,10	-0,31
r ²		-0,31	-0,33	-0,26	-0,09	0,59*	-0,24	0,03	-0,61*	0,68*	-0,16

¹(OE) fração outras espécies; ²(Psd) fração pseudobombax; ¹³Valores seguidos por uma mesma letra, na vertical, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott; ¹⁴Valores entre parênteses, referem-se ao desvio-padrão da média; ¹⁵(CV%) Coeficiente de Variação; ¹⁶Correlação de Pearson entre teores de nutrientes e a pluviosidade (r¹) e temperatura média do ar (r²); *Correlação significativa (p<0,05) pelo teste T; ¹⁷(-) material insuficiente para a análise.

Isto pode ser comprovado mediante os resultados, onde as médias mensais para todas as frações diferiram significativamente entre si (5% pelo teste Scott-Knott).

Apesar das médias diferirem entre si, pode-se perceber que, quanto ao elemento Fe da fração outras espécies, o teste estatístico aplicado agrupou em apenas 2 grupos, onde a maior deposição foi em junho de 2012, com o teor médio de 522,5 mg kg⁻¹ e os demais meses representando a média de outro grupo. Quanto ao valor de deposição de junho de 2012, esta situação corrobora ao que Viera e Schumacher (2010) em seu estudo afirmam que os aumentos dos teores ocorrem em menores temperaturas, ou seja, esta maior concentração ocorreu em um momento em que as temperaturas médias do estudo se encontraram as menores (Tabela 6).

Os padrões de concentrações médias dos micronutrientes encontrados na matéria seca em plantas são de: 10 a 1500 mg kg⁻¹ de Fe; 5 a 1500 mg kg⁻¹ de Mn; 2 a 20 mg kg⁻¹ de Cu; 3 a 150 mg kg⁻¹ de Zn; e 12 a 50 mg kg⁻¹ de B, sendo estes valores os limites inferiores e superiores, respectivamente (MALAVOLTA, 1980; MALAVOLTA et al., 1997; PAIS; JONES JUNIOR, 1996; FURLANI, 2004).

Neste estudo, as frações outras espécies e pseudobombax apresentaram as médias dos teores dentro do padrão proposto, pelos autores citados no parágrafo anterior. No entanto o B da fração pseudobombax apresentou um valor acima do limite proposto. Sendo assim, pode-se verificar que a vegetação em estudo não encontra deficiência nutricional para os micronutrientes, e a espécie *Pseudobombax aff. campestre* apresenta um alto teor em seu material de deposicional para o B, conseqüentemente enriquecendo o solo do ecossistema em estudo com este nutriente.

Na correlação das variáveis climáticas apresentadas, a fração outras espécies apresenta duas moderadas correlações positivas e significativas ($p < 0,05$) pelo teste T, sendo uma para o Mn (0,59) e a outra para o B (0,68), ambas na variável temperatura.

Ao se comparar estes nutrientes com o estudo de Viera e Schumacher (2010), o elemento Mn apresentou um resultado oposto na variável

temperatura, ou seja, uma correlação negativa (-0,68) e significativa ($p < 0,05$). Para o elemento B, apresentaram correlações positivas não significativas, em ambas as variáveis.

No estudo de Dias et al. (2002) em Floresta Estacional Semidecidual, o B teve seu maior teor no final da estação seca, com picos nos meses de julho e agosto, que pelas características climáticas do local, as temperaturas nesta época do ano são as mais baixas. Ao se comparar com os resultados deste estudo, como o elemento B teve uma correlação positiva para a variável temperatura, isto caracteriza que as maiores deposições ocorrem em sua maior parte do tempo em momentos de temperaturas mais elevadas, sendo assim, a fração outras espécies apresentou um comportamento contrário ao estudo destes autores.

A fração pseudobombax apresentou uma correlação moderada, negativa e significativa ($p < 0,05$) no elemento Cu para a variável temperatura. Este comportamento corrobora ao estudo de Viera e Schumacher (2010), onde estes afirmam que os micronutrientes apresentam uma correlação negativa para a temperatura, ou seja, sofreram decréscimo em seus teores com o aumento da temperatura.

Isto poderia ser atribuído ao fato de que esta situação pode desencadear uma série de eventos fisiológicos, havendo assim uma maior demanda por nutrientes para suprir as necessidades em virtude do crescimento do vegetal em função do aumento da temperatura (MALAVOLTA et al, 1997; EPSTEIN; BLOOM, 2006; FONTES, 2006).

3.3. CONTEÚDO DOS NUTRIENTES

O resultado quanto aos conteúdos médios apresentaram a seguinte ordem decrescente de deposição: $N > Ca > K > Mg > P > S$ representa a fração outras espécies; $Ca > N > K > Mg > S > P$ representa a fração pseudobombax.

Tabela 7. Conteúdo médio mensal dos macronutrientes nas frações outras espécies, pseudobombax e total da serrapilheira depositada no Complexo Rupestre de Granito, Mimoso do Sul, ES

Mês	Ano	N			P			K		
		OE ¹	Psd ²	Total	OE	Psd	Total	OE	Psd	Total
kg ha ⁻¹										
Nov	2011	10,0	0,85	10,9	0,78	0,05	0,84	1,87	0,35	2,22
Dez		0,81	(-) ³	0,81	0,08	(-)	0,08	0,02	(-)	0,03
Jan	2012	2,05	0,73	2,78	0,21	0,05	0,26	0,61	0,38	0,99
Fev		4,07	1,26	5,33	1,06	0,10	1,16	1,47	0,53	2,01
Mar		15,15	5,16	20,31	1,69	0,38	2,08	2,77	2,23	5,01
Abr		1,65	0,05	1,7	0,15	(-)	0,15	0,04	(-)	0,05
Mai		3,02	3,04	6,07	0,25	0,18	0,43	0,06	0,38	0,44
Jun		3,91	3,91	7,81	0,31	0,23	0,54	0,08	0,51	0,60
Jul		3,83	3,59	7,42	0,35	0,47	0,82	1,14	1,88	3,02
Ago		4,40	0,55	4,95	0,41	0,03	0,45	1,05	0,33	1,38
Set		4,15	0,93	5,08	0,55	0,07	0,63	1,06	0,63	1,7
Out		4,16	0,73	4,9	0,75	0,06	0,81	1,3	0,32	1,63
Total Anual		57,24	20,8	78,06	6,59	1,62	8,25	11,47	7,54	19,11

¹(OE) fração outras espécies; ²(Psd) fração pseudobombax; (-)³ material insuficiente para a análise.

Tabela 7 . Continuação

Mês	Ano	Ca			Mg			S		
		OE ¹	Psd ²	Total	OE	Psd	Total	OE	Psd	Total
kg ha ⁻¹										
Nov	2011	5,88	0,95	6,83	1,22	0,24	1,47	0,89	0,08	0,97
Dez		0,57	(-) ³	0,56	0,14	(-)	0,14	0,06	(-)	0,06
Jan	2012	1,76	0,93	2,69	0,37	0,23	0,60	0,16	0,06	0,23
Fev		4,57	1,83	6,41	1,24	0,59	1,84	0,41	0,13	0,54
Mar		11,7	7,64	19,3	3,09	1,89	4,98	0,95	0,44	1,4
Abr		2,79	(-)	2,79	0,47	(-)	0,47	0,14	(-)	0,14
Mai		2,01	4,96	6,97	0,43	1,36	1,8	0,24	0,31	0,56
Jun		2,83	6,31	9,15	0,72	1,56	2,29	0,27	0,36	0,64
Jul		3,88	1,62	5,51	0,83	0,81	1,64	0,31	0,32	0,62
Ago		4,11	0,27	4,39	0,81	0,15	0,96	0,36	0,04	0,41
Set		4,19	0,16	4,36	1,01	0,17	1,19	0,33	0,09	0,42
Out		3,64	0,55	4,19	0,98	0,16	1,15	0,37	0,07	0,44
Total Anual		47,92	25,22	73,21	11,31	7,16	18,51	4,49	1,91	6,43

¹(OE) fração outras espécies; ²(Psd) fração pseudobombax; ³(-) material insuficiente para a análise.

No estudo de Valim (2011) em afloramento rochoso, para os nutrientes N e P do total da serrapilheira depositada nas três áreas analisadas, foram: 17,84 kg ha⁻¹ de N e 0,25 kg ha⁻¹ de P na área herbáceo arbustiva; 37,32 kg

ha⁻¹ de N e 0,49 kg ha⁻¹ de P na área de vegetação de porte arbóreo; e na área de Floresta Estacional Semidecidual foi de 44,71 kg ha⁻¹ de N e 0,55 kg ha⁻¹ de P.

Ao se comparar os valores deste estudo com este último autor, e pelos ecossistemas se tratarem de afloramentos rochosos, verificam-se valores diferenciados. O Complexo Rupestre de Granito deste estudo obteve 57,24 kg ha⁻¹ da fração outras espécies e 20,8 kg ha⁻¹ da fração pseudobombax para o elemento N. Para o elemento P foram 6,59 kg ha⁻¹ da fração outras espécies e 1,62 kg ha⁻¹ da fração pseudobombax. Diante deste resultado, verifica-se que o ecossistema de Floresta Estacional Semidecidual foi o que apresentou valores mais próximos do presente estudo.

Os resultados demonstram que, as maiores deposições em ambas as frações para os conteúdos de quase todos os macronutrientes ocorreram em março de 2012, e que está diretamente associado à grande deposição de biomassa (1296,69 kg ha⁻¹ do total) ocorrida neste mês. No entanto, o elemento P da fração pseudobombax foi uma exceção, onde a maior deposição ocorreu em julho de 2012.

Diversos autores afirmam que, a quantidade dos nutrientes transferidos ao solo via deposição de serrapilheira são muito variáveis entre as florestas tropicais, onde cada elemento apresenta uma característica metabólica própria para cada planta. Devem ser considerados também os mecanismos de conservação de nutrientes para as diferentes partes da planta, sua fenologia, a época do ano, a composição florística, os estágios sucessionais e a metodologia empregada na avaliação (GOLLEY et al., 1978; MEGURO et al., 1979; FASSBENDER; GRIMM, 1981; JORDAN; HERRERA, 1981; BRITTEZ, 1994; VITOUSEK; SANDFORD, 1986; CUEVAS; MEDINA, 1986).

Estes resultados mostram que, os conteúdos dos macronutrientes apresentam um padrão de retorno para o solo, diretamente associado com a deposição da biomassa e dos teores existentes no material deposicional.

Os resultados demonstram que, Mn provindo da fração outras espécies e o Cu da fração pseudobombax, respectivamente os elementos com o maior e o menor conteúdo. A ordem decrescente de deposição para ambas as frações foi: Mn > Fe > B > Zn > Cu, conseqüentemente a transferência anual de

micronutrientes pela queda da serrapilheira foi a mesma entre as frações (Tabela 8).

Tabela 8 . Conteúdo médio mensal dos micronutrientes nas frações outras espécies, pseudobombax e total da serrapilheira depositada no Complexo Rupestre de Granito, Mimoso do Sul, ES

Mês	Ano	Zn			Fe			Mn		
		OE ¹	Psd ²	Total	OE	Psd	Total	OE	Psd	Total
g ha ⁻¹										
Nov	2011	42,0	4,8	46,8	89,1	12,3	101,4	228,7	53,6	282,3
Dez		1,8	(-) ³	1,8	9,5	(-)	9,5	21,7	(-)	21,7
Jan	2012	60,1	1,6	61,7	31,1	7,7	38,8	69,8	9,5	79,3
Fev		7,3	2,7	10	48,4	20,2	68,6	182,3	203,3	385,6
Mar		19,3	11,0	30,3	125,6	59,1	184,7	501,4	90,8	592,2
Abr		3,0	(-)	3	24,2	(-)	24,2	46,3	(-)	46,3
Mai		7,2	6,2	13,4	33,4	59,8	93,2	78,8	59,4	138,2
Jun		8,2	10,1	18,3	113,0	68,5	181,5	84,5	102,8	187,3
Jul		9,5	7,8	17,3	62,9	36,4	99,3	130,8	27,7	158,5
Ago		11,5	1,3	12,8	60,9	2,5	63,4	144,3	2,1	146,4
Set		7,6	1,7	9,3	43,9	6,0	49,9	112,1	1,1	113,2
Out		7,4	3,2	10,6	46,5	16,9	63,4	131,6	10,6	142,2
Total anual		184,9	50,4	235,3	688,5	289,4	977,9	1732,3	560,9	2293,2

¹(OE) fração outras espécies; ²(Psd) fração pseudobombax; ³(-) material insuficiente para a análise.

Tabela 8. Continuação:

Mês	Ano	Cu			B		
		OE ¹	Psd ²	Total	OE	Psd	Total
g ha ⁻¹							
Nov	2011	7,8	0,8	8,6	28,6	3,5	32,1
Dez		0,3	(-) ³	0,3	2,9	(-)	2,9
Jan	2012	1,0	0,4	1,4	6,8	3,0	9,8
Fev		2,5	0,7	3,2	25,9	7,9	33,8
Mar		9,2	3,0	12,2	70,3	17,5	87,8
Abr		0,8	(-)	0,8	14,2	(-)	14,2
Mai		1,8	2,5	4,3	7,3	18,4	25,7
Jun		0,2	3,3	3,5	9,0	19,3	28,3
Jul		1,8	2,3	4,1	13,4	7,6	21
Ago		2,4	0,5	2,9	13,7	1,3	15
Set		1,9	0,6	2,5	18,9	1,8	20,7
Out		2,5	0,6	3,1	18,4	1,9	20,3
Total anual		32,2	14,7	46,9	229,4	82,2	311,6

¹(OE) fração outras espécies; ²(Psd) fração pseudobombax; ³(-) material insuficiente para a análise.

Segundo Caldeira et al. (2010), a magnitude média de aporte de micronutrientes via serrapilheira em diferentes tipologias nativas, segue a seguinte ordem: Fe > Mn > B > Zn > Cu. Neste estudo a ordem entre Mn e Fe é invertida. Em um estudo de Viera e Schumacher (2010) em povoamento de *Pinus taeda*, no RS, estes autores encontraram uma ordem muito semelhante deste estudo, que foi Mn > Fe > Zn > B > Cu, diferindo apenas no B e Zn.

Esta situação pode ser justificada conforme Neves et al (2001), estes autores afirmam que, a concentração e o conteúdo variam em função da vegetação, da densidade populacional, da habilidade da espécie em absorver, utilizar e translocar os nutrientes antes da senescência foliar, e da proporção de folhas em relação às demais estruturas da planta. As condições edafoclimáticas do habitat, do tipo de solo, assim como a idade das plantas, também devem ser levadas em conta.

Percebe-se que os maiores valores deposicionais dos conteúdos dos micronutrientes encontram-se no mês de março e junho de 2012, para três dos cinco nutrientes em ambas as frações (Tabela 8). No entanto Fe, Mn e Cu na fração pseudobombax, apresentaram as maiores deposições em junho de 2012. Este resultado para estes três últimos elementos corroboram com o estudo de Dias e Oliveira-Filho (1997) em Floresta Estacional Semidecidual, pois estes afirmam que a queda da serrapilheira foram maiores no final da estação seca e início da chuvosa, e menor do final da chuvosa até o início da seca, onde esse período representa os meses de maio a setembro.

O Zn na fração outras espécies também apresentou um maior valor de deposição em novembro de 2011, e este resultado pode estar associado ao que Dias et al. (2002) afirmam, segundo estes autores em períodos de maior pluviosidade poderiam as plantas apresentarem elevação dos nutrientes em seus tecidos, devido à sua maior absorção, estando estes disponíveis em todas as partes da planta.

Diante dos resultados obtidos para os macronutrientes (Tabela 7) e para os micronutrientes (Tabela 8), ao se comparar com o estudo de Godinho (2011), somente alguns elementos apresentaram valores próximos ao valor da fração total. Desta forma podemos verificar o valor de 8,21 kg ha⁻¹ para o P; 0,24 kg ha⁻¹ para o Zn; e 0,0487 kg ha⁻¹ para o Cu. No estudo deste último

autor foram: 8,91 kg ha⁻¹ para o P; 0,24 kg ha⁻¹ para o Zn; e 0,05 kg ha⁻¹ para o Cu.

Os resultados apresentados corroboram com alguns autores citados, afirmando que a quantidade dos nutrientes transferidos ao solo via deposição de serrapilheira são muito variáveis entre as florestas tropicais.

É possível observar que raros são os estudos que apresentam resultados de macro e micronutrientes na serrapilheira depositada, dificultando assim a comparação dos dados de presente estudo em relação a outras pesquisas.

3.4. EFICIÊNCIA DO USO DOS NUTRIENTES

Considerando que a Eficiência no Uso de Nutrientes (EUN) pode ser utilizado como um índice de disponibilidade quanto aos nutrientes encontrados na serrapilheira, onde o S obteve um melhor índice para fração outras espécies e no total, e o P para a fração pseudobombax (Tabela 9).

Tabela 9 . Eficiência de uso dos macro e micronutrientes pelas frações outras espécies, pseudobombax e total depositado no Complexo Rupestre de Granito, Mimoso do Sul, ES

Fração	Macronutrientes					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Outras espécies	55	479	275	66	279	704
Pseudobombax	109	1393	299	89	315	1188
Total	69	657	284	74	292	842
	Micronutrientes					
	Fe	Cu	Mn	Zn	B	
Outras espécies	4589	92919	1824	17068	13772	
Pseudobombax	7799	153544	4024	44784	27459	
Total	5536	110991	2566	29826	17360	

É importante ressaltar quanto a adaptabilidade da espécie *P. aff campestre*, pois esta apresentou uma maior EUN no ecossistema, pois todos os índices foram elevados para todos os elementos.

Ao observar os resultados obtidos entre as frações deste estudo com as frações do trabalho de Valim (2011), o N na fração pseudobombax apresentou maior EUN comparado com os três tipos de vegetação (herbáceo-arbustivo, herbáceo-arbóreo e Floresta Estacional Semidecidual). No que se refere EUN do P, o estudo de Valim (2011) apresentou maior eficiência nos três tipos de vegetações estudadas, comparado com as frações outras espécies, pseudobombax e total do presente estudo (Tabela 10).

Tabela 10 . Eficiência de uso dos macronutrientes do Campo Rupestre, Ouro Preto, MG.

Campo Rupestre (Ouro Preto - MG)	Macronutrientes (Valim, 2011)	
	N	P
Herbáceo-arbustivo	67	4800
Herbáceo-arbóreo	88	6734
Floresta Estacional Semidecidual	103	8363

4. CONCLUSÕES

A deposição de serrapilheira apresentou um aumento de produção durante a estação seca e uma diminuição na estação chuvosa.

Os teores de nutrientes na serrapilheira diferiram entre os meses do ano ($p < 0,05$), e foram influenciados, significativamente pela pluviosidade o N para ambas as frações, e para a temperatura P, Mg, Mn e B na fração outras espécies, e Cu na fração pseudobombax.

O N e o Mn obtiveram os maiores teores, assim como o conteúdo do total das frações, indicando um maior aporte destes nutrientes no ecossistema.

O S e o Cu foram os nutrientes de menor disponibilidade para o ecossistema e a espécie *Pseudobombax aff. campestre* mostrou uma maior eficiência no uso em todos os nutrientes, e em especial o N comparado com outras tipologias florestais.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APELBAUM, A.; YANG, S. F. Biosynthesis of stress ethylene induced by water deficit. **Plant Physiology**, Rockville, v. 68, n. 3, p. 594-596, Sept. 1981.

BALIEIRO, F. C.; DIAS, L. E.; FRANCO, A. A; CAMPELLO, E. F. C.; FARIA, S. M. de. Acúmulo de nutrientes na parte aérea, na serapilheira acumulada sobre o solo e decomposição de filódios de *Acacia mangium* Willd. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 59-65, 2004.

BAMBI, P.; LOBO, F. A. ; DALMOLIN, A. C.; DIAS, C. A. A. Decomposição e redistribuição de nutrientes das folhas de espécies da floresta de transição Amazônia - Cerrado, MT. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 33(1), p.17 - 31, 2011.

BRITEZ, R.M. **Ciclagem de nutrientes minerais em duas florestas da planície litorânea da Ilha do Mel, Paranaguá**. 1994 272 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1994.

BRUM, E.J.; SCHUMACHER, M.V.; VACCARO, S.; SPATHELF, P. Relação entre a produção de serapilheira e variáveis meteorológicas em três fases sucessionais de uma Floresta Estacional Decidual no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.9, n.2, p.277-285,2001.

CALDEIRA, M. V. W.; PEREIRA, J.C; SCHUMACHER, M.V., DELLA-FLORA. J.B.; SANTOS, E.M., Comparações entre as concentrações de nutrientes nas folhas e nos folhedos em um povoamento de *Acacia mearnsii* De Wild. No Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, vol. 9, n.1, p. 19-24, 1999a.

_____.; SCHUMACHER, M.V.; VIERA, M.; GONÇALVES, E.O.;GODINHO, T.O. Ciclagem de nutrientes, via deposição e acúmulo de serapilheira, em ecossistemas florestais. In: CHICHORRO, J.F.; GARCIA, G.O.;BAUER, M.O. **Tópicos em Ciências Florestais**, Visconde do Rio Branco, p. 57-82, 2010.

CALVI, G.P.; PEREIRA, M.G.; ESPÍNDULA JÚNIOR, A. Produção de serapilheira e aporte de nutrientes em áreas de Floresta Atlântica em Santa Maria de Jetibá, ES. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v.19, n.2, p.131-138, abr./jun., 2009.

CARUZZO, A.; ROCHA, H. R. N. Estimativa do índice de área foliar (IAF) em regiões de pastagem e floresta com um método indireto ("gap fraction") durante o experimento AMC/LBA. In: **XI Congresso Brasileiro de Meteorologia**, Rio de Janeiro, Anais, 2478-2485, 2000.

CORRÊA, R. S., **Ciclagem de nutrientes em *Eucalyptus dunnii* estabelecido no bioma pampa**. 2011. p.99. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, RS, 2011.

CUEVAS, E.; MEDINA, E. Nutrient dynamics within amazonian Forest ecosystems. In. Nutrient flux in the fine litterfall and efficiency of nutrient utilization. **Oecologia**, v.68, p.466-472, 1986.

DIAS, H.C.T.; OLIVEIRA FILHO, A.T. Variação Temporal e espacial da produção de serapilheira em uma área de Floresta Estacional Semidecídua Montana em Lavras-MG, **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.21, n.1, p.11-26, 1997.

DIAS, H. C. T.; FIGUEIRA, M.D.; SILVEIRA, V.; FONTES, M.A.L.; OLIVEIRA-FILHO, A.T.; SCOLFORO, J.R.S. Variação temporal de nutrientes na serapilheira de um fragmento de floresta estacional semidecidual em Lavras, Minas Gerais – Brasil. **Revista Cerne**, Lavras, v.8, n.2, p. 1-16, 2002.

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

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

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Tradução Maria Edna Tenório Nunes. Londrina: Planta, 2006. 403p.

FASSBENDER, H.W.; GRIMM, U. Ciclos biogeoquímicos em um ecossistema de los Andes Occidentales de Venezuela. II. Producción y descomposición de los residuos vegetales. **Turrialba**, São José, v.31, n.1, p.39-47, 1981.

FERNANDES, M.S.; SOUZA, S.R. **Nutrição mineral de plantas**. Ed. Manlio Silvestre Fernandes, Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p 215-252, 2006.

FERREIRA, D.F. **Manual do Sistema Sisvar para análises estatísticas**. Universidade Federal de Lavras - Lavras, MG. 2000.

FIGUEIREDO FILHO, A.; MORAES, G.F.; SCHAFF, L.B.; FIGUEIREDO, D.J. Avaliação estacional da deposição de serapilheira em uma Floresta Ombrófila Mista localizada no sul do Paraná. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 13, p. 11-18, 2003

FONTES, P. C. R. **Diagnóstico do estado nutricional das plantas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 122p.

FURLANI, A.M.C. **Nutrição Mineral**. In: KERBAUY, G. B., ed. Fisiologia Vegetal. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2004. P.40-75.

GODINHO, T.O. **Quantificação de Biomassa e de Nutrientes na Serapilheira em Trecho de Floresta Estacional Semidecidual Submontana, Cachoeiro de Itapemirim, ES** Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-graduação em Ciências Florestais, Universidade Federal do Espírito Santo Jerônimo Monteiro, ES. 2011.

GOLLEY, F.B.; MCGINNIS, J.T.; CLEMENTS, R.G.; CHILD, D.L.; DUEVER, M.J. **Ciclagem de minerais em um ecossistema de Floresta Tropical Úmida**. Tradução de Eurípedes Malavolta – São Paulo: EPU. Editora da USP, 1978. 256 p.

JORDAN, C.F.; HERRERA, R. Tropical rainforests: are nutrients really critical? **The American Naturalist**, Chicago, v.117, n.2, p.167-180. 1981.

KOUKOURA, Z.; MAMOLOS, A. P.; KALBURTJI, K. L. Decomposition of dominant plant species litter in a semi-arid grassland. **Applied Soil Ecology**, 23, 13- 23, 2003.

LOUZADA, M. A. P.; QUINTELA, M. F. S.; PENNA. L. P. S. Estudo comparativo da produção de serrapilheira em áreas de mata atlântica: uma floresta secundária “antiga” e uma floresta secundária (capoeira). In: ESTEVES, F. A. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro: UFRJ, 61-74, 1995.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo, Ceres, 1980, 201 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319p.

MARIMON JÚNIOR, B.H. **Relação entre diversidade arbórea e aspectos do ciclo biogeoquímico de uma floresta monodominante de *Brosimum rubescens* Taub. e uma floresta mista no Leste Matogrossense**. 2007. 274 p. Tese (Doutorado em Ecologia) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

MARTINS, S.V.; RODRIGUES, R.R. Produção de serapilheira de uma Floresta Estacional Semidecidual no município de Campinas, SP. **Revista brasileira de Botânica**, São Paulo, v.22, n.3, p.405-412, dez. 1999.

MELO, J. T.; RESCK, D. V. S. Retorno ao solo de nutrientes de serapilheira de *Eucalyptus Cloeziana* no Cerrado do Distrito Federal. **Boletim de Pesquisa e desenvolvimento**. Embrapa, v. 91, 2003.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A.; MURAOKA, T.; CARMO, C.A.F.S.; MELLO, W.J. Análises químicas de tecido vegetal. In: SILVA, F.C. (Ed.).

Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: Embrapa Solos,1999. p.171-223.

MOLOFSKY, J.; AUGSPURGER, C. K. The effect of litter on early seeding establishment in a tropical forest. **Ecology**, v. 73, 68-77, 1992.

NAEEM, S.; THOMPSON, L.J.; LAWLER, S.P.; LAWTON, J.H.; WOODFIN, R.M. Empirical evidence that declining species diversity may alter the performance of terrestrial ecosystems. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, London, v. 347, p. 249-262. 1995

NEVES, E. J. M.; MARTINS, E. G.; REISSMANN, B. Deposição de serapilheira e de nutrientes de duas espécies da Amazônia. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n.43, p.47-60, 2001.(Edição Especial).

OLIVEIRA, L.P. **Carbono e nutrientes no solo e na serapilheira em Floresta Ombrófila Mista Montana e plantio de *Pinus elliottii* Engelm**, Dissertação de mestrado. Curso de Pós-graduação em Ciências Florestais. Universidade Estadual do Centro-Oeste, Irapati, PR, 2010

PAGANO, S.N. Produção de folheto em mata mesófila semidecídua no município de Rio Claro, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro,v.49, n.3, p.633-639, 1989.

PAIS, I.; JONES JUNIOR, J.B. **The handbook of trace elements**. Boca Raton, St. Lucie Press, 1996, 223p.

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

PROCTOR, J. Tropical forest litterfall I – Problems of data comparison. In:SUTTON, S.L.; WHITMORE, S.L.; CHADWICK, A.C. (Ed.). **Tropical rainforest: ecology and management**. London: Blackwell Scientific Publications,p. 267-273. 1983.

RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. ed., São Paulo: FAPESP, 320p., 2001.

SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P. **Análise química em plantas**. Piracicaba: ESALQ, 56 p. 1974.

SCHUMACHER, M. V.; VIERA, M.; WITSCHORECK, R. Produção de serapilheira e transferência de nutrientes em área de segunda rotação com floresta de *Pinus taeda* no município de Cambará do Sul, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 4, p. 471-480, 2008.

SHIMAKURA, S.E. Correlação. In: CE003 - **Estatística II**. Paraná: Dep. de Estatística da Universidade Federal do Paraná: Curitiba, p. 71-78, 2006.

SILVA, C.J.; LOBO, F.A.; BLEICH, M.E.; SANCHES, L. Contribuição de folhas na formação da serrapilheira e no retorno de nutrientes em floresta de transição no norte de Mato Grosso. **Acta Amazonica**, vol. 39(3) 2009: 591 – 600, 2009

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEIS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Ver. e ampl. – Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p.

TILMAN, D.; WEDIN, D.; KNOPS, J. Productivity and sustainability influenced by biodiversity in grassland ecosystems. **Nature**, London, v 379, p. 718-720. 1996.

VALENTINI, C. M. A. **Efluxo de do solo em uma área de floresta de transição no noroeste de Mato-Grosso**. 81p. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente), Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT. 2004.

VALIM, E.A.R.; SENA, T.C.; MATTOS, G.M.; KOZOVITS, A.R.; Efeito da heterogeneidade ambiental na ciclagem de nutrientes em ecossistemas sobre canga, Serra da Brígida, Ouro Preto, MG. **X Congresso de Ecologia do Brasil**, 16 a 22 de Setembro, São Lourenço – MG, 2011.

VENEKLAAS, E.J. Litterfall and nutrient fluxes in two montane tropical rain forests, Colombia. **Journal of Tropical Ecology**, Aberdeen, n 7, p. 319-336, 1991.

VIERA, M; SCHUMACHER, M.V.; Teores e aporte de nutrientes na serapilheira de *Pinus taeda* L., e sua relação com a temperatura do ar e pluviosidade. **Revista Árvore**, Viçosa, v.34, n.1, p. 85-94, 2010.

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**, Viçosa, v.28, p.793-800, 2004.

VITOUSEK, P.M.; SANFORD J.R., R.L. Nutrient cycling in moist tropical forest. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v.17, p.137-167, 1986.

WRIGHT, S. T. C. The relationship between leaf water potential (Ψ_{leaf}) and the levels of abscisic acid and ethylene in excised leaves. **Planta**, Berlin, v. 134, n. 2, p. 183-189, 1977.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Afloramentos Rochosos em vias de regras são ecossistemas florísticos que vêm sofrendo fortes pressões antrópicas.

Os dados até aqui obtidos poderão ser úteis para a elaboração de programas de manejo e conservação de áreas de afloramentos rochosos existentes na Mata Atlântica, assim como projetos de proteção dos mananciais, pois estes ambientes representam as primeiras áreas de drenagem (as nascentes) para o suprimento de água para a população brasileira.

Este estudo traz um aumento aos conhecimentos quanto às práticas de conservação do solo, como também um fornecimento de informações para recuperação de áreas degradadas, pois a vegetação típica deste ecossistema demonstra um comportamento vocacional aos processos sucessionais e o entendimento desta dinâmica, são cruciais ao desenvolvimento de políticas sustentáveis.