



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

DIÊGO GOMES JÚNIOR

**DINÂMICA DA SERAPILHEIRA EM FRAGMENTO DE FLORESTA ATLÂNTICA,
ES**

JERÔNIMO MONTEIRO – ES

2017

DIÊGO GOMES JÚNIOR

**DINÂMICA DA SERAPILHEIRA EM FRAGMENTO DE FLORESTA ATLÂNTICA,
ES**

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

Orientador: Marcos Vinicius Winckler Caldeira

Coorientadores: Eduardo de Sá Mendonça e Sustanis Horn Kunz

JERÔNIMO MONTEIRO – ES

2017

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Setorial de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

G633d Gomes Júnior, Diêgo, 1988-
Dinâmica da serapilheira em fragmento de Floresta Atlântica, ES /
Diêgo Gomes Júnior. – 2017.
100 f. : il.

Orientador: Marcos Vinicius Winckler Caldeira.
Coorientador: Eduardo de Sá Mendonça ; Sustanis Horn Kunz.
Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal
do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias.

1. Serrapilheira. 2. Solos florestais. 3. Matéria orgânica. 4. Mata
Atlântica. I. Caldeira, Marcos Vinicius Winckler. II. Mendonça, Eduardo
de Sá. III. Kunz, Sustanis Horn. IV. Universidade Federal do Espírito
Santo. Centro de Ciências Agrárias e Engenharias. V. Título.

CDU: 630

**DINÂMICA DA SERAPILHEIRA EM FRAGMENTO DE FLORESTA ATLÂNTICA,
ES**

Diêgo Gomes Júnior

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

Aprovada em 26 de Julho de 2017.



Prof.ª. Dr.ª. Deborah Guerra Barroso (Examinadora externa)
Universidade Estadual do Norte Fluminense



Prof. Dr. Diego Lang Burak (Examinador externo)
Universidade Federal do Espírito Santo



Dr. Tiago de Oliveira Godinho (Examinador externo)
Incaper



Dr. Ranieri Ribeiro Paula (Examinador externo)
Universidade Federal do Espírito Santo



Dr.ª. Valéria Hollunder Klippel (Examinadora externa)
Universidade Federal do Espírito Santo



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

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Zezito e Anaína, pelo incentivo, amor, paciência e suporte.
À minha irmã, Juliana, e meu cunhado, Maurício, pelo apoio, incentivo, caronas até a rodoviária e por terem me dado uma sobrinha linda, Júlia.
Ao meu irmão, Juninho, e minha cunhada Emille, pelo apoio, incentivo, caronas até a rodoviária e pelo sobrinho que está chegando.
À minha namorada Naiara, por todo carinho, afeto, apoio e presença nos momentos felizes e difíceis deste último ano.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela a oportunidade de viver e por guiar-me pelo melhor caminho da vida.

À Universidade Federal do Espírito Santo e, especialmente, ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, pela oportunidade.

À FAPES, pelo financiamento da pesquisa por meio do Edital N° 012/2011 Universal (Processo 54695490/2011 e Termo de Outorga 780/2011) e Edital FAPES/CAPES N° 009/2014.

Aos meus pais, Zezito e Anaína, meus irmãos, Juliana e Juninho, meus cunhados, Maurício e Emille, e a minha sobrinha, Júlia, pelo apoio incondicional. Obrigado por acreditarem em mim e por tudo que fizeram e ainda fazem por mim.

À minha namorada Naiara pela paciência e cumplicidade nos momentos mais difíceis, e pela parceria e amor nos momentos felizes.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marcos Vinicius Winckler Caldeira, pela paciência, confiança, cobranças, oportunidades oferecidas, pela contribuição em minha vida profissional e, principalmente, por não perder a fé em mim.

Aos meus coorientadores, Eduardo de Sá Mendonça e Sustanis Horn Kunz, pelos ensinamentos, apoio e amizade.

À todos os professores que contribuíram na minha formação.

Ao Idaf, por conceder horário especial de trabalho para essa jornada.

Aos amigos e atuais companheiros de trabalho, Rômulo, Alisson, Ringo, Renata, Lourdes, Cláudia, Henrique, Waldir, Rodolfo's e Felipe, pelo apoio e ajuda.

Agradecimento especial aos amigos/irmãos de orientação Willian e Kallil pelas dicas, contribuições, amizade e acima de tudo, por não me deixarem desistir.

Aos amigos Eduardo, Valéria e Ranieri, pelo apoio e sugestões na melhoria do trabalho, e também pelo respeito sempre demonstrado.

A todos que participaram do Projeto Cafundó ainda não citados: Rafael, Raquel, Mariza, Apeles, Jonas, Jaqueline e José Renato.

Aos amigos de laboratório que muito contribuíram com este trabalho de forma direta ou indireta: Vítor, Paulo, João Paulo, Júlia, Rorras, Renan, Juliana e Ray.

Aos amigos que Alegre me deu: João Felipe, Leandro, Eduardo, Ranolfo, Alessandro, Pedro, Luan e Leonardo Vargas, obrigado pelo apoio e pelos momentos de distração que foram fundamentais para que a caminhada fosse menos árdua.

Muito obrigado a todos!

“Ser feliz não é ter uma vida perfeita,
mas sim deixar de ser vítima dos problemas
e se tornar o autor da própria história.”

Abraham Lincoln

RESUMO GERAL

GOMES JÚNIOR, Diêgo. **Dinâmica da serapilheira em fragmento de Floresta Atlântica, ES**. 2017. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, ES. Orientador: Prof. Dr. Marcos Vinicius Winckler Caldeira. Coorientadores: Prof. Dr. Eduardo de Sá Mendonça e Prof. Dra. Sustanis Horn Kunz.

A dinâmica de serapilheira é um dos processos fundamentais para o crescimento e manutenção de fragmentos florestais nativos, sendo considerada a principal via da ciclagem de nutrientes em florestas. Dessa forma, trabalhos que relacionam a produção, acúmulo e decomposição da serapilheira fornecem subsídios que proporcionam um melhor entendimento da dinâmica dos nutrientes. O objetivo do presente trabalho foi conhecer a dinâmica da serapilheira e dos nutrientes, por meio da deposição, acúmulo e decomposição desta, em um fragmento de Floresta Atlântica no sul do estado do Espírito Santo. Para tanto realizou-se o estudo do solo por meio da abertura de três perfis representativos de solo, previamente estabelecidos observando o relevo e características pedológicas. Os perfis foram abertos na baixada, em terço médio de encosta e em topo de morro, sendo descritos morfologicamente com posterior análise das propriedades físicas e químicas. A amostragem de serapilheira foi realizada em 12 parcelas permanentes, mensalmente nos períodos de abril/2014 a março/2015 (ano 1) e abril/2015 a março/2016 (ano 2), com coleta de serapilheira aportada em cinco coletores fixos e de acumulada em oito amostragens aleatórias sobre o piso da floresta. A serapilheira aportada foi separada nas frações folhas e galhos + miscelânea, quantificando biomassa e nutrientes, quantificações também realizadas para serapilheira acumulada. A taxa de decomposição da serapilheira acumulada foi obtida pela relação entre o aporte e o acúmulo de serapilheira. A taxa de decomposição foliar foi obtida por meio do método de litterbags, depositando 72 destes nas 12 parcelas (6/parcela), recolhendo um litterbag/parcela nos tempos 0, 30, 60, 90, 150, 210 e 270 dias. Os perfis avaliados têm solos com textura variando de arenosa a muito argilosa, com valores de pH em água variando entre 3,33 e 6,07. Os valores de troca catiônica variaram entre 1,23 a 13,99 cmolc dm⁻³, com predomínio de Ca²⁺ nos solos de baixada e de encosta, e H⁺ no solo do topo de

morro. Os solos de baixada e de encosta são eutróficos, enquanto o solo de topo de morro é de caráter distrófico. Os estoques de N-total e C_{org} foram maiores no solo de topo de morro (22,05 e 173,05 $Mg\ ha^{-1}$), seguido pelo solo de encosta (18,24 e 112,27 $Mg\ ha^{-1}$) e o de baixada (16,87 e 85,61 $Mg\ ha^{-1}$). Por meio das características observadas, os perfis de solo foram classificados como Planossolo na baixada, Cambissolo na encosta e Latossolo no topo de morro. A serapilheira aportada teve padrão sazonal nos dois anos estudados, aportando 7826,6 e 5741,4 $kg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$, nos anos 1 e 2, respectivamente. Já a serapilheira acumulada não teve sazonalidade, acumulando 5458,6 e 5079,4 $kg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$ para o ano 1 e 2, respectivamente. A ordem do conteúdo de nutrientes da serapilheira aportada foi $Ca > N > K > Mg > S > P$, para os dois anos de estudo. A constante de decomposição da serapilheira acumulada foi de 1,43 e 1,13 para o ano 1 e 2, respectivamente. A taxa de decomposição da serapilheira foliar foi de 0,90, decompondo 58,28% da serapilheira ao final do período avaliado. A serapilheira foliar liberou 48 % do N, 66% do P, 90% do K, 37% de Ca, 66% de Mg, 51% de S e 80% do C_{org} do total contido. A precipitação foi o elemento climático que teve maior correlação com o aporte, acúmulo e decomposição da serapilheira, demonstrando que a dinâmica da serapilheira está condicionada a variação dos índices pluviométricos.

Palavras-chave: Ciclagem de nutrientes; Matéria orgânica; Carbono orgânico; Decomposição; Relação C/N, Solos florestais.

GENERAL ABSTRACT

GOMES JÚNIOR, Diêgo. **Litter dynamics in fragment of Atlantic Forest, ES.** 2017. Thesis (Doctorate in Forest Sciences) – Federal University of Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, ES. Advisor: Prof. Dr. Marcos Vinicius Winckler Caldeira. Coadvisor: Prof. Dr. Eduardo de Sá Mendonça e Prof. Dra. Sustanis Horn Kunz.

The dynamics of litter is one of the fundamental processes for the growth and maintenance of native forest fragments, being considered the main route of the cycling of nutrients in forests. Thus, works that report the production, accumulation and litter decomposition, provide subsidies that supply a better understanding of nutrient dynamics. The aim of this work was to know the litter and nutrients dynamics, by litter deposition, accumulation and decomposition, in a fragment of Atlantic Forest in the south of the state of Espírito Santo. In order to do so, the soil study was carried out by opening three representative soil profiles previously established, observing the relief and pedological characteristics. The profiles were opened in the lowland, in the middle third of hillside and at the top of the hill, being morphologically described with subsequent analysis of the physical and chemical properties. The litter sampling was carried out monthly in 12 permanent plots, from April/2014 to March/2015 (year 1) and from April/2015 to March/2016 (year 2). The litterfall was collected using five fixed traps and the litter of the forest floor was collected by eight random samplings. The litterfall was sorted into leaves and branches + miscellaneous fractions, and the biomass and nutrients were quantified, this procedure also was performed for accumulated litter. The decomposition rate of the accumulated litter was obtained by the relation between production and accumulation of litter. The foliar decomposition rate was obtained using the litterbags method, by the distribution of 72 litterbags in the 12 plots (6/plot), one litterbag/plot was collected at 0, 30, 60, 90, 150, 210 and 270 days. The evaluated profiles have soils texture varying from sandy to very clayey, with pH values in water varying from 3.33 to 6.07. The cation exchange values varied from 1.23 to 13.99 cmolc dm⁻³, with predominance of Ca²⁺ in the lowland and slope soils, and H⁺ in the top of hill soil. Lowland and slope soils are eutrophic, while the top of hill soil is dystrophic. The N-total and C_{org} stocks were higher top of hill soil (22.05 and 173.05 Mg ha⁻¹), followed by slope soil (18.24 and 112.27 Mg ha⁻¹) and lowland soil (16.87 and 85.61 Mg ha⁻¹). By observing

characteristics, the soil profiles were classified as Planossolo in the lowland, Cambissolo in the hillside and Latossolo in the top of hill. The litterfall showed a seasonal pattern in the two years studied, producing 7826.6 and 5741.4 kg ha⁻¹ year⁻¹, in years 1 and 2, respectively. The accumulated litter did not show seasonality, accumulating 5458.6 and 5079.4 kg ha⁻¹ year⁻¹ for year 1 and 2, respectively. The order of the nutrients content of the litterfall was Ca > N > K > Mg > S > P, for the two years of study. The decomposition constant of the accumulated litter was 1.43 and 1.13 for year 1 and 2, respectively. The leaf litter decomposition rate was 0.90, decomposing 58.28% of the litter at the end of the evaluated period. The leaf litter liberated 48% of N, 66% of P, 90% of K, 37% of Ca, 66% of Mg, 51% of S and 80% of C_{org} of the total contained. The precipitation was the climatic element that had the greatest correlation with the litter production, accumulation and decomposition, demonstrating that the litter dynamics is conditioned by the variation of rainfall indices.

Keywords: Nutrient cycling; Organic matter; Organic carbon; Decomposition; Relation C/N, Forest soils.

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Caracterização da vegetação da RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.....	27
Tabela 02 – Caracterização da vegetação e do relevo das parcelas localizadas na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.	27
Tabela 03 – Localização dos perfis de solo utilizados na classificação pedológica da RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.	29
Tabela 04 – Atributos morfológicos dos solos localizados na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.	41
Tabela 05 – Atributos físicos dos solos localizados na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.	43
Tabela 06 – Atributos químicos dos solos localizados na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.	45
Tabela 07 – Nitrogênio e Carbono Orgânico dos solos localizados na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.	46
Tabela 08 – Correlação de Spearman entre o aporte de serapilheira e os elementos climáticos, em dois anos de estudo, na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.....	52
Tabela 09 – Conteúdo (kg ha ⁻¹) de macronutrientes e C _{org} na serapilheira aportada, em dois anos de estudo, na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.....	54
Tabela 10 – Conteúdo (kg ha ⁻¹) de macronutrientes e C _{org} na fração folhas, em dois anos de estudo, na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.	55
Tabela 11 – Conteúdo (kg ha ⁻¹) de macronutrientes e C _{org} na fração galhos + miscelânea, em dois anos de estudo, na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.....	56
Tabela 12 – Eficiência de uso dos macronutrientes pelas frações e total de serapilheira aportada, em dois anos de estudo, na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.....	57
Tabela 13 – Correlação de Spearman entre o acúmulo de serapilheira e os elementos climáticos, em dois anos de estudo, na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.....	59
Tabela 14 – Constante de decomposição k, T50% e T95% da serapilheira acumulada na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.	60

Tabela 15 – Conteúdo (kg ha^{-1}) de macronutrientes e C_{org} na serapilheira acumulada, em dois anos de estudo, na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.....	61
Tabela 16 – Massa foliar remanescente e teor de cinzas em função do período de decomposição na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES. ..	62
Tabela 17 – Correlação de Spearman entre a constante de decomposição foliar e os elementos climáticos, na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.	63
Tabela 18 – Teores médios de nutrientes na massa foliar remanescente em cada período de decomposição na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.....	64
Tabela 19 – Conteúdo de componentes estruturais (g) e relações C/N, C/P e Lignina/N na massa de serapilheira foliar remanescente do processo de decomposição na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES. ..	66

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Localização da RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.....	25
Figura 02 – Localização das parcelas na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.....	26
Figura 03 – Modelo digital de elevação (MDE) do fragmento florestal estudado na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.	29
Figura 04 – Climograma referente ao período de estudo do aporte e acúmulo de serapilheira, e série histórica da região da RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.....	32
Figura 05 – Climograma referente ao período de estudo da decomposição foliar e série histórica da região da RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.....	35
Figura 06 – Perfis dos solos classificados na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES. P1: Planossolo; P2: Cambissolo; e P3: Latossolo.	47
Figura 07 – Aporte anual de serapilheira por parcela, em dois anos de estudo, na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.	49
Figura 08 – Aporte médio mensal de serapilheira, em dois anos de estudo, na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.	50
Figura 09 – Relação mensal do aporte entre as frações de serapilheira, em dois anos de estudo, na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.	50
Figura 10 – Aporte médio mensal da fração folhas, em dois anos de estudo, na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.	51
Figura 11 – Aporte médio mensal da fração galhos + miscelânea, em dois anos de estudo, na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.....	52
Figura 12 – Acúmulo anual de serapilheira por parcela, em dois anos de estudo, na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.	58
Figura 13 – Média mensal do acúmulo de serapilheira, em dois anos de estudo, na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.	59
Figura 14 – Massa foliar remanescente em função do período de decomposição na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.	63
Figura 15 – Mineralização de macronutrientes e C_{org} durante o período de decomposição da serapilheira foliar na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.....	65

Figura 16 – Mineralização de micronutrientes durante o período de decomposição da serapilheira foliar na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.66

Figura 17 – Relação C/N (A) e conteúdo de lignina (B), celulose (C) e hemicelulose (D) na massa foliar remanescente, em função do período de decomposição na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.67

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A – Teor (g kg^{-1}) de macronutrientes e C_{org} (%) na fração folhas, em dois anos de estudo, na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.....	94
APÊNDICE B – Teor (g kg^{-1}) de macronutrientes e C_{org} (%) na fração galhos + miscelânea, em dois anos de estudo, na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.....	95
APÊNDICE C – Teor (g kg^{-1}) de macronutrientes e C_{org} (%) na serapilheira acumulada, em dois anos de estudo, na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.....	96

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. OBJETIVO GERAL	18
2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
3. REVISÃO DE LITERATURA	19
3.1. FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL.....	19
3.1.1. Floresta Estacional Semidecidual Submontana	21
3.2. SERAPILHEIRA	22
4. MATERIAL E MÉTODOS	25
4.1. ÁREA DE ESTUDO.....	25
4.2. CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO SOLO	28
4.3. APORTE DE SERAPILHEIRA.....	31
4.4. SERAPILHEIRA ACUMULADA.....	33
4.5. DECOMPOSIÇÃO DA SERAPILHEIRA ACUMULADA	33
4.6. DECOMPOSIÇÃO DA SERAPILHEIRA FOLIAR.....	34
4.7. QUANTIFICAÇÃO DE NUTRIENTES E DE C _{ORG} DA SERAPILHEIRA.....	36
4.7.1. Serapilheira aportada e acumulada	36
4.7.1. Decomposição da serapilheira foliar	37
4.8. ANÁLISE DOS DADOS.....	39
5. RESULTADOS	41
5.1. CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS	41
5.1.1 Atributos morfológicos	41
5.1.2 Atributos físicos	42
5.1.3 Atributos químicos	43
5.1.4 Classificação dos solos	46
5.2. APORTE DE SERAPILHEIRA.....	48
5.2.1. Aporte e composição da serapilheira	48
5.2.2. Conteúdo de macronutrientes e de C_{org}	53
5.2.3. Eficiência no uso de nutrientes	57
5.3. SERAPILHEIRA ACUMULADA.....	57
5.3.1. Acúmulo de serapilheira	57
5.3.2. Decomposição da serapilheira	60
5.3.3. Conteúdo de nutrientes e de C_{org}	60
5.4. DECOMPOSIÇÃO DA SERAPILHEIRA FOLIAR.....	62
6. DISCUSSÃO	68
6.1. CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS	68
6.2. SERAPILHEIRA DEPOSITADA	71
6.3. SERAPILHEIRA ACUMULADA.....	74
6.4. DECOMPOSIÇÃO DA SERAPILHEIRA FOLIAR.....	76
7. CONCLUSÕES	80
REFERÊNCIAS	81
APÊNDICES	94

1. INTRODUÇÃO

Desde que o homem surgiu na Terra e passou a fazer parte da biosfera com os outros seres vivos, suas necessidades de utilização e exploração dos recursos naturais vêm causando processos de deterioração ambiental. Com a exploração dos recursos naturais, principalmente das espécies arbóreas, as florestas nativas encontram-se em um processo contínuo de fragmentação, sendo reduzidas a porções relativamente pequenas quando comparadas às suas áreas originais (SOUZA et al., 2014).

Tal fragmentação é bem perceptível quando olhamos e analisamos a Floresta Atlântica, que sofreu ao longo dos anos com a exploração florestal, com o crescimento desordenado dos centros urbanos e com a expansão da fronteira agropecuária. O estado do Espírito Santo especificamente, possuía cerca de 90% de seu território coberto pela Floresta Atlântica, tendo ecossistemas associados a esse em suas áreas restantes (CÂMARA, 2005). A cobertura florestal nativa do sul do Estado do Espírito Santo é formada por pequenos fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual isolados, que surgiram devido a uma série de perturbações antrópicas, principalmente atividades relacionadas a agricultura e pecuária, ocorridas ao longo dos anos sobre a vegetação natural antes existente (GODINHO et al., 2013).

Neste contexto, torna-se de grande importância a existência e proteção de remanescentes de Floresta Atlântica, pois tais remanescentes permitirão a realização de estudos que visam conhecer o comportamento da floresta nativa mediante aos impactos das atividades antrópicas sobre os ecossistemas florestais, fornecendo informações importantes para a criação e implantação de práticas conservacionistas. De acordo com Haag (1985) e Balieiro et al. (2004), para melhor entender o comportamento das características intrínsecas do ecossistema, têm-se que considerar a dinâmica nutricional deste ecossistema, principalmente de processos naturais como a ciclagem de nutrientes.

A ciclagem de nutrientes é o processo no qual os nutrientes adsorvidos pelas plantas retornam ao solo por meio do aporte e decomposição de tecidos vegetais, sendo mineralizados e disponibilizados novamente para os vegetais (ODUM, 1988). Tal processo é de grande importância para os sistemas naturais, principalmente em

zonas tropicais, onde encontra-se solos altamente intemperizados (LALIBERTE et al., 2013).

Trabalhos que visam caracterizar a dinâmica da serapilheira em período não inferior a dois anos, podem propiciar o melhor entendimento da dinâmica dos nutrientes por meio do ciclo biogeoquímico (CALDEIRA et al., 2008). Ainda segundo estes autores, tais trabalhos podem ajudar na escolha de espécies florestais para a formação e enriquecimento de maciços, sendo observadas características específicas como a sazonalidade, à quantidade e a qualidade da serapilheira produzida, onde as características químicas e físicas determinam sua relevância para melhoria do solo e da fauna decompositora.

Desta forma, o monitoramento e estudo da serapilheira se apresenta como um importante mecanismo para avaliar a produtividade florestal e, associando este a outros dados ecológicos, permite que se avalie a resposta da floresta natural às perturbações externas (OLIVEIRA; LACERDA, 1999). Além disso, a serapilheira possui grande importância na manutenção da fertilidade e dos níveis de nutrientes no solo, pois esta assume o papel de "estoque" de nutrientes para o sistema florestal.

O processo de ciclagem de nutrientes, existente em ambientes naturais por meio da produção de serapilheira, realiza uma ligação entre os ciclos de produção e decomposição da matéria orgânica, tornando-se a principal via de retorno dos nutrientes e da matéria orgânica para o solo, desempenhando um papel fundamental para a manutenção da fertilidade dos ecossistemas florestais (GODINHO et al., 2013). Conhecer este processo, a estratégia da ciclagem de nutrientes, é de fundamental importância nos programas de regeneração da floresta, tendo em vista o objetivo de aumentar a área de preservação de ecossistemas naturais (MARTINS, 2010).

A separação da biomassa e a quantificação das taxas de nutrientes que se movimentam entre os compartimentos florestais são as alternativas mais utilizadas para se verificar a ciclagem de nutrientes em ambientes florestais (ALVES et al., 2006). Ainda segundo este autor, a análise qualitativa e quantitativa do material orgânico da serapilheira, bem como sua taxa de decomposição é importante para a compreensão dos ecossistemas, pois são fatores importantes para a manutenção da fertilidade do solo e conseqüentemente para a sustentação dos ecossistemas em solos tropicais.

Diante da importância dos estudos em ambientes naturais, são fundamentais os trabalhos que quantificam a serapilheira, seus compartimentos e os nutrientes por ela aportados sobre o piso florestal, fornecendo subsídio para definir técnicas de reversão ao estado atual de fragmentação e degradação que se encontram os remanescentes florestais, principalmente na Floresta Atlântica. Desta forma, é de grande importância a realização de estudos sobre a dinâmica das florestas, visando à preservação de ambientes naturais por meio de sua manutenção e restauração.

Assim, acredita-se que a dinâmica da serapilheira e, conseqüentemente, dos nutrientes é diretamente influenciada pelas variações climáticas ao longo do tempo, apresentando sazonalidade em função destes elementos.

2. OBJETIVO GERAL

O objetivo do presente trabalho foi conhecer a dinâmica da serapilheira e dos nutrientes, por meio da deposição, acúmulo e decomposição desta, em um fragmento de Floresta Atlântica no sul do estado do Espírito Santo.

2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar os atributos pedológicos e realizar a classificação do solo existente no fragmento de Floresta Atlântica estudado;
- Estimar o estoque de carbono orgânico e de nitrogênio do solo;
- Quantificar a serapilheira depositada e acumulada sobre o piso florestal;
- Quantificar os nutrientes da serapilheira;
- Estimar a taxa de decomposição da serapilheira e a mineralização dos nutrientes; e
- Correlacionar a dinâmica da serapilheira com os elementos climáticos: temperatura e precipitação.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL

Anteriormente classificada como Floresta Subcaducifólia, a Floresta Estacional Semidecidual é uma formação florestal característica de ambiente de menor umidade quando comparada ao ambiente de formação da Floresta Ombrófila Densa (IBGE, 2012). O conceito ecológico que determina este tipo de formação vegetal é estabelecido devido ao clima estacional que define o caráter semidecidual da folhagem na cobertura florestal, sendo determinada pelo inverno seco e verão chuvoso (CAMPO; MERINO, 2016; GERHARDT; HYTTEBORN, 1992). Essa formação difere da floresta decidual devido a quantidade de espécies que perdem as folhas no período seco, onde florestas deciduais tem 50% ou mais de perda de folhagem, enquanto nas florestas semideciduais essa porcentagem de espécies com perda de folhas na estação seca varia entre 20 e 50% (VELOSO, 1992).

No Brasil, esta formação florestal está situada nos ambientes formados desde a zona úmida costeira e o semiárido (ARCHANJO, 2008). Além de ser comumente observada no interior do Brasil, por ser uma típica formação da Floresta Atlântica, a Floresta Estacional Semidecidual também está presente em outras regiões do planeta, abrangendo grandes áreas da África, América do Sul, Austrália, Índia e Sudeste Asiático, ocupando uma área não inferior a 1.059.106 km², o que representa cerca de 40% das florestas tropicais no planeta (MURPHY; LUGO, 1986; MILES et al., 2006).

Com o advento da revolução industrial no século XVIII, do “boom” populacional no século XX, e ainda com o constante crescimento demográfico, grandes áreas de florestas tropicais foram suprimidas ao longo dos anos para, principalmente, expandir a fronteira de produção agrícola e pecuária, levando a mudanças estruturais e de composição nestas florestas (FAO, 2010; CHAZDON, 2012). No Brasil, a Floresta Estacional Semidecidual é a formação vegetal que corresponde ao trecho de Floresta Atlântica com pior estado de conservação. Estima-se que da formação original desta fisionomia vegetal, resta apenas cerca de 3% da área total. Essa fragmentação desta formação ocorreu devido aos sucessivos

ciclos de exploração ao qual essa floresta foi submetida, bem como a constante expansão da matriz agropecuária em território nacional (IBGE, 2012).

Devido ao aumento de atenção com a importância ambiental das florestas tropicais e aos efeitos climáticos que o mundo vem sofrendo devido a degradação ambiental, trabalhos recentes constataram que o desmatamento dessas florestas vem reduzindo devido ao aumento do reflorestamento e da destinação de áreas para regeneração natural (CHAZDON, 2012). Segundo FAO (2010), entre 1990 e 2010, o desmatamento das florestas tropicais foi reduzido de, aproximadamente, 16 milhões de ha ano⁻¹ para 13 milhões de ha ano⁻¹.

Apesar dessa redução na taxa de desmatamento, tais dados não indicam aumento na cobertura de floresta nativa mundialmente. No Brasil, observa-se que a região da Floresta Atlântica é vastamente dominada por grandes áreas de pastagem, algumas em elevado grau de degradação, e por outros agrossistemas, sendo a formação florestal representada por fragmentos isolados, geralmente em estágio secundário de sucessão (SOS MATA ATLÂNTICA, 2009).

Ecologicamente, embora as florestas secundárias não substituam as florestas primárias, essas podem oferecer condições propícias para o aumento de diversidade biológica (fauna e flora), além de fornecerem serviços ambientais para a sociedade, como sequestro de carbono e reabastecimento dos lençóis de água subterrâneos (CHAZDON et al., 2009). Entretanto, tais condições estão condicionadas ao tamanho, forma e o isolamento dos fragmentos, fatores que afetam diretamente a capacidade do fragmento em conservar espécies vegetais, bem como se manter via processos naturais (HILL et al., 2003).

Apesar da grande importância da Floresta Estacional Semidecidual e dos estudos desenvolvidos sobre essa formação florestal, ainda existem lacunas sobre o funcionamento desses ambientes, a ecologia das espécies e os processos associados (CAMPO; MERINO, 2016). Nesses processos, a sazonalidade das chuvas e a disponibilidade hídrica têm papel fundamental, condicionando a presença de espécies adaptadas ao estresse causado (CECCON; SANCHEZ; CAMPO-ALVES, 2004; LIEBERMAN, 1982). Entretanto, são necessários maiores estudos que esclareçam tal relação, bem como outros fatores que atuam na dinâmica florestal da Floresta Estacional Semidecidual, afim de abordar questões importantes sobre a restauração e conservação desses ecossistemas, altamente degradados.

3.1.1. Floresta Estacional Semidecidual Submontana

A Floresta Estacional Semidecidual Submontana é uma formação de Floresta Estacional Semidecidual que representa a faixa altimétrica de 100 a 600 m entre a latitude 4° N e 16° S; de 50 a 500 m entre os 16° até os 24° de latitude S; e de 30 a 400 m após os 24° de latitude S. Tal formação ocorre, normalmente, nas encostas interioranas e nos planaltos centrais capeados, inclusive na borda sul amazônica, no contato da Floresta Ombrófila com a Savana (IBGE, 2012).

As espécies florestais que ocorrem nessa formação são os mais variados, entretanto alguns gêneros são dominantes em determinadas regiões. Os gêneros *Cedrela*, *Parapiptadenia* e *Cariniana* são dominantes nas encostas interioranas das serras marítimas, enquanto os gêneros *Hymenaea*, *Copaifera*, *Peltophorum*, *Astronium*, *Handroanthus*, *Balfourodendron* e outros, dominam nos planaltos areníticos (ARCHANJO et al., 2012; IBGE, 2012).

3.2. SERAPILHEIRA

O material orgânico constituído por folhas, galhos, cascas e material reprodutivo das plantas, que é aportado ao solo via vegetação, é denominado serapilheira (ARAUJO et al., 2005). Sua produção e decomposição correspondem as vias principais de entrada e saída de matéria orgânica e nutrientes no solo, podendo indicar a qualidade do solo e das espécies presentes no ecossistema (EWEL, 1976). Assim, a dinâmica da serapilheira pode ser considerada como bom indicador ecológico, permitindo compreender a dinâmica dos nutrientes e da matéria orgânica em florestas nativas ou plantadas.

Em estudos florestais, a serapilheira é dividida devido as condições de sua coleta: serapilheira depositada, que se refere ao material aportado pela floresta que é coletado antes de cair sobre o piso florestal; e serapilheira acumulada, que é o material vegetal acumulado sobre o piso florestal ao longo do tempo (POGGIANI; SCHUMACHER, 2000; CALDEIRA et al., 2008; CALDEIRA, et al., 2013).

Os ecossistemas florestais, de maneira geral, apresentam aporte de material vegetal contínuo no decorrer do ano, entretanto a quantidade depositada deste material sobre o solo varia conforme a formação florestal (SELLE, 2007). Neste sentido, diversos estudos vêm sendo realizados para melhor compreender a dinâmica do aporte de serapilheira, bem como a ciclagem de nutrientes em florestas naturais. No Brasil, destacam-se estudos na região Amazônica (LUIZÃO e SCHUBART, 1987; LUIZÃO et al., 2004; ALMEIDA et al., 2015), na Mata Atlântica (MORAES e DOMINGOS, 1997; GODINHO et al., 2013; SCORIZA e PIÑARODRIGUES, 2014; MACHADO et al., 2015) e na região do cerrado (CIANCIARUSO et al., 2006; SILVA et al., 2007; CAMPOS et al., 2008; GIÁCOMO, PEREIRA e MACHADO, 2012).

Além de ser um importante componente da produção primária líquida (MARTÍNEZ-YRÍZAR, 1995), o estudo da serapilheira aportada e acumulada também propicia a obtenção da taxa de decomposição do material orgânico sobre o piso florestal (OLSON, 1963). Essa taxa de decomposição pode ser utilizada para comparar a intensidade dos fluxos de energia entre ecossistemas com florestas tropicais sazonalmente secas (CAMPO e MERINO, 2016).

A taxa de decomposição do material orgânico da serapilheira, bem como sua análise qualitativa e quantitativa, são aspectos importantes para a compreensão dos ecossistemas devido ao seu papel primordial na manutenção dos ecossistemas em solos tropicais (ALVES et al., 2006). A decomposição da serapilheira é resultado da interação entre as condições do ambiente, a composição do resíduo vegetal e a fauna decompositora presente (SWIFT, HEAL e ANDERSON, 1979; CORREIA e ANDRADE, 1999). Tal interação determinará a taxa de decomposição da serapilheira ao longo do tempo, podendo esta ser maior ou menor em diferentes ecossistemas.

Devido a importância da decomposição na manutenção do equilíbrio nutricional em ambientes naturais, encontra-se na literatura vários estudos que visam quantificar a taxa de decomposição dos resíduos vegetais sobre o solo (CIANCIARUSO et al., 2006; SCHEER, 2008; PINTO et al., 2009; PEREIRA et al., 2013; SILVA, GONÇALVES; REIS, 2013; SILVA et al., 2014; HOLANDA et al., 2015). Entretanto, estes estudos não fornecem dados quanto a correlação da decomposição com os elementos climáticos, ou seja, as discussões realizadas sobre a relação da taxa de decomposição com estes elementos se baseiam em métodos descritivos.

Em ambientes naturais, principalmente nos ambientes tropicais, não é o solo que representa a principal via de fornecimento de nutrientes para a vegetação (JORDAN, 1985). Nestes ambientes, onde o solo é muito lixiviado, o processo de ciclagem de nutrientes por meio da produção de serapilheira, realiza uma ligação entre os ciclos de produção e decomposição da matéria orgânica, tornando-se na principal via de retorno dos nutrientes e da matéria orgânica para o solo (CALDEIRA et al., 2013).

Considerada como um processo chave para o funcionamento dos ecossistemas florestais nativos, a ciclagem de nutrientes ocorre por meio de entradas e saídas de nutrientes no sistema “solo-planta” (GODINHO; CALDEIRA; BRUN, 2015). Segundo Switzer e Nelson (1972), a ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais ocorre por meio de três tipos: o ciclo geoquímico, caracterizado por trocas de elementos minerais entre o ecossistema e seus componentes externos (rocha matriz, deposição de poeira, chuva química, erosão, lixiviação, etc); o ciclo bioquímico, caracterizado pela mobilização do nutriente no interior dos tecidos vegetais (dos tecidos mais velhos para os mais novos); e o ciclo

biogeoquímico, que refere-se as trocas químicas entre o solo e a planta por meio da absorção de nutrientes pelas plantas e retorno desses ao solo via serapilheira e decomposição de raízes.

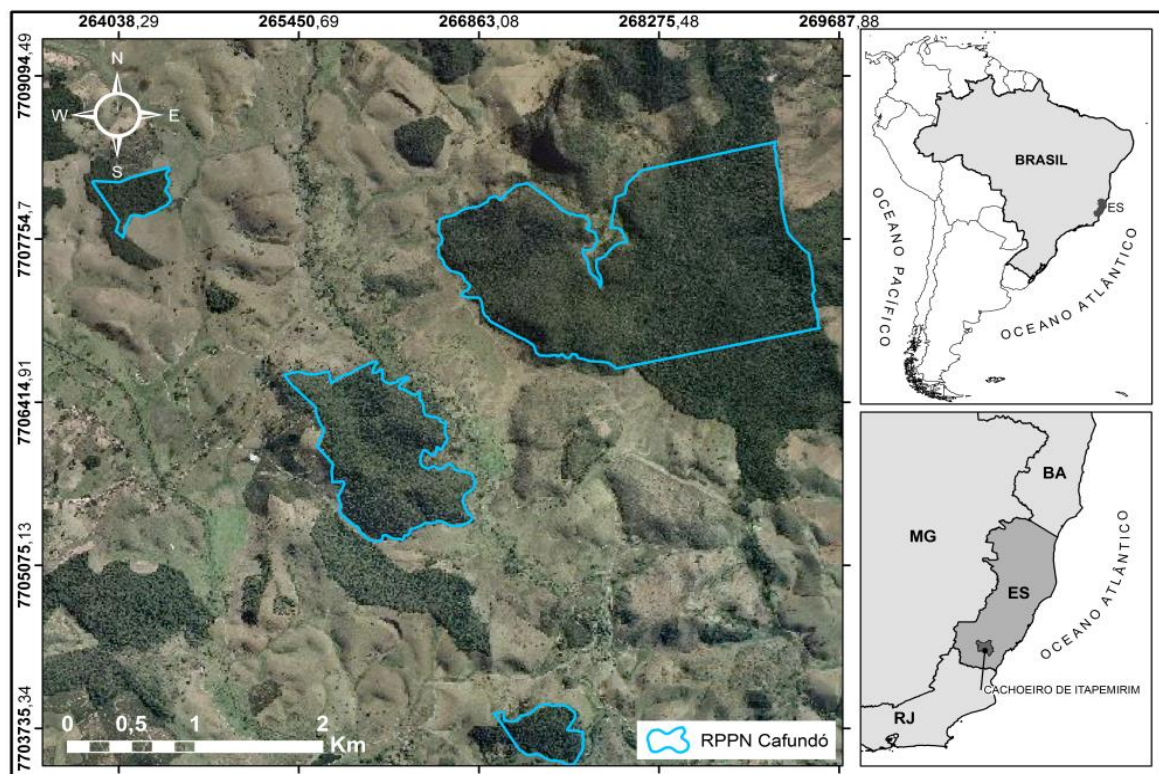
Diante ao exposto, nota-se que o estudo da dinâmica de serapilheira é de fundamental importância no entendimento da dinâmica florestal, podendo ser a serapilheira o principal indicador da qualidade de uma floresta, uma vez que sua produção e qualidade estão relacionadas aos mais variados fatores bióticos e abióticos, bem como da adaptação florestal ao ambiente.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está situada na Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda Boa Esperança (BRASIL, 1998), amplamente conhecida na região como “RPPN Cafundó”. A RPPN está localizada na Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, região sul do Espírito Santo, nas coordenadas UTM/SIRGAS2000 268275,48 E e 7707754,70 S (Figura 01). Inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim, a RPPN Fazenda Boa Esperança possui área total de 517 ha, sendo composta por quatro fragmentos florestais. O presente estudo foi realizado apenas no fragmento de maior representatividade, com área de 358,86 ha, que também faz parte do corredor ecológico Burarama – Pacotuba – Cafundó.

Figura 01 - Localização da RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.

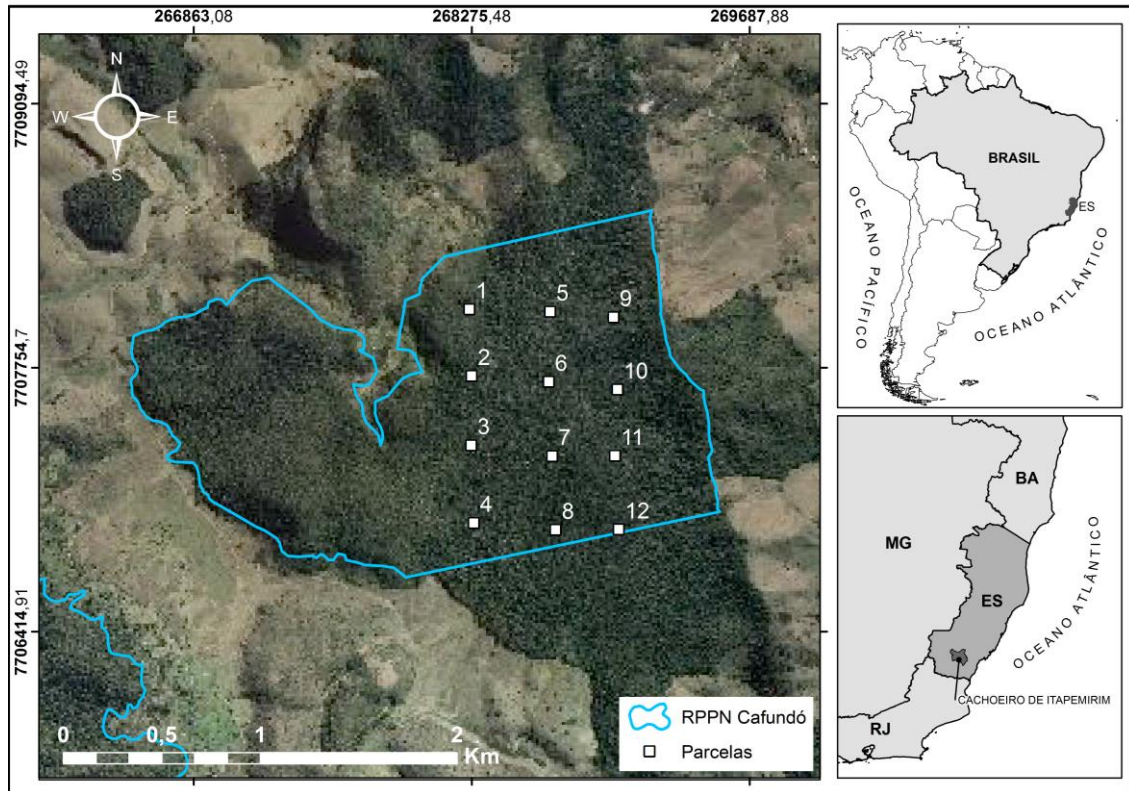


Fonte: Delarmelina (2015), adaptado pelo autor.

Foram utilizadas doze parcelas permanentes (20 x 50 m) demarcadas no estudo de Archanjo et al. (2012) (Figura 02), amostrando uma área total de 12.000

m². As parcelas foram distribuídas de forma sistemática na área, respeitando a distância de 350 metros de uma a outra.

Figura 02 - Localização das parcelas na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.



Fonte: Delarmelina (2015), adaptado pelo autor.

A vegetação da área do presente estudo é classificada como Floresta Estacional Semidecidual Submontana (IBGE, 2012). Em um trabalho sobre a estrutura do componente arbóreo da área estudada, Archanjo et al. (2012) observaram elevada riqueza de espécies secundárias tardias e baixa densidade dos grupos iniciais de sucessão (Tabela 01), indicando ser um fragmento florestal bem conservado com estágio avançado de sucessão. A caracterização da vegetação das parcelas estudadas (ARCHANJO et al., 2012), bem como o relevo destas (DELARMELENA, 2015), estão descritos na Tabela 02. Nota-se que existe variação da vegetação entre as parcelas em relação à densidade de indivíduos, dominância e riqueza de espécies.

Tabela 01 – Caracterização da vegetação da RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.

Parâmetros	Valores
Vegetação	
Densidade de indivíduos (ind ha ⁻¹)*	1823
Número de espécies	258
Número de famílias	54
Espécies com maior valor de importância	<i>Astronium concinnum</i> Schott <i>Pseudopiptadenia contorta</i> (DC.) G.P.Lewis & M.P.Lima <i>Neoraputia alba</i> (Nees & Mart.) Emmerich ex Kallunki <i>Astronium graveolens</i> Jacq. <i>Gallesia integrifolia</i> Harms
Famílias dominantes	Fabaceae (44 espécies) Myrtaceae (27 espécies) Euphorbiaceae (14 espécies) Sapotaceae (13 espécies) Rubiaceae (12 espécies)
Pioneira (%) **	0,2
Secundária Inicial (%)	26,5
Secundária Tardia (%)	58,1
Não caracterizado (%)	15,2
Índice de diversidade (H')	4,13
Equabilidade (J)	0,74

*DAP ≥ 5 cm; **Proporção de indivíduos por categoria sucessional
Fonte: Delarmelina (2015), adaptado pelo autor.

Tabela 02 – Caracterização da vegetação e do relevo das parcelas localizadas na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.

Parcela	Densidade ¹ (ind ha ⁻¹)	Dominância ¹ (m ² ha ⁻¹)	Riqueza ¹ (n° espécies)	Declividade (%)	Altitude (m)	Gradiente topográfico
P1	1400	23,55	27	1,0	160	Topo de morro
P2	2100	47,98	64	10,0	101	Baixada
P3	1770	56,08	25	3,0	103	Baixada
P4	1580	30,16	63	1,0	95	Baixada
P5	1520	47,58	54	1,0	110	Baixada
P6	1620	40,05	51	7,0	99	Baixada
P7	2190	25,56	57	1,0	95	Baixada
P8	1730	35,1	50	3,5	91	Baixada
P9	1550	26,27	37	15,0	143	Encosta
P10	1770	28,96	64	4,0	108	Baixada
P11	1700	25,93	30	9,0	125	Topo de morro
P12	1700	23,24	47	25,0	94	Encosta

¹ Archanjo et al. (2012). Fonte: Delarmelina (2015).

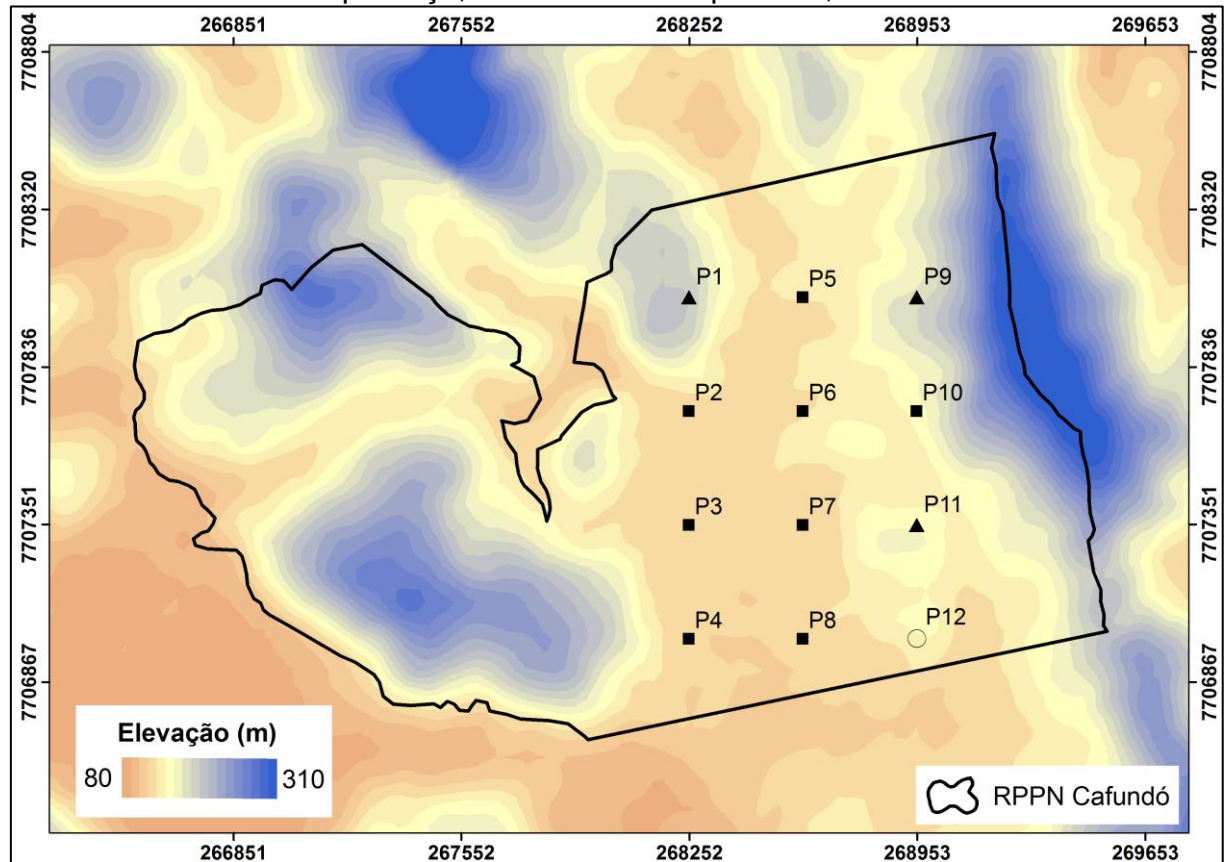
O clima da região, segundo a classificação de Köppen (1936), é do tipo Aw (tropical com estação seca no inverno) (ALVARES et al., 2013), com temperatura média das mínimas do mês mais frio de 11,8°C, e a média das máximas do mês mais quente de 34°C (PEZZOPANE et al., 2012). Segundo mapas de caracterização pluviométrica do Espírito Santo, a precipitação anual da área de estudo está entre 1200 e 1300 mm (INCAPER, 2017).

A geologia compreende rochas cristalinas pré-cambrianas (EMBRAPA, 1978), com ocorrência de biotita-gnaiss homogêneo e hornblenda-biotita-gnaiss, com intercalações de gnaisses cinzentos e leucognaisses com granulação fina. Há também a presença de depósitos fluviais argilo-arenosos e arenosos recentes nas partes baixas do relevo (BRASIL, 2013). A geomorfologia regional é caracterizada morfoestruturalmente como “Faixa de Dobramentos Remobilizados”, estando inclusa na região dos “Planaltos da Mantiqueira Setentrional”, que ocupa cerca de 47 % do território do Estado do Espírito Santo. Mais precisamente, a área de estudo está inclusa na unidade geomorfológica dos “Patamares Escalonados do Sul Capixaba”, unidade que representa cerca de 28 % do território estadual e 30 % do território do município de Cachoeiro de Itapemirim, ES (IJSN, 2012).

4.2. CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO SOLO

A caracterização pedológica das parcelas localizadas no fragmento florestal estudado foi realizada por meio de abertura de perfis. Para definir em quais parcelas seriam abertos os perfis, foi realizada uma análise conjunta dos dados de relevo (Figura 03) e os atributos do solo das doze parcelas, observadas por meio de tradagem até 80 cm de profundidade e de análises físico-químicas realizadas por Delarmelina (2015). Após a análise inicial e observado a heterogeneidade pedológica, foram definidos três grupos de parcelas com características pedológicas semelhantes para abertura de perfis representativos (Tabela 03).

Figura 03 – Modelo digital de elevação (MDE) do fragmento florestal estudado na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.



Fonte: o autor

Tabela 03 – Localização dos perfis de solo utilizados na classificação pedológica da RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.

Perfil	Abrangência (Parcelas)	Parcela de Localização do Perfil	Altitude	Latitude	Longitude
P1	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 10	Parcela 8 - Baixada	94 m	20° 43' 20.9" S	41° 13' 20.9" O
P2	12	Parcela 12 - Terço médio de encosta de elevação	91 m	20° 43' 21.1" S	41° 13' 07.9" O
P3	1, 9 e 11	Parcela 1 - Topo de Morro	160 m	20° 42' 46.1" S	41° 13' 30.6" O

Fonte: o autor.

Os três perfis foram descritos morfologicamente segundo Santos et al., (2005), sendo coletadas amostras de solo deformadas e indeformadas (com auxílio de anéis volumétricos e amostrador Uhland) nos horizontes identificados. As amostras deformadas coletadas foram destorroadas, secas a sombra e peneiradas

(2 mm de malha), obtendo-se a terra fina seca ao ar (TFSA). As amostras indeformadas e a TFSA foram utilizadas para determinar os atributos físicos e químicos, de acordo com Embrapa (2011), sendo o Carbono Orgânico (C_{org}) determinado conforme Yeomans e Bremner (1988).

Usando as amostras indeformadas, foram determinadas a densidade do solo, pelo método do anel volumétrico; a densidade de partículas, segundo método do balão volumétrico, utilizando-se álcool como líquido penetrante; a porosidade total, obtida pela relação entre a densidade do solo e a densidade de partículas; a microporosidade, pelo método da mesa de tensão e; a macroporosidade, pela diferença entre a porosidade total e a microporosidade.

Por meio da TFSA obteve-se a composição granulométrica, determinada por tamisagem (areia) e pelo método da pipeta (silte e argila), utilizando-se dispersão com NaOH 1 mol L⁻¹; o pH, determinado em água (relação 1:2,5); o P, extraído com Extrator Mehlich-1 e lido em espectrofotômetro de absorção molecular; o K e Na, extraídos com Extrator Mehlich-1 e lidos em espectrofotometria de chama; o Ca²⁺ e Mg²⁺, extraídos com KCl 1 mol L⁻¹ e determinados por espectrofotômetro de absorção atômica; o Al³⁺, extraído com KCl 1 mol L⁻¹ e determinado por titulação; o H + Al (acidez potencial), extraídos com solução de acetato de Ca 0,5 mol L⁻¹ tamponado a pH 7,0 e determinados por titulação; o N-total por oxidação úmida (método Kjeldahl); e o C_{org} , por meio da oxidação da matéria orgânica, por via úmida com solução de K₂Cr₂O₇ em meio ácido com aquecimento.

De posse dos valores obtidos com a análise química foi calculada a soma de bases (SB), a capacidade de troca catiônica efetiva (t), a capacidade de troca catiônica potencial (T), a saturação por bases (V) e a saturação por alumínio (m), conforme Embrapa (2011). O estoque de C_{org} e de N-total dos perfis foram determinados a partir das equações 1 e 2, respectivamente.

$$EstC_{org} = (C_{org} \times Ds \times e) / 10 \quad (1)$$

Em que:

Est C_{org} = estoque de C_{org} na espessura de solo (Mg ha⁻¹);

C_{org} = teor de C_{org} na espessura de solo (g kg⁻¹);

Ds = densidade do solo na espessura (g cm⁻³);

e = espessura da camada de solo (cm).

$$\text{EstN} = (\text{N} \times \text{Ds} \times \text{e}) / 10 \quad (2)$$

Em que:

EstN = estoque de N-total na espessura de solo (Mg ha^{-1});

N = teor de N-total na espessura de solo (g kg^{-1});

Ds = densidade do solo na espessura (g cm^{-3});

e = espessura da camada de solo (cm).

Utilizando os atributos morfológicos, físicos e químicos, os perfis de solo foram classificados de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS (SANTOS et al., 2014).

4.3. APORTE DE SERAPILHEIRA

A coleta da serapilheira aportada foi realizada nas 12 parcelas permanentes descritas. Para isso, os coletores de serapilheira foram instalados sistematicamente em cada parcela, sendo um coletor próximo a cada vértice e um no centro da parcela, totalizando cinco coletores por parcela, 60 coletores em toda área estudada. Os coletores foram confeccionados em formato quadrado, com material PVC e tela de nylon de 2 mm, possuindo 0,75 m de cada lado (área de $0,5625 \text{ m}^2$) e 1 m de altura do solo (SCORIZA et al., 2012; CASTRO, 2014).

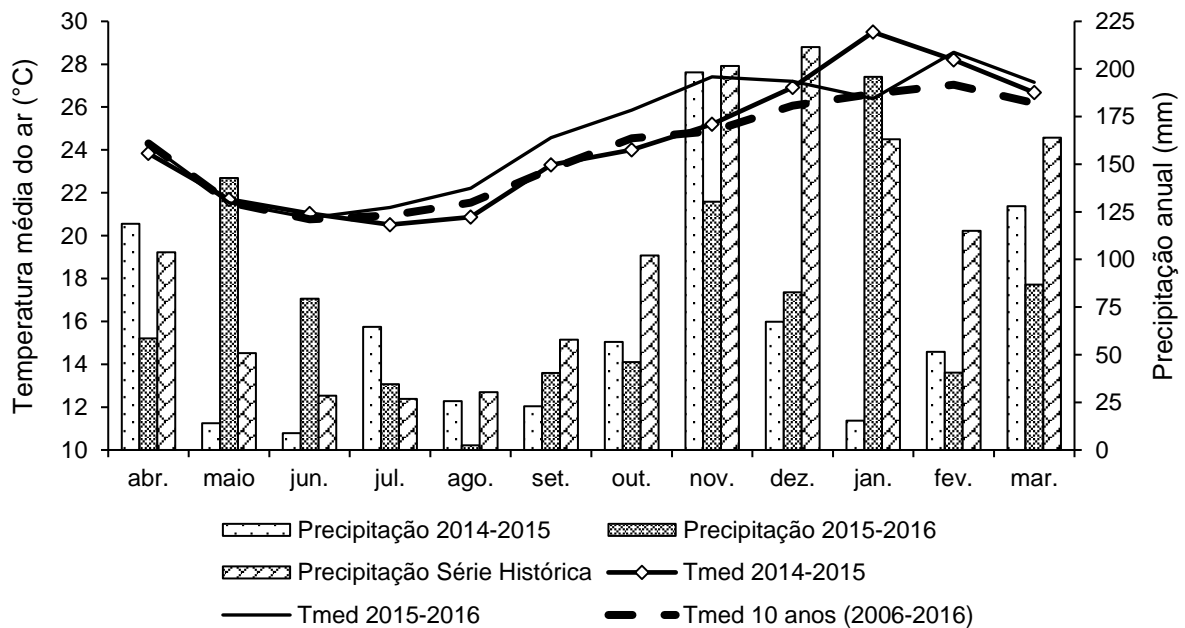
Mensalmente, a coleta da serapilheira aportada foi realizada entre abril de 2014 e março de 2016, totalizando vinte e quatro meses de coleta. Após a coleta, a serapilheira aportada em cada coletor passou por um processo de triagem, sendo dividida na fração folhas, constituída somente por folhas, e fração galhos + miscelânea, representada por galhos com diâmetro menor que 2 cm, casca, material reprodutivo e demais materiais vegetais cuja identificação não foi possível.

Após a triagem, as frações separadas foram acondicionadas em sacos de papel devidamente identificados e colocadas em estufa de circulação de ar a $65 \text{ }^\circ\text{C}$,

até atingirem peso constante, sendo o material pesado em balança analítica (0,001 g) para obtenção da massa seca. Com os dados da massa seca, realizou-se o cálculo das frações e o total de serapilheira depositada por unidade de área (kg ha⁻¹). Para análise química do material vegetal aportado, as amostras de cada fração/mês foram homogeneizadas, trituradas em moinho do tipo Willey e passadas em peneiras de 1 mm de malha (20 mesh) para obtenção de três amostras representativas por mês de cada fração.

Os dados de precipitação, tanto do período de estudo quanto da série histórica (1987 – 2016), foram obtidos na estação da Agência Nacional de Águas (ANA) (02041002), localizada no município de Castelo – ES, aproximadamente 12 km distante da área de estudo. Já os dados de temperatura procederam da estação meteorológica de superfície automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (Alegre-A617), localizada no município de Alegre – ES, distante 26 km da área estudada, aproximadamente. O histórico das médias mensais para esta variável foi obtido com dados da mesma estação, no período de 2006 a 2016 (Figura 04).

Figura 04 - Climograma referente ao período de estudo do aporte e acúmulo de serapilheira, e série histórica da região da RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.



Fonte: o autor.

4.4. SERAPILHEIRA ACUMULADA

O estudo da serapilheira acumulada foi realizado concomitantemente com a quantificação do aporte. Na quantificação da serapilheira acumulada, foram coletadas mensalmente sobre o piso da floresta oito amostras de serapilheira por parcela, totalizando 96 amostras por mês. Para coleta utilizou-se um gabarito quadrado de madeira, com 0,25 m de lado (área de 0,0625 m²), que foi lançado aleatoriamente sobre o piso da floresta para cada amostra coletada.

Após a coleta, as amostras foram acondicionadas em sacos de papel identificados e colocadas em estufa de circulação de ar a 65 °C, até atingirem peso constante, sendo o material pesado em balança analítica (0,001 g) para obtenção da massa seca. Esses dados da massa seca foram utilizados no cálculo do total de serapilheira acumulada sobre o piso da floresta por unidade de área (kg ha⁻¹). Da mesma forma que o material aportado, a serapilheira acumulada também foi homogeneizada mensalmente e triturada para obtenção de três amostras representativas/mês para posterior análise química.

4.5. DECOMPOSIÇÃO DA SERAPILHEIRA ACUMULADA

A estimativa indireta da constante de decomposição (k) foi obtida pela relação entre a serapilheira anual aportada (L) e a média anual da serapilheira acumulada (X_{ss}), conforme Equação 3, proposta por Olson (1963).

$$k = L/X_{ss} \quad (3)$$

Em que:

k = constante de decomposição;

L = produção anual de serapilheira (kg ha⁻¹); e

X_{ss} = média anual do acúmulo de serapilheira sobre o solo (kg ha⁻¹).

Para cálculo do tempo necessário de decomposição de 50 e 95% da serapilheira total, foram utilizadas as Equações 4 e 5, respectivamente (SHANKS; OLSON, 1961).

$$T_{50\%} = 0,693/k \quad (4)$$

$$T_{95\%} = 3/k \quad (5)$$

4.6. DECOMPOSIÇÃO DA SERAPILHEIRA FOLIAR

Para o estudo da decomposição da serapilheira foliar, utilizou-se o método de litterbags proposto por Bockock e Gilbert (1957). Dessa forma, foram confeccionadas 72 litterbags, com medidas de 25 x 25 cm, em malha de nylon de 2 mm. O material vegetal foliar utilizado para preenchimento litterbags foi obtido da coleta de serapilheira depositada. Este material foi submetido a secagem em estufa de circulação de ar a 65 °C por 72 horas e, após a secagem, foi acondicionado nas litterbags, na proporção de 20 g de material/ litterbag. Após o preparo dos litterbags, estes foram instalados nas 12 parcelas permanentes. As bolsas foram instaladas sistematicamente sobre o piso florestal no centro de cada parcela na proporção de 6 litterbags /parcela.

Para determinação da constante de decomposição, os litterbags, instalados nas parcelas em janeiro de 2016, foram coletadas em 30, 60, 90, 150, 210 e 270 dias após sua instalação, sendo coletado um litterbag/parcela, totalizando 12 litterbags/período de decomposição. Após a coleta, os litterbags foram transportados em sacolas plásticas até o Laboratório de Meteorologia e Ecofisiologia Florestal do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira/CCAUE-UFES, onde passaram por um processo de limpeza, com o auxílio de pinça e pincel para a retirada de material como raízes, insetos, solo, ou outro material não proveniente da fração foliar. Em seguida, o material foi submetido a secagem em estufa de circulação de ar regulada a 65 °C, por 72 horas, e posterior pesagem em balança analítica de precisão (0,001 g).

O cálculo do percentual de peso seco de serapilheira foliar remanescente após cada coleta foi determinado pela Equação 6, proposta por Guo e Sims (1999).

$$W_{\%} = \frac{W_t}{W_0} \times 100 \quad (6)$$

Em que:

$W_{\%}$ = percentual do peso seco da serapilheira foliar remanescente;

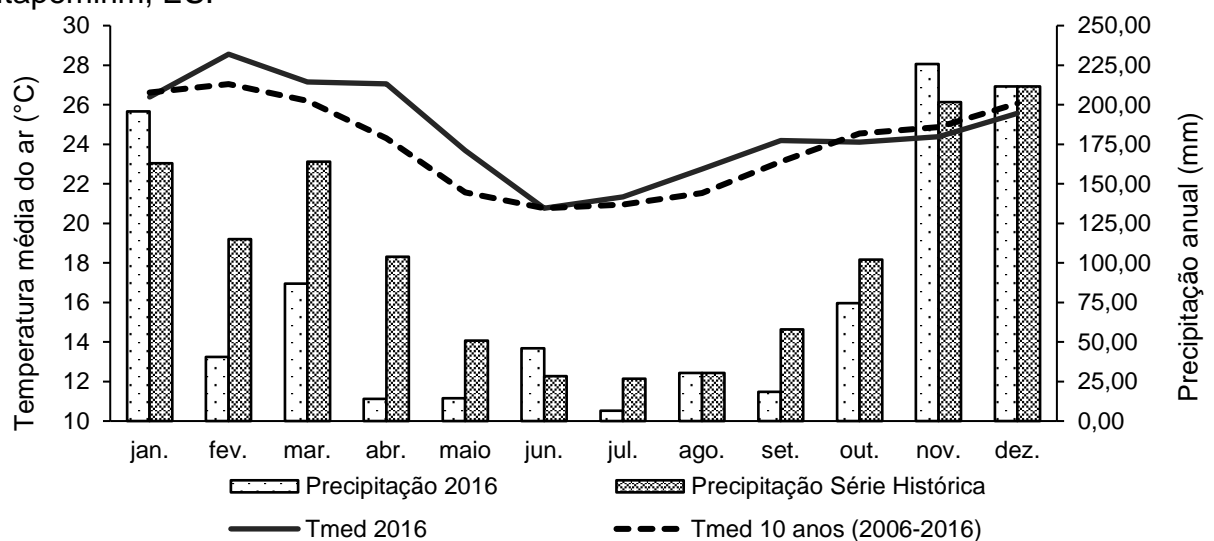
W_t = peso seco da serapilheira foliar remanescente na bolsa de decomposição no tempo t (g); e

W_0 = peso seco inicial da serapilheira foliar na bolsa de decomposição (g).

Após a pesagem, o material vegetal foliar referente a cada período de decomposição foi unido, moído em moinho tipo Willey com malha de 1 mm (20 mesh), sendo retiradas três amostras/repetições para determinação do teor de cinzas, análise nutricional e determinação dos teores de lignina, celulose e hemicelulose.

Os dados dos elementos climáticos (precipitação e temperatura) (Figura 05), referentes ao período do estudo da decomposição foliar, foram obtidos nas mesmas estações dos dados referentes ao estudo do aporte e acúmulo de serapilheira.

Figura 05 - Climograma referente ao período de estudo da decomposição foliar e série histórica da região da RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.



Fonte: o autor.

4.7. QUANTIFICAÇÃO DE NUTRIENTES E DE C_{ORG} DA SERAPILHEIRA

4.7.1. Serapilheira aportada e acumulada

As análises químicas para obtenção dos teores de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) da serapilheira aportada e acumulada, foram realizadas na FULLIN – Laboratório de Análise Agronômica, Ambiental e Preparo de Soluções Químicas. O N foi extraído por meio digestão sulfúrica e determinado em destilador Kjeldahl, enquanto os demais nutrientes foram extraídos por meio de digestão nitroperclórica, sendo o P e o S determinados por espectrofotometria ótica, e o K, Ca e Mg determinados por espectrofotometria de absorção atômica (TEDESCO et al., 1995).

A determinação do teor de C_{org} das frações de serapilheira aportada e da serapilheira acumulada, foi realizada no Centro de Excelência em Pesquisas sobre Fixação de Carbono na Biomassa (Biofix) da UFPR, por meio do analisador elementar LECO, modelo C-144. Nesse método, a amostra foi inserida em ambiente de oxigênio puro com temperatura regulada em 1.350 °C, sendo submetida a combustão completa, onde o carbono liberado em forma de dióxido de carbono é medido por sensores de infravermelho. O resultado é convertido em porcentagem pelo próprio aparelho, considerando o peso da amostra, a calibração e o valor de umidade conhecida (LECO, 2008).

O conteúdo de macronutrientes e de C_{org} (kg ha⁻¹ mês⁻¹) da serapilheira aportada e acumulada foi obtido a partir da massa seca do material vegetal (kg ha⁻¹ mês⁻¹) e dos teores de nutrientes (g kg⁻¹), conforme Equação 7 (CUEVAS; MEDINA, 1986).

$$\text{QNT} = [\text{Nutriente}] \times \text{BSD} \quad (7)$$

Em que:

QNT = Conteúdo de nutrientes (kg ha⁻¹ mês⁻¹);

[Nutriente] = Teor do nutriente na serapilheira (g kg⁻¹);

BSD = Massa seca de serapilheira (kg ha⁻¹ mês⁻¹).

Por ser considerado um fragmento florestal em estágio avançado de regeneração e em equilíbrio (ARCHANJO et al., 2012), utilizou-se os dados do

conteúdo de nutrientes e da massa seca de serapilheira aportada, para cálculo da eficiência no uso de nutrientes (EUN), conforme proposto por Vitousek (1982). A EUN foi obtida pela razão entre a massa seca e o conteúdo de nutrientes da serapilheira aportada.

4.7.1. Decomposição da serapilheira foliar

A determinação dos teores de cinzas (CARVALHO et al., 2008), que é a quantidade de material inorgânico presente no material vegetal, foi realizada no Laboratório de Recursos Hídricos e Solos do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira – CCAE/UFES. Essa determinação foi realizada após incineração total do material vegetal em mufla, e calculada por meio da Equação 8 (KLOCK et al., 2012).

$$Tc = \left(\frac{Pac - Pc}{Pas} \right) \times 100 \quad (8)$$

Em que:

Tc = teor de cinzas (%);

Pac = peso de cinzas + cadinho (g);

Pc = peso cadinho (g); e

Pas = peso da amostra seca (g).

De posse dos teores de cinzas do material vegetal inicial (tempo 0) e dos tempos de decomposição, o percentual do peso seco da serapilheira foliar remanescente foi recalculado, descontando a percentagem de acréscimo do teor de cinzas em cada tempo de decomposição. Após essa determinação, a taxa anual de decomposição (k) da serapilheira foliar, descontado o teor de cinzas, foi obtida pela equação exponencial proposta por Olson (1963) (Equação 9).

$$W_t = W_0 \cdot e^{-Kt} \quad (9)$$

Em que:

W_t = peso seco da serapilheira foliar remanescente na bolsa de decomposição no tempo t (g);

W_0 = peso seco inicial da serapilheira foliar na bolsa de decomposição (g); e

K_t = constante anual de decomposição.

A análise nutricional realizada para obtenção dos teores de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (B, Fe, Zn, Mn, Cu e Na), foi realizada na FULLIN – Laboratório de Análise Agronômica, Ambiental e Preparo de Soluções Químicas, em Linhares – ES, conforme metodologia proposta por Tedesco et al. (1995). Já a determinação do teor de C_{org} foi realizada no Centro de Excelência em Pesquisas sobre Fixação de Carbono na Biomassa (Biofix) da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

A determinação dos teores de lignina, celulose e hemicelulose foi realizada no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual Paulista (Unesp), utilizando analisador de fibras ANKOM 200, conforme Berchielli (2001). A análise de lignina foi realizada por meio da digestão do resíduo de Fibra em Detergente Ácido com ácido sulfúrico a 72%, extraíndo a celulose e a hemicelulose, e isolando a lignina e a matéria inorgânica. A determinação dos teores de hemicelulose foi realizada por meio das diferenças entre os resíduos de Fibra em Detergente Neutro e Fibra em Detergente Ácido, enquanto os teores de celulose foram determinados por meio das diferenças entre resíduos de Fibra de Detergente Ácido e lignina. Os teores de lignina foram obtidos pela diferença entre o resíduo da digestão com ácido e as cinzas.

A taxa de disponibilização/mineralização de nutrientes nos tempos de decomposição foi obtida pela Equação 10, conforme Guo e Sims (1999).

$$R_{\%} = \frac{W_0 C_0 - W_t C_t}{W_0 C_0} \times 100 \quad (10)$$

Em que:

$R_{\%}$ = taxa de disponibilização/mineralização de nutrientes (%);

W_0 = peso seco inicial do material vegetal foliar (g);

C_0 = teor inicial do nutriente no material vegetal foliar (macronutrientes: g kg^{-1} ; micronutrientes: mg kg^{-1});

W_t = peso seco do material vegetal foliar no tempo de decomposição (g); e

C_t = teor do nutriente no material vegetal foliar remanescente no tempo de decomposição (macronutrientes: g kg^{-1} ; micronutrientes: mg kg^{-1}).

4.8. ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos dados de aporte e acúmulo de serapilheira foi realizada para cada ano de coleta. Assim, os dados de serapilheira e nutrientes foram separados em Ano 1 (período entre abril de 2014 e março de 2015) e Ano 2 (período entre abril de 2015 e março de 2016).

Por não atender as premissas básicas da estatística para análise paramétrica e por não possuir um modelo de delineamento experimental, a análise dos dados de serapilheira (depositada e acumulada) se deu por meio de estatística descritiva. Dessa forma, foram calculados os valores médios mensais e anuais, desvios padrão e coeficientes de variação das quantidades de serapilheira depositada (frações e total), acumulada e de nutrientes dos dois compartimentos de serapilheira. Calculou-se também a contribuição (%) de cada fração de serapilheira depositada em relação ao total desta (LOPES et al., 2002).

Por se tratar de dados quantitativos, os dados da decomposição de serapilheira foliar foram submetidos a análise de regressão utilizando-se os valores da porcentagem de massa remanescente nos litterbags a cada tempo de decomposição.

Com o intuito de observar a influência dos elementos climáticos no processo de deposição e acúmulo de serapilheira ao longo dos meses, aplicou-se a correlação de Spearman entre os dados de serapilheira e os elementos climáticos (temperatura do ar, precipitação e evapotranspiração) referentes ao período deste estudo (2014 – 2016). Tal correlação também foi aplicada entre os dados de decomposição de serapilheira foliar e os dados de precipitação e de temperatura do

ar referente ao período deste estudo (2016). Para realização da análise de correlação foi utilizado o software R (R CORE TEAM, 2016).

5. RESULTADOS

5.1. CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS

5.1.1 Atributos morfológicos

Os perfis P2 e P3 tiveram o mesmo matiz (5YR) em todos os horizontes observados (Tabela 04). O valor e o croma nestes perfis, aumentaram com a profundidade do solo, exceto para o horizonte B2 do perfil P3, que teve decréscimo no valor e no croma em relação ao horizonte que o antecedeu. O perfil P1 teve matiz distinto entre os horizontes do solo e em relação dos demais perfis. O matiz neste perfil foi menor no horizonte mais profundo do que nos superficiais, ocorrendo variações nos valores e cromas entre os horizontes, além da presença de mosqueados comuns e distintos nos horizontes mais profundos (Btg e Cg).

Tabela 04 – Atributos morfológicos dos solos localizados na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.

Horizonte	Profundidade (cm)	Cor Munsell (Úmida)		Estrutura ¹	Textura
		Matiz	Mosqueado		
----- Perfil P1 (Planossolo – Baixada) -----					
A1	0 - 12	10YR 3/2	-	SE, GS	Areia franca
A2	12 - 41	10YR 4/3	-	SE, GS	Areia
E	41 - 58	10YR 5/3	-	SE, GS	Areia
Btg	58 - 85	10YR 6/1	5YR 4/8	BS, M, F	Franco argilo arenosa
Cg	85+	2,5YR 6/1	5YR 4/8	BS, M, F	Argila arenosa
----- Perfil P2 (Cambissolo – Encosta) -----					
A1	0 - 7	5YR 3/2	-	BS, P, F	Franco argilo arenosa
A2	7 - 17	5YR 3/4	-	BS, P, F	Franco argilo arenosa
Bi	17 - 32	5YR 4/4	-	BS, P, F	Franco argilo arenosa
C	32 - 47	5YR 4/6	-	BS, M, F	Franco argilosa
Cr	47+	-	-	-	-
----- Perfil P3 (Latossolo – Topo de Morro) -----					
A1	0 - 6	5YR 4/4	-	G, P/M, M	Argila
AB	6 - 21	5YR 5/4	-	BS, P/M, M	Muito argilosa
Bw1	21 - 47	5YR 5/6	-	BS, M/G, M	Muito argilosa
Bw2	47 - 98	5YR 4/4	-	BS, M/G, M	Muito argilosa
BC	98+	5YR 5/8	-	BS, M/G, M	Argila arenosa

¹Estrutura: tipo (G: granular, BS: blocos subangulares, SE: sem estrutura); tamanho (P: pequeno, M: médio, G: grande); grau de desenvolvimento (GS: grão simples, F: fraco, M: moderado).

Fonte: o autor.

Quanto à estrutura do solo, ocorreu maior expressão dos blocos subangulares em todos os horizontes do perfil P2, nos horizontes subsuperficiais do perfil P3 e nos horizontes mais profundos do perfil P1, variando em tamanho e grau de desenvolvimento entre os perfis. Constatou-se a expressão de estrutura granular no horizonte superficial do perfil P3 e grãos simples nos horizontes superficiais do perfil P1. A diferenciação dos perfis também foi constatada para a textura do solo. Houve grande variação desta propriedade entre os perfis, principalmente quando comparados os horizontes superficiais.

5.1.2 Atributos físicos

Os teores de argila variaram amplamente entre os horizontes e os perfis de solo, variando entre 60 e 767 g kg⁻¹ (Tabela 05). Os maiores teores de argila foram encontrados no perfil P3, comparados com os demais perfis, independente do horizonte analisado. Embora o teor de argila tenha aumentado com a profundidade em todos os perfis, apenas no perfil P1 foi constatado gradiente textural, com horizonte B subjacente ao E, tendo mais que o dobro do teor de argila deste. A fração areia grossa predominou em relação à areia fina em todos os horizontes e perfis estudados, sendo essa diferença ampliada no perfil P1. A relação silte/argila variou amplamente entre os perfis e os menores valores foram observados no perfil P3.

A densidade tendeu a ser maior com o aumento da profundidade do solo (Tabela 05), ficando no perfil P1 o maior valor médio (1,60 g cm⁻³) em relação aos perfis P1(1,52 g cm⁻³) e P3 (1,18 g cm⁻³). A porosidade total foi menor nos horizontes onde a densidade do solo foi maior. A variação da porosidade do solo foi determinada pelos teores de areia, silte e argila, constatando-se maior quantidade de macroporos e menor de microporos nos horizontes superficiais do perfil P1.

Tabela 05 – Atributos físicos dos solos localizados na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.

Horiz. ^A	Prof. ^B (cm)	Granulometria ^C (g kg ⁻¹)				Sil/Arg ^D	Densidade (g cm ⁻³)	Porosidade (m ³ m ⁻³)		
		AG	AF	Silte	Arg			Total	Macro	Micro
----- Perfil P1 (Planossolo – Baixada) -----										
A1	0 - 12	598	235	63	104	0,61	1,43	0,45	0,32	0,19
A2	12 - 41	638	242	51	69	0,74	1,53	0,44	0,36	0,15
E	41 - 58	571	308	61	60	1,02	1,69	0,31	0,29	0,10
Btg	58 - 85	483	224	65	228	0,29	1,71	0,37	0,14	0,21
Cg	85+	313	143	48	496	0,10	1,62	-	-	-
----- Perfil P2 (Cambissolo – Encosta) -----										
A1	0 - 7	320	218	171	291	0,59	1,13	0,55	0,31	0,23
A2	7 - 17	339	195	192	274	0,70	1,53	0,43	0,16	0,27
Bi	17 - 32	308	195	181	316	0,57	1,56	0,42	0,11	0,28
C	32 - 47	295	131	191	383	0,50	1,84	0,34	0,02	0,33
Cr	47+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
----- Perfil P3 (Latossolo – Topo de Morro) -----										
A1	0 - 6	208	119	74	599	0,12	1,08	0,58	0,32	0,28
AB	6 - 21	193	116	53	638	0,08	1,15	0,57	0,20	0,32
Bw1	21 - 47	145	99	51	705	0,07	1,18	0,54	0,21	0,33
Bw2	47 - 98	136	67	30	767	0,04	1,21	0,55	0,11	0,39
BC	98+	363	114	44	479	0,09	1,30	0,52	0,27	0,34

^AHorizonte; ^BProfundidade; ^CAG: areia grossa, AF: areia fina, Arg: argila; ^Drelação silte/argila.
Fonte: o autor.

5.1.3 Atributos químicos

O pH do solo nos perfis avaliados variou entre 3,33 e 6,07 (Tabela 06). No perfil P2 ocorreu pouca variação do pH em profundidade (entre 5,55 e 5,95) e não foi observada a presença de Al³⁺. Nos perfis P1 e P3, o pH variou amplamente sem um padrão aparente entre os horizontes, sendo observado Al³⁺ em seus horizontes, com teores variando entre 0,80 e 4,40 cmol_c dm⁻³.

Maiores teores de K e Ca²⁺ ocorreram no primeiro horizonte em relação aos demais, para todos os perfis avaliados (Tabela 06). Os teores desses nutrientes decresceram em profundidade nos perfis P2 e P3, sendo que no perfil P1 esse padrão foi observado somente nos horizontes superficiais. O P

teve variação dos teores de forma similar ao K e Ca^{2+} nos perfis P2 e P3, entretanto, no perfil P1 o maior teor de P ocorreu em profundidade no horizonte E. Os maiores teores de Mg^{2+} foram encontrados no horizonte superficial do perfil P2 e nos horizontes mais profundos dos perfis P1 e P3. No perfil P1, os teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} aumentaram nos dois últimos horizontes amostrados em relação ao horizonte sobrejacente.

Acompanhando os teores de K, Ca^{2+} e Mg^{2+} , a SB e a t foram maiores nos horizontes superficiais dos perfis P2 e P3 (Tabela 06). Um aumento de SB e t foi observado nos dois últimos horizontes de perfil P1 em relação ao horizonte sobrejacente, como o observado para os teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} , bem como a presença de Na nos dois últimos horizontes deste perfil. De maneira geral, os solos na região dos perfis P1 e P2 tenderam a ser mais férteis do que o solo na região do perfil P3, como caracterizado pelos valores mais elevados do P, SB e V.

Os maiores teores de N e de C_{org} ocorreram nos horizontes superficiais de todos os perfis avaliados (Tabela 07). Estes teores decresceram em profundidade nos perfis P2 e P3, sendo que no perfil P1 este decréscimo ocorreu somente nos horizontes superficiais. A relação C/N teve padrão inverso aos teores de N e de C_{org} , aumentando em profundidade nos horizontes dos perfis, exceto nos horizontes superficiais do perfil P1.

Por ter sido avaliado em maior profundidade, o solo do perfil P3 teve maior estoque de N e de C_{org} (22,05 e 173,05 Mg ha^{-1} , respectivamente), quando comparado ao solo do perfil P1 (16,87 e 85,61 Mg ha^{-1} , respectivamente) e do perfil P2 (18,24 e 112,27 Mg ha^{-1} , respectivamente). Entretanto, comparando até a profundidade de 47 cm (parte do horizonte E do P1, horizonte C do P2 e horizonte Bw1 do P3), os estoques de N e C_{org} são maiores no P2 (18,24 e 112,27 Mg ha^{-1} , respectivamente), seguido pelo P3 (13,41 e 93,56 Mg ha^{-1} , respectivamente) e P1 (aproximadamente 10,34 e 45,78 Mg ha^{-1} , respectivamente).

Tabela 06 - Atributos químicos dos solos localizados na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.

Horiz.	Prof. (cm)	pH	P	K	Na	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H + Al	SB	t	T	V	m	ISNa
		H ₂ O	mg dm ⁻³			cmol _c dm ⁻³						%			
----- Perfil P1 (Planossolo – Baixada) -----															
A1	0 - 12	5,97	13,80	70,00	0,00	5,46	1,56	0,00	2,30	7,20	7,20	9,50	75,80	0,00	0,00
A2	12 - 41	5,80	8,50	27,00	0,00	1,19	0,72	0,00	1,30	1,98	1,98	3,28	60,40	0,00	0,00
E	41 - 58	6,07	14,50	14,00	0,00	0,79	0,40	0,00	0,80	1,23	1,23	2,03	60,60	0,00	0,00
Btg	58 - 85	5,08	0,50	3,00	9,80	3,44	3,55	1,10	3,30	7,04	8,14	10,34	68,10	13,50	0,41
Cg	85+	5,15	1,90	5,00	35,90	3,80	5,62	4,40	15,20	9,59	13,99	24,79	38,70	31,50	0,63
----- Perfil P2 (Cambissolo – Encosta) -----															
A1	0 - 7	5,91	7,30	162,00	0,80	6,64	2,78	0,00	2,00	9,84	9,84	11,84	83,10	0,00	0,03
A2	7 - 17	5,95	1,90	50,00	1,80	4,44	1,81	0,00	2,50	6,39	6,39	8,89	71,90	0,00	0,09
Bi	17 - 32	5,68	0,70	37,00	1,80	3,83	1,77	0,00	2,30	5,70	5,70	8,00	71,20	0,00	0,10
C	32 - 47	5,55	0,40	37,00	2,80	3,06	1,97	0,00	1,50	5,14	5,14	6,64	77,40	0,00	0,18
Cr	47+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
----- Perfil P3 (Latossolo – Topo de Morro) -----															
A1	0 - 6	4,35	3,10	53,00	0,00	1,96	0,60	0,80	6,60	2,70	3,50	9,30	29,00	22,90	0,00
AB	6 - 21	4,00	1,50	27,00	0,00	0,41	0,26	1,80	5,90	0,74	2,54	6,64	11,10	70,90	0,00
Bw1	21 - 47	3,33	0,50	11,00	0,00	0,15	0,14	1,70	4,50	0,32	2,02	4,82	6,60	84,20	0,00
Bw2	47 - 98	4,29	0,10	2,00	0,00	0,11	0,36	1,40	5,10	0,51	1,91	5,61	9,10	73,30	0,00
BC	98+	5,32	0,10	0,00	0,00	0,04	0,63	0,80	2,60	0,67	1,47	3,27	20,50	54,40	0,00

Horiz: Horizonte; Prof: Profundidade; P: Fósforo; K: Potássio; Na: Sódio; Ca²⁺: Cálcio; Mg²⁺: Magnésio; Al³⁺: Alumínio; H+Al: Acidez potencial; SB: Soma de bases trocáveis; t: Capacidade de troca de catiônica efetiva; T: Capacidade de troca catiônica a pH 7,0; V: índice de saturação por bases; m: Índice de saturação por Alumínio; ISNa: Índice de saturação por Sódio.

Fonte: o autor.

Tabela 07 – Nitrogênio e Carbono Orgânico dos solos localizados na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.

Horizonte	Profundidade (cm)	N - total	C _{org}	Relação C/N	EstNT	EstC _{org}
		g kg ⁻¹			Mg ha ⁻¹	
----- Perfil P1 (Planossolo – Baixada) -----						
A1	0 - 12	3,29	17,57	5,34	5,65	30,16
A2	12 - 41	1,02	2,81	2,76	4,53	12,49
E	41 - 58	0,45	2,55	5,67	1,29	7,33
Btg	58 - 85	1,17	7,72	6,60	5,40	35,63
Cg	85+	0,64	5,60	8,76	-	-
----- Perfil P2 (Cambissolo – Encosta) -----						
A1	0 - 7	6,35	37,76	5,95	5,02	29,87
A2	7 - 17	3,06	17,34	5,67	4,68	26,53
Bi	17 - 32	2,00	13,12	6,56	4,68	30,69
C	32 - 47	1,40	9,13	6,52	3,86	25,19
Cr	47+	-	-	-	-	-
----- Perfil P3 (Latosolo – Topo de Morro) -----						
A1	0 - 6	4,27	26,96	6,31	2,77	17,47
AB	6 - 21	2,95	18,28	6,20	5,09	31,53
Bw1	21 - 47	1,81	14,52	8,02	5,55	44,56
Bw2	47 - 98	1,40	12,88	9,20	8,64	79,49
BC	98+	1,13	11,24	9,94	-	-

N – Total: Nitrogênio total; C_{org}: Carbono Orgânico; EstNT: Estoque de Nitrogênio Total; EstC_{org}: Estoque de Carbono Orgânico.

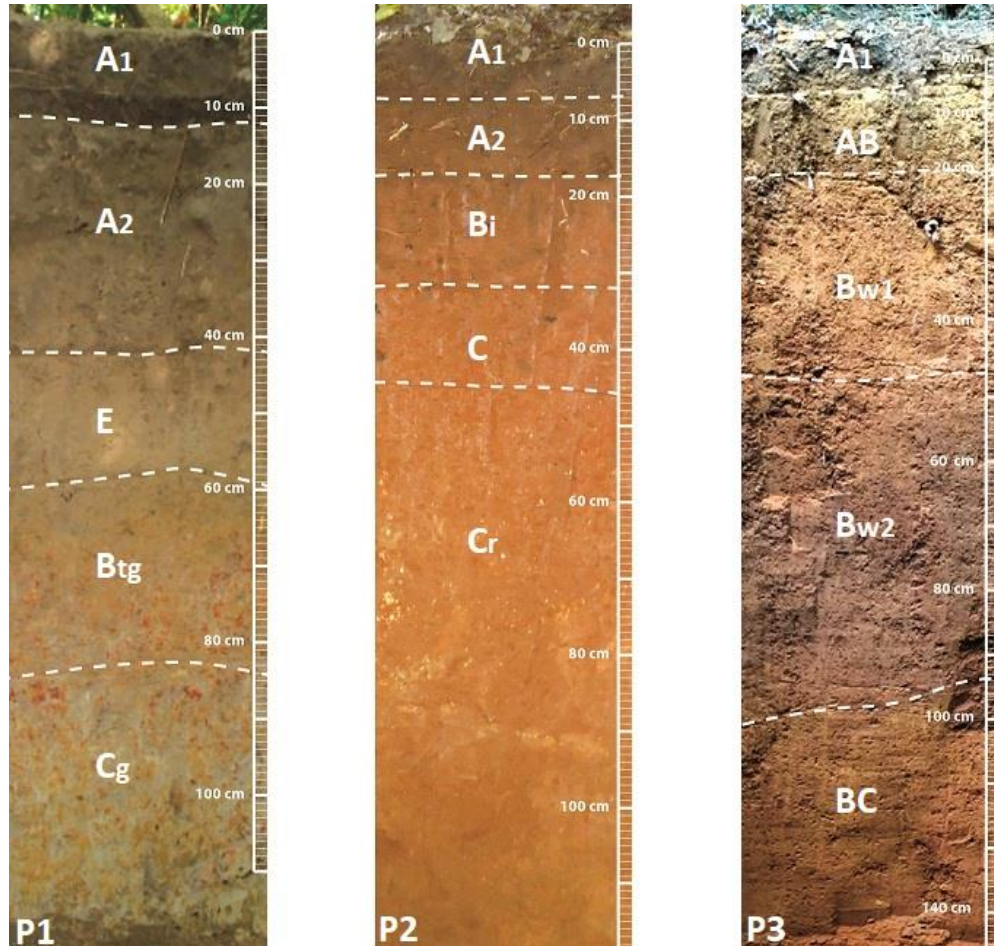
Fonte: o autor.

5.1.4 Classificação dos solos

Em todos os perfis avaliados (Figura 06), o teor de C_{org} associado a saturação por bases e a espessura dos horizontes superficiais, indicaram a presença de horizonte A moderado. A associação de mudança textural abrupta com a estrutura em blocos subangulares médios e Matiz 10YR com croma 1, aliado à formação de lençol de água suspenso observada, permitiu classificar o horizonte B plânico no perfil P1. Como o horizonte B plânico não tem caráter sódico, o perfil citado se enquadra em Planossolo Háplico, em nível de subordem. Por ter alta saturação por bases (V = 68,10%), o solo do perfil P1 se enquadra como Planossolo Háplico Eutrófico no nível categórico dos grandes grupos. Os diagnósticos observados, associados à textura arenosa que ocorre desde a superfície do solo até o início do

horizonte B plânico (58 cm de profundidade), permitiu classificar o solo do perfil P1, em nível de subgrupo, como Planossolo Háplico Eutrófico arênico – Sxe.

Figura 06 - Perfis dos solos classificados na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES. P1: Planossolo; P2: Cambissolo; e P3: Latossolo.



Fonte: o autor.

No perfil P2, a associação do horizonte A moderado com a presença de horizonte B incipiente identificado (caracterizado pela espessura do horizonte B (27 cm), pela textura franco argilo arenosa, pelo conteúdo de argila pouco maior que o horizonte A e pela presença de estrutura da rocha original em forma de estratificações finas e saprólito), faz com que este perfil se enquadre na ordem dos Cambissolos. Por não ter horizonte O hístico, A húmico ou caráter flúvico, este perfil é classificado, em nível de subordem, como Cambissolo Háplico. A alta saturação por bases ($V = 71,20\%$) e a presença de argila de atividade baixa ($25,316 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$) enquadra este perfil como Cambissolo Háplico Tb Eutrófico no nível categórico de

Grande Grupo. Por não conter mais nenhum atributo diferencial, em nível de subgrupo, o solo do perfil P2 foi classificado como Cambissolo Háplico Tb Eutrófico típico – Cxbe.

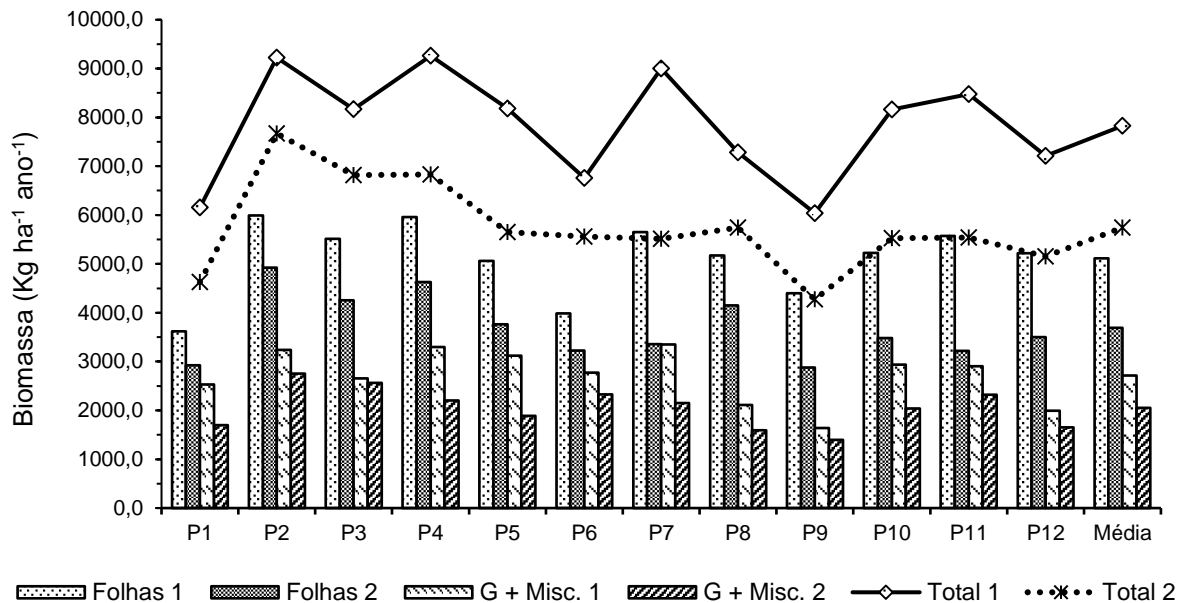
No perfil P3, a presença de horizonte B latossólico – caracterizado pelo avançado estágio de desenvolvimento (sem estruturas da rocha original), por conter espessura acima de 50 cm, baixo teor de silte, relação silte/argila inferior a 0,6, capacidade de troca de cátions inferior a 17 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ de argila e pela textura muito argilosa com baixo incremento de argila – associado ao horizonte A moderado e à coloração do horizonte B (Matiz 5 YR), permite classificar o solo deste perfil como Latossolo Vermelho-Amarelo, em nível de subordem. A baixa saturação por bases verificada no horizonte B faz com que o solo deste perfil se enquadre, no nível categórico dos grandes grupos, como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico. A não presença de outros atributos diferenciais, em nível de subgrupo, faz com que o solo deste perfil seja classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico – LVAd.

5.2. APORTE DE SERAPILHEIRA

5.2.1. Aporte e composição da serapilheira

Houve variação no aporte anual de serapilheira entre as parcelas para as frações folhas e galhos + miscelânea, e conseqüentemente, para o total depositado. Tal variação foi observada para os dois anos de estudo, ocorrendo também, em todas as parcelas, a redução na deposição do material vegetal do primeiro para o segundo ano (Figura 07).

Figura 07 – Aporte anual de serapilheira por parcela, em dois anos de estudo, na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.

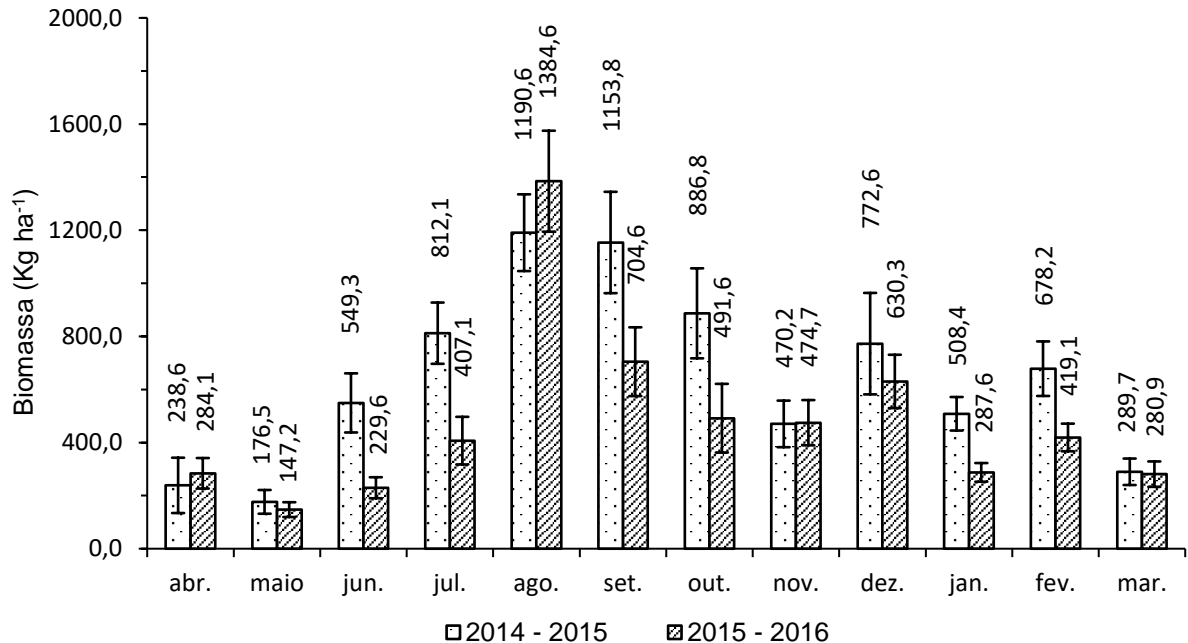


Folhas 1: fração folhas no ano 1 (2014 – 2015); Folhas 2: fração folhas no ano 2 (2015 – 2016); G + Misc.1: fração galhos + miscelânea no ano 1; G + Misc.2: fração galhos + miscelânea no ano 2; Total 1: total de serapilheira depositada no ano 1; Total 2: total de serapilheira depositada no ano 2.

Fonte: o autor.

O aporte de serapilheira no período estudado teve variação entre os meses (Figura 08). Para o ano 1, o período de maior aporte ocorreu de julho a outubro, onde cerca de 51% do material aportado no ano foi depositado. Porém no ano 2, teve um pico de aporte no mês de agosto, contribuindo com 24% do aporte total no ano, sendo que no período de julho a outubro foi aportado cerca de 52% do total. Excetuando agosto e novembro, o ano 1 teve maior aporte em todos os meses, totalizando 2085,23 kg ha⁻¹ de serapilheira depositada a mais que o ano 2.

Figura 08 – Aporte médio mensal de serapilheira, em dois anos de estudo, na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.



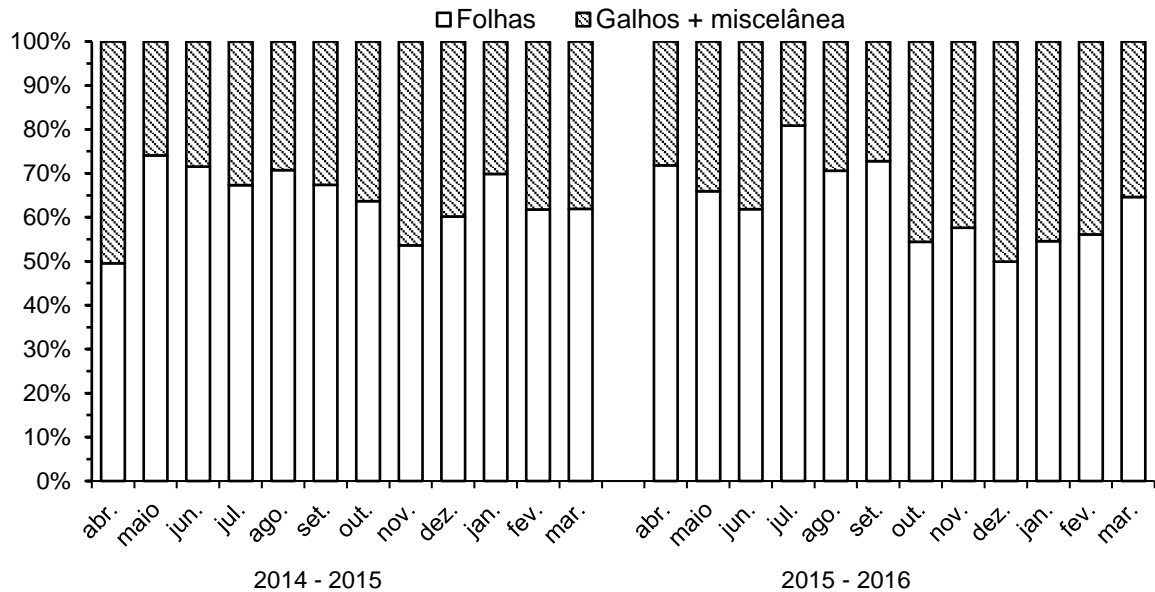
Barras: Intervalo de Confiança (95%)

Fonte: o autor.

Quanto a composição das frações da serapilheira aportada, houve variação da contribuição de cada fração entre os meses (Figura 09). De maneira geral, a fração folhas foi a que mais contribuiu para o total aportado, correspondendo a 64 e 63% deste para o ano 1 e ano 2, respectivamente. Essa maior representatividade sobre o total aportado mostra que a flutuação do aporte total de serapilheira entre os meses é determinada pelas folhas, uma vez que essa fração teve, em todos os meses de coleta, maior contribuição de massa que a fração galhos + miscelânea.

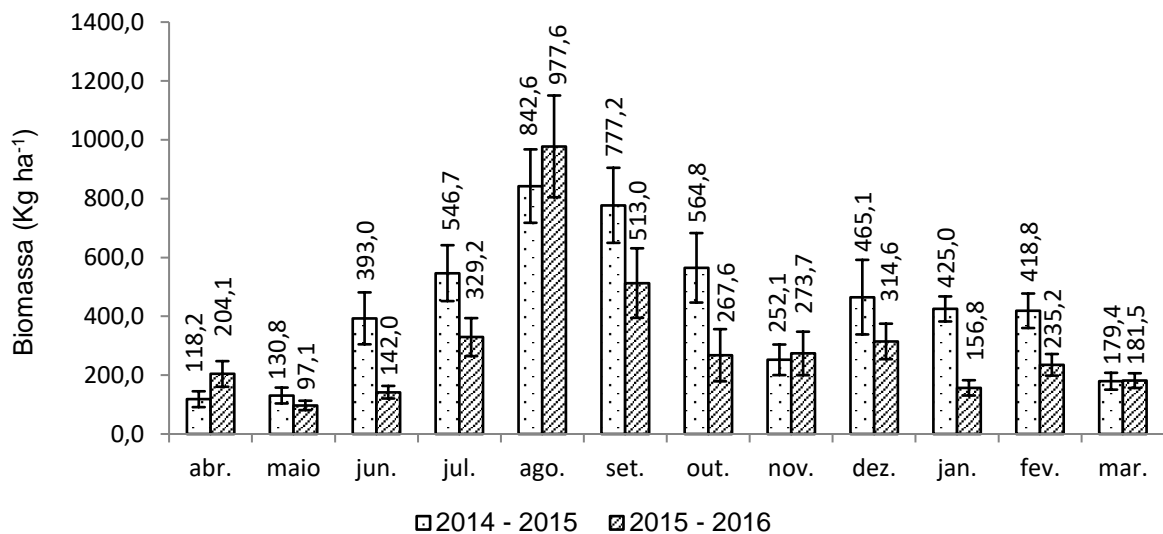
A variação do aporte da fração folhas nos dois anos teve padrão sazonal, onde os meses de agosto e setembro tiveram maiores aportes (Figura 10). Como no total aportado, a fração folhas exibiu maior aporte na maioria dos meses do ano 1 em relação ao ano 2, sendo que o primeiro ano aportou 1421,4 kg ha⁻¹ de folhas a mais que o segundo.

Figura 09 – Relação mensal do aporte entre as frações de serapilheira, em dois anos de estudo, na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.



Fonte: o autor.

Figura 10 – Aporte médio mensal da fração folhas, em dois anos de estudo, na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.

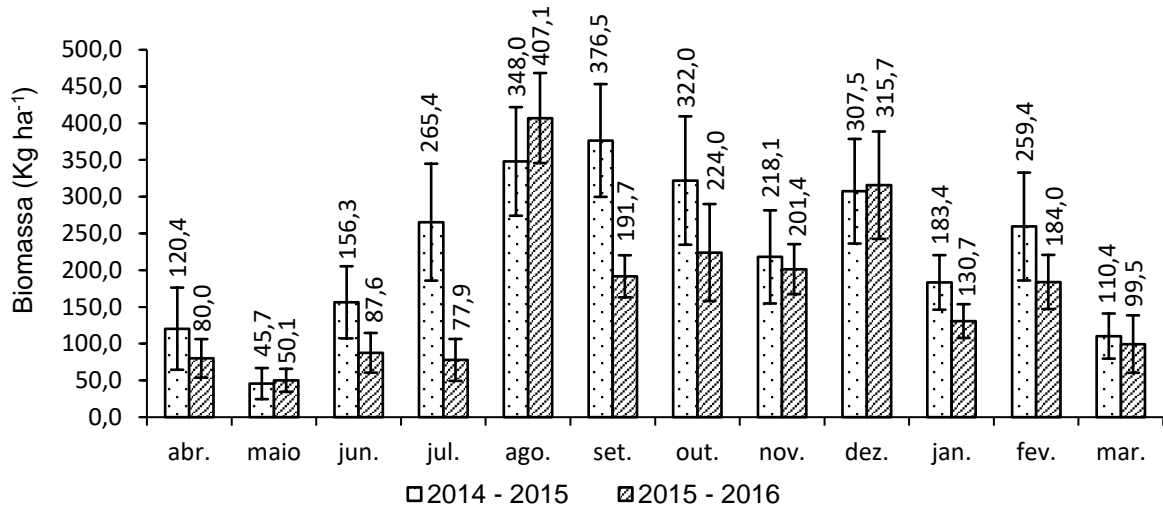


Barras: Intervalo de Confiança (95%)

Fonte: o autor.

A fração galhos + miscelânea não teve o mesmo padrão sazonal de aporte ao longo dos dois anos de estudo (Figura 11). No aporte anual, a fração galhos + miscelânea exibiu o mesmo comportamento da fração folhas e do total aportado, com o ano 1 aportando 663,8 kg ha⁻¹ a mais que o ano 2.

Figura 11 – Aporte médio mensal da fração galhos + miscelânea, em dois anos de estudo, na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.



Barras: Intervalo de Confiança (95%)

Fonte: o autor.

Na correlação do aporte total de serapilheira e de suas frações com os elementos climáticos (Tabela 08), observou-se correlação significativa no ano 1 somente no acumulado de precipitação nos meses que antecedem a coleta. Tal correlação é negativa, e ocorre para as duas frações e para o aporte total.

Tabela 08 - Correlação de Spearman entre o aporte de serapilheira e os elementos climáticos, em dois anos de estudo, na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.

Ano 1 (2014 – 2015)										
Fração	Temp. ²	Precipitação ³							Et0 ⁴	
		0	1	2	3	4	5	6		7
Folhas	-0,22	-0,22	-0,30	-0,45	-0,43	-0,48	-0,68*	-0,76*	-0,91*	0,41
G+Misc ¹	-0,14	-0,01	-0,22	-0,47	-0,53	-0,49	-0,55	-0,67*	-0,86*	0,48
Total	-0,21	-0,15	-0,33	-0,49	-0,40	-0,43	-0,69*	-0,76*	-0,87*	0,38
Ano 2 (2015 – 2016)										
Fração	Temp.	Precipitação							Et0	
		0	1	2	3	4	5	6		7
Folhas	0,11	-0,73*	-0,46	-0,36	0,09	0,31	-0,76*	-0,59*	-0,53	0,33
G+Misc.	0,50	-0,26	-0,33	-0,56	0,01	-0,10	-0,52	-0,42	-0,53	0,72*
Total	0,32	-0,57	-0,44	-0,55	0,03	0,12	-0,73*	-0,57	-0,62*	0,55

¹ Galhos + Miscelânea; ² Temperatura média do ar; ³ Precipitação (0: referente ao mês de coleta; 1: referente ao primeiro mês anterior ao de coleta; 2: referente ao segundo mês anterior ao de coleta; 3: referente ao terceiro mês anterior ao de coleta; 4: referente ao quarto mês anterior ao de coleta; 5: referente ao acumulado de precipitação de três meses antes da coleta; 6: referente ao acumulado de precipitação de quatro meses antes da coleta; 7: referente ao acumulado de precipitação de cinco meses antes da coleta); ⁴ Evapotranspiração.

* Significativo pelo teste t ($p \leq 0,05$).

Fonte: o autor.

5.2.2. Conteúdo de macronutrientes e de C_{org}

O conteúdo de macronutrientes e C_{org} contidos no aporte serapilheira ao longo dos dois anos de estudo, mostra que os meses onde ocorreu maior aporte de nutrientes são correspondentes aos meses com maior aporte de serapilheira (Tabela 09). Seguindo este padrão, o aporte de serapilheira do ano 1 proporcionou maiores conteúdos de todos os macronutrientes e de C_{org} , comparada ao aporte do ano 2. Foram aportados $133,82 \text{ kg ha}^{-1}$ de macronutrientes e $895,42 \text{ kg ha}^{-1}$ de C_{org} a mais no ano 1, quando comparado ao ano 2. A ordem do conteúdo de macronutrientes da serapilheira aportada foi $\text{Ca} > \text{N} > \text{K} > \text{Mg} > \text{S} > \text{P}$, para os dois anos.

O aporte mensal de macronutrientes e C_{org} via fração folhas (Tabela 10) teve padrão de variação semelhante ao aportado pelo total das duas frações. O conteúdo total de macronutrientes na fração folhas foi de $288,08$ e $185,54 \text{ kg ha}^{-1}$, para o ano 1 e ano 2, respectivamente. Esse decréscimo do ano 1 para o ano 2 também foi observado para o C_{org} , resultando em uma diferença de $607,31 \text{ kg ha}^{-1}$ do primeiro para o segundo ano. Nessa fração, a ordem do conteúdo de macronutrientes aportado via serapilheira foi a mesma do total para o ano 1 ($\text{Ca} > \text{N} > \text{K} > \text{Mg} > \text{S} > \text{P}$), invertendo o Ca com o N para o ano 2 ($\text{N} > \text{Ca} > \text{K} > \text{Mg} > \text{S} > \text{P}$).

De maneira geral, a fração folhas apresentou maior contribuição para a ciclagem de nutrientes, em relação a fração galhos + miscelânea. A fração folhas contribuiu com 71 e 69% (ano 1 e ano 2) do total de macronutrientes aportados, mesmo com a fração galhos + miscelânea representando 36 e 37 % da massa de serapilheira aportada, para o ano 1 e ano 2, respectivamente.

As maiores contribuições mensais de macronutrientes e C_{org} da fração galhos + miscelânea (Tabela 11) foram observadas nos meses de maior aporte de massa dessa fração. Assim como na fração folhas e no total, a fração galhos + miscelânea teve redução no aporte de macronutrientes e de C_{org} do ano 1 para o ano 2, com diferenças de $31,28$ e $288,11 \text{ kg ha}^{-1}$, respectivamente. A ordem do conteúdo de macronutrientes nesta fração nos dois anos foi a mesma observada no total aportado ($\text{Ca} > \text{N} > \text{K} > \text{Mg} > \text{S} > \text{P}$).

Tabela 09 - Conteúdo (kg ha⁻¹) de macronutrientes e C_{org} na serapilheira aportada, em dois anos de estudo, na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.

Mês	N		P		K		Ca		Mg		S		C _{org}	
	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2
Abr.	4,39	5,71	0,19	0,22	2,31	1,14	4,46	6,90	0,82	1,06	0,72	0,77	105,32	121,02
Mai	3,25	2,72	0,14	0,11	1,81	0,99	4,04	3,06	0,77	0,56	0,57	0,41	78,12	62,87
Jun.	9,39	3,87	0,41	0,18	4,48	1,68	12,12	4,91	2,32	0,89	1,56	0,55	236,06	98,65
Jul.	13,80	6,90	0,64	0,27	4,44	2,83	18,35	7,43	3,00	1,74	2,19	0,96	348,51	174,99
Ago.	17,67	24,35	0,74	0,83	8,93	5,41	25,63	30,90	4,35	5,01	2,98	3,41	507,73	593,81
Set.	16,30	12,15	0,71	0,47	10,06	4,30	23,33	12,76	4,90	2,87	3,06	1,98	491,71	300,99
Out.	14,89	7,04	0,61	0,29	4,55	1,96	20,00	8,17	3,24	1,21	2,33	1,10	375,41	210,42
Nov.	7,93	9,96	0,37	0,39	2,68	1,64	9,99	8,13	1,40	1,25	1,25	1,45	201,15	201,16
Dez.	11,72	12,78	0,54	0,42	6,20	1,47	15,32	9,89	2,73	1,46	2,15	1,70	331,83	269,81
Jan.	11,21	4,57	0,45	0,19	3,43	1,11	13,30	3,79	2,24	0,63	1,54	0,69	262,00	124,08
Fev.	12,29	7,53	0,42	0,24	3,68	0,85	13,01	5,49	2,03	0,83	1,42	0,97	292,26	181,33
Mar.	5,24	5,70	0,22	0,21	1,96	1,56	6,17	3,00	1,06	0,65	0,71	0,71	124,28	119,81
Total	128,09	103,26	5,44	3,83	54,52	24,93	165,71	104,42	28,87	18,15	20,47	14,69	3354,38	2458,96
Média	10,67	8,61	0,45	0,32	4,54	2,08	13,81	8,70	2,41	1,51	1,71	1,22	279,53	204,91
s	4,72	5,85	0,20	0,19	2,65	1,42	7,08	7,56	1,33	1,27	0,85	0,83	140,55	140,93
CV (%)	44,26	67,98	44,30	60,51	58,22	68,31	51,27	86,90	55,11	84,11	49,61	68,07	50,28	68,77

Em que: N = Nitrogênio; P = Fósforo; K = Potássio; Ca = Cálcio; Mg = Magnésio; S = Enxofre; C_{org} = Carbono orgânico; Ano 1 = 2014-2015; Ano 2 = 2015-2016; s = Desvio Padrão; CV = Coeficiente de Variação.

Fonte: o autor.

Tabela 10 - Conteúdo (kg ha⁻¹) de macronutrientes e C_{org} na fração folhas, em dois anos de estudo, na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.

Mês	N		P		K		Ca		Mg		S		C _{org}	
	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2
Abr.	2,68	4,45	0,10	0,16	1,37	0,88	2,58	5,02	0,56	0,82	0,44	0,60	52,28	86,79
Mai	2,48	1,92	0,10	0,08	1,39	0,75	3,14	2,05	0,64	0,43	0,47	0,31	57,89	41,27
Jun.	7,36	2,53	0,29	0,12	3,51	1,36	9,36	2,98	1,99	0,68	1,28	0,37	168,43	60,99
Jul.	10,61	5,80	0,50	0,21	3,44	2,44	13,59	6,21	2,36	1,55	1,71	0,81	233,94	141,23
Ago.	13,02	18,00	0,54	0,63	7,20	4,06	19,16	22,43	3,62	3,95	2,23	2,58	357,96	418,76
Set.	12,06	9,06	0,50	0,28	7,69	3,34	17,08	9,85	4,06	2,44	2,40	1,53	329,65	218,62
Out.	9,79	4,17	0,37	0,16	3,13	1,20	13,91	4,48	2,38	0,85	1,54	0,73	238,57	114,28
Nov.	4,69	6,06	0,21	0,26	1,63	1,01	5,22	4,77	0,93	0,80	0,81	0,95	107,37	115,66
Dez.	7,81	7,65	0,30	0,21	4,33	0,68	8,92	4,95	1,98	0,85	1,55	0,97	199,37	133,61
Jan.	8,49	2,49	0,34	0,11	2,74	0,80	9,39	2,35	1,88	0,46	1,25	0,43	182,85	67,42
Fev.	8,46	4,82	0,28	0,13	2,58	0,52	8,54	2,87	1,57	0,52	1,04	0,64	180,20	101,74
Mar.	3,43	3,67	0,14	0,13	1,39	1,07	4,18	2,02	0,82	0,53	0,53	0,51	76,49	77,31
Total	90,90	70,63	3,67	2,47	40,39	18,11	115,07	70,00	22,80	13,89	15,25	10,44	2185,00	1577,68
Média	7,57	5,89	0,31	0,21	3,37	1,51	9,59	5,83	1,90	1,16	1,27	0,87	182,08	131,47
s	3,58	4,36	0,15	0,15	2,14	1,14	5,42	5,67	1,11	1,05	0,65	0,63	99,12	101,71
CV (%)	47,26	74,13	49,61	70,57	63,47	75,85	56,51	97,23	58,69	90,65	51,29	72,88	54,44	77,36

Em que: N = Nitrogênio; P = Fósforo; K = Potássio; Ca = Cálcio; Mg = Magnésio; S = Enxofre; C_{org} = Carbono orgânico; Ano 1 = 2014-2015; Ano 2 = 2015-2016; s = Desvio Padrão; CV = Coeficiente de Variação.

Fonte: o autor.

Tabela 11 - Conteúdo (kg ha⁻¹) de macronutrientes e C_{org} na fração galhos + miscelânea, em dois anos de estudo, na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.

Mês	N		P		K		Ca		Mg		S		C _{org}	
	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2
Abr.	1,71	1,25	0,08	0,05	0,95	0,26	1,88	1,88	0,26	0,24	0,28	0,16	53,04	34,23
Mai	0,76	0,80	0,04	0,04	0,42	0,24	0,90	1,01	0,13	0,13	0,10	0,11	20,22	21,60
Jun.	2,02	1,33	0,13	0,07	0,98	0,32	2,76	1,92	0,33	0,20	0,27	0,18	67,63	37,66
Jul.	3,19	1,10	0,14	0,06	1,00	0,39	4,75	1,22	0,64	0,19	0,48	0,15	114,56	33,76
Ago.	4,65	6,35	0,20	0,21	1,73	1,35	6,48	8,47	0,73	1,06	0,75	0,83	149,77	175,05
Set.	4,24	3,09	0,21	0,19	2,37	0,96	6,25	2,91	0,84	0,43	0,66	0,44	162,06	82,36
Out.	5,10	2,86	0,24	0,12	1,41	0,76	6,09	3,69	0,86	0,36	0,79	0,37	136,85	96,14
Nov.	3,24	3,90	0,16	0,13	1,05	0,63	4,77	3,36	0,47	0,45	0,43	0,50	93,78	85,51
Dez.	3,91	5,13	0,24	0,22	1,86	0,78	6,40	4,94	0,75	0,61	0,60	0,73	132,46	136,21
Jan.	2,73	2,08	0,11	0,08	0,69	0,31	3,91	1,44	0,36	0,17	0,28	0,26	79,15	56,66
Fev.	3,83	2,70	0,14	0,11	1,09	0,32	4,47	2,62	0,46	0,31	0,38	0,32	112,07	79,59
Mar.	1,81	2,03	0,08	0,08	0,58	0,49	1,99	0,97	0,24	0,12	0,18	0,20	47,79	42,50
Total	37,19	32,63	1,77	1,35	14,13	6,81	50,64	34,43	6,07	4,26	5,22	4,25	1169,38	881,28
Média	3,10	2,72	0,15	0,11	1,18	0,57	4,22	2,87	0,51	0,36	0,43	0,35	97,45	73,44
s	1,32	1,70	0,06	0,06	0,57	0,34	1,95	2,14	0,25	0,27	0,23	0,23	44,55	46,08
CV (%)	42,71	62,52	43,86	54,73	48,44	60,23	46,22	74,52	49,57	75,12	51,90	65,75	45,72	62,75

Em que: N = Nitrogênio; P = Fósforo; K = Potássio; Ca = Cálcio; Mg = Magnésio; S = Enxofre; C_{org} = Carbono orgânico; Ano 1 = 2014-2015; Ano 2 = 2015-2016; s = Desvio Padrão; CV = Coeficiente de Variação.

Fonte: o autor.

5.2.3. Eficiência no uso de nutrientes

Nas duas frações e no total depositado, para os dois anos, a ordem decrescente de eficiência no uso de macronutrientes foi: P > S > Mg > K > N > Ca (Tabela 12). Tal ordem segue padrão contrário ao da deposição destes nutrientes no solo.

Tabela 12 – Eficiência de uso dos macronutrientes pelas frações e total de serapilheira aportada, em dois anos de estudo, na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.

Fração	N		P		K		Ca		Mg		S	
	Ano1	Ano2	Ano1	Ano2	Ano1	Ano2	Ano1	Ano2	Ano1	Ano2	Ano1	Ano2
Folhas	56	52	1393	1493	127	204	44	53	224	266	335	354
G+Misc. ¹	73	63	1535	1515	192	301	54	60	447	481	520	482
Total	61	56	1439	1501	144	230	47	55	271	316	382	391

¹ Galhos + miscelânea

Em que: N = Nitrogênio; P = Fósforo; K = Potássio; Ca = Cálcio; Mg = Magnésio; S = Enxofre; Ano 1 = 2014-2015; Ano 2 = 2015-2016.

Fonte: o autor.

A eficiência no uso dos macronutrientes P, K, Ca e Mg teve aumento do ano 1 para o ano 2 nas duas frações e no total de serapilheira depositada. Ao contrário destes, a eficiência no uso do N reduziu do primeiro para o segundo ano, enquanto o S teve aumento para a fração folhas e o total, e redução para a fração galhos + miscelânea.

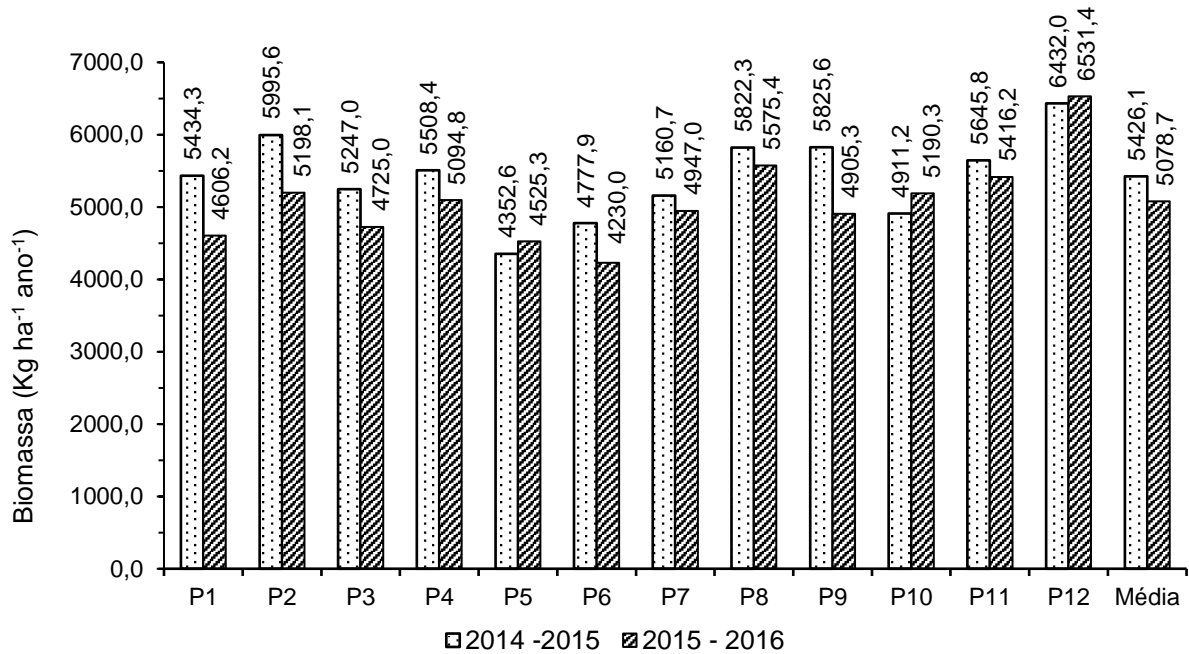
5.3. SERAPILHEIRA ACUMULADA

5.3.1. Acúmulo de serapilheira

O maior acúmulo de serapilheira para os dois anos ocorreu na parcela P12, enquanto as parcelas P5 e P6 tiveram os menores acúmulos para o ano 1 e ano 2, respectivamente. Quanto à diferença de acúmulo do primeiro para o segundo ano,

assim como no aporte, a serapilheira acumulada teve maior média de acúmulo no ano 1, acumulando $347,4 \text{ Kg ha}^{-1}$ a mais que o ano 2 (Figura 12).

Figura 12 – Acúmulo anual de serapilheira por parcela, em dois anos de estudo, na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.

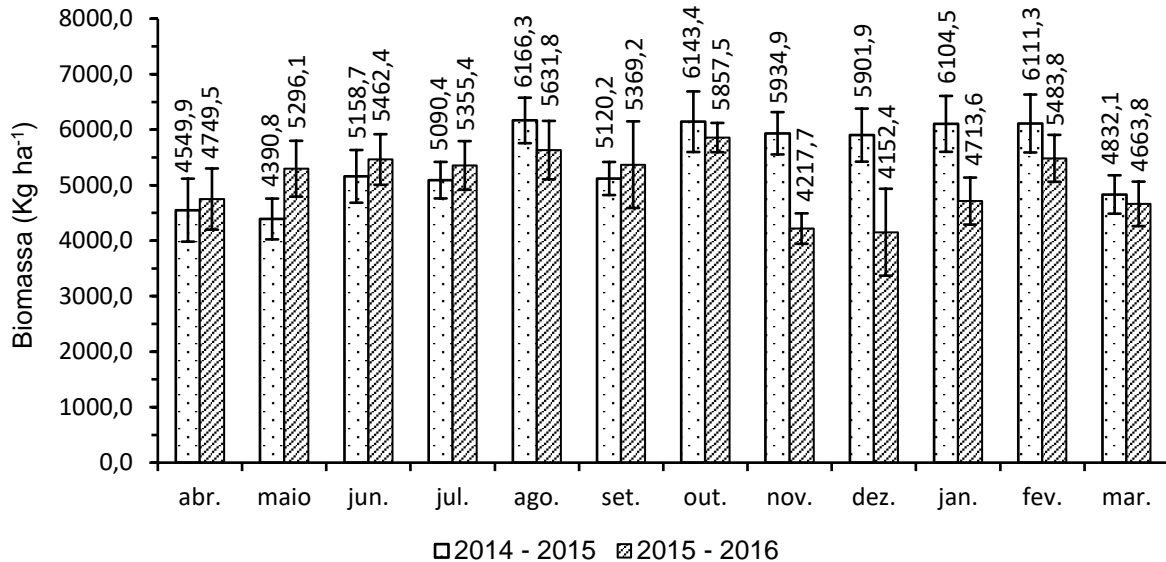


Fonte: o autor.

No acúmulo de serapilheira ao longo do ano, a variação ocorre de forma irregular (Figura 13). No ano 1, os meses de agosto, outubro, novembro, dezembro, janeiro e fevereiro tiveram maior acúmulo, enquanto que no ano 2 o maior acúmulo ocorreu entre maio e outubro e no mês de fevereiro.

Não ocorreu sazonalidade no acúmulo de serapilheira para o ano 1, indicando que não houve efeito dos elementos climáticos sobre esta variável neste período (Tabela 13). Entretanto, no ano 2, o acúmulo se correlacionou de forma significativa e negativa com a precipitação do mês de coleta, não tendo correlação significativa com os demais elementos climáticos.

Figura 13 - Média mensal do acúmulo de serapilheira, em dois anos de estudo, na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.



Barras: Intervalo de Confiança (95%)

Fonte: o autor.

Tabela 13 - Correlação de Spearman entre o acúmulo de serapilheira e os elementos climáticos, em dois anos de estudo, na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.

Ano	Temp. ¹	Precipitação ²							Et0 ³	
		0	1	2	3	4	5	6		7
2014 - 2015	0,25	-0,07	-0,17	-0,26	-0,22	-0,46	-0,33	-0,44	-0,57	0,47
2015 - 2016	-0,37	-0,67*	-0,19	-0,18	0,51	0,39	-0,38	-0,14	-0,09	-0,05

¹ Temperatura média do ar; ² Precipitação (0: referente ao mês de coleta; 1: referente ao primeiro mês anterior ao de coleta; 2: referente ao segundo mês anterior ao de coleta; 3 referente ao terceiro mês anterior ao de coleta; 4: referente ao quarto mês anterior ao de coleta; 5: referente ao acumulado de precipitação de três meses antes da coleta; 6: referente ao acumulado de precipitação de quatro meses antes da coleta; e 7: referente ao acumulado de precipitação de cinco meses antes da coleta);

³ Evapotranspiração.

* Significativo pelo teste t ($p \leq 0,05$).

Fonte: o autor.

5.3.2. Decomposição da serapilheira

A constante de decomposição da serapilheira e, conseqüentemente, os tempos de decomposição, variaram entre os períodos estudados, com maior discrepância no período 2015 – 2016 em relação aos demais (Tabela 14).

Tabela 14 - Constante de decomposição k, T50% e T95% da serapilheira acumulada na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.

Período	k	T50%	Tempo (dias)	T95%	Tempo (dias)
2013 – 2014 (DELARMELINA, 2015)	1,40	0,51	186	2,19	801
2014 - 2015	1,43	0,48	175	2,09	763
2015 - 2016	1,13	0,61	223	2,65	967

Fonte: o autor.

5.3.3. Conteúdo de nutrientes e de C_{org}

A média do conteúdo de macronutrientes presentes na serapilheira acumulada seguiu a ordem Ca > N > Mg > K > S > P, para o ano 1 e Ca > N > S > Mg > K > P, para o ano 2 (Tabela 15). Mensalmente, a média de macronutrientes acumulados sobre o piso florestal foi de 278,30 e 229,18 kg ha⁻¹ para o primeiro e segundo ano, respectivamente, demonstrando redução no conteúdo de nutrientes do primeiro para o segundo ano, assim como o C_{org}.

A variação mensal do conteúdo de macronutrientes na serapilheira acumulada seguiu o comportamento do acúmulo desta sobre o piso florestal. Desta forma, os meses que tiveram maiores acúmulos de serapilheira nos dois anos de estudo, como outubro e fevereiro, obtiveram maiores conteúdos de nutrientes acumulados sobre o piso florestal.

Tabela 15 - Conteúdo (kg ha⁻¹) de macronutrientes e C_{org} na serapilheira acumulada, em dois anos de estudo, na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.

Mês	N		P		K		Ca		Mg		S		C _{org}	
	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2
Abr.	78,67	88,32	2,29	2,69	7,82	6,46	105,75	128,67	10,68	12,66	9,78	10,73	2006,40	1992,24
Mai	81,96	96,37	2,72	3,51	8,18	7,18	126,05	163,05	11,44	14,78	11,42	13,76	1851,43	2187,07
Jun.	88,11	96,23	2,82	3,32	13,56	6,96	141,82	157,46	13,29	14,23	13,25	12,12	2198,05	2287,08
Jul.	91,69	85,72	3,21	3,07	11,83	8,69	133,99	132,29	14,68	12,54	13,64	11,80	2112,99	2239,02
Ago.	96,98	97,77	3,29	3,40	17,25	10,27	144,83	130,29	15,89	15,15	13,19	12,98	2604,67	2310,89
Set.	77,90	87,07	3,39	2,65	22,08	10,61	129,28	109,99	16,94	14,03	11,74	10,92	2170,61	2272,98
Out.	100,63	102,58	3,13	2,77	12,17	7,75	152,93	111,48	17,70	12,87	13,71	12,32	2609,95	2472,48
Nov.	100,81	78,34	3,84	2,23	10,59	4,78	149,25	81,94	16,40	8,82	14,05	9,29	2501,57	1734,99
Dez.	94,74	71,21	4,27	1,97	14,98	4,35	149,11	65,95	17,03	6,96	14,08	8,29	2483,00	1727,78
Jan.	115,09	87,88	3,45	2,18	12,37	3,51	153,93	78,36	17,53	7,12	12,16	10,50	2587,44	2004,50
Fev.	123,45	106,97	3,62	2,45	12,91	2,90	149,71	75,99	16,94	7,67	12,59	11,12	2597,46	2313,23
Mar.	95,61	84,12	3,12	1,85	9,48	4,32	131,77	56,33	14,47	6,00	10,54	9,30	2025,86	1979,81
Média	95,47	90,22	3,26	2,67	12,77	6,48	139,03	107,65	15,25	11,07	12,51	11,09	2312,45	2126,84
s	13,71	10,20	0,52	0,56	3,99	2,57	14,22	35,71	2,37	3,46	1,41	1,61	279,11	237,18
CV (%)	14,36	11,30	16,00	20,99	31,22	39,59	10,23	33,17	15,57	31,27	11,26	14,52	12,07	11,15

Em que: N = Nitrogênio; P = Fósforo; K = Potássio; Ca = Cálcio; Mg = Magnésio; S = Enxofre; C_{org} = Carbono orgânico; Ano 1 = 2014-2015; Ano 2 = 2015-2016; s = Desvio Padrão; CV = Coeficiente de Variação.

Fonte: o autor.

5.4. DECOMPOSIÇÃO DA SERAPILHEIRA FOLIAR

A massa remanescente e o teor de cinzas da serapilheira foliar tiveram comportamentos contrários ao longo de período de decomposição (Tabela 16). Enquanto a massa foliar decresceu, houve incremento nos teores de cinzas, coincidindo o pico de perda de massa com o de incremento de cinzas (até 90 dias de decomposição).

A decomposição da serapilheira foliar foi de 58,28%, remanescendo 41,72% do peso inicial ao final do período estudado, resultando em uma taxa de decomposição de 0,90 para o período. A curva de decomposição (Figura 14) apresenta período inicial de decomposição acentuado até o período de 90 dias, com média de decomposição de 2,91 g a cada 30 dias. Após o pico inicial, a decomposição tem declínio nos períodos seguintes, com média de 0,39 g a cada 30 dias.

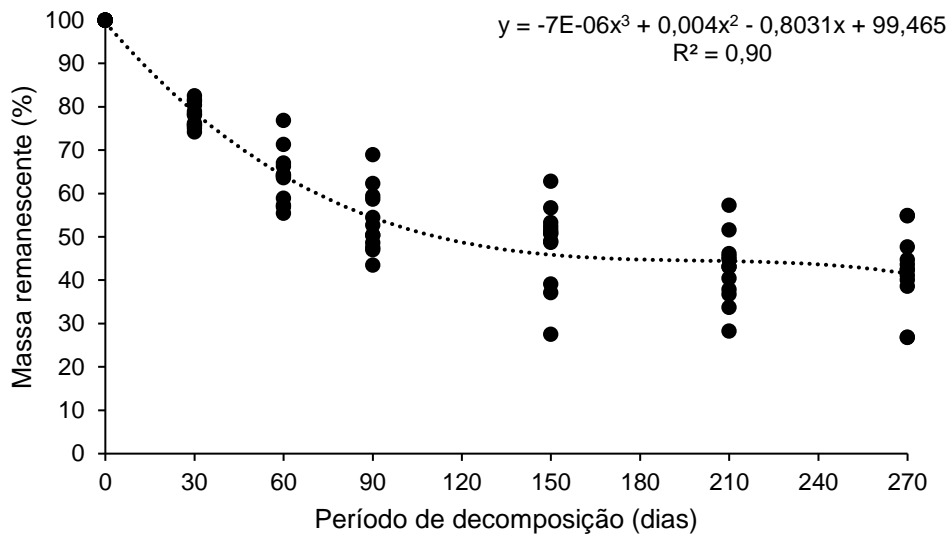
Tabela 16 - Massa foliar remanescente e teor de cinzas em função do período de decomposição na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.

	Tempo de Decomposição (dias)						
	0	30	60	90	150	210	270
Massa Remanescente (g)	20,00	15,85	13,34	11,27	10,26	8,93	8,94
Teor de Cinzas (%) ¹	10,81 (0,00)	12,11 (1,30)	15,01 (4,20)	15,57 (4,76)	16,54 (5,73)	15,78 (4,97)	16,74 (5,93)
MR Descontado Cinzas (g) ²	20,00	15,64	12,78	10,74	9,67	8,48	8,41

¹ Valores entre parentes são referentes à diferença entre o teor de cinzas no tempo 0 e o teor de cinzas no tempo de decomposição; ² Massa remanescente após descontada a diferença do teor de cinzas no tempo 0 e o tempo de decomposição.

Fonte: o autor.

Figura 14 - Massa foliar remanescente em função do período de decomposição na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.



Fonte: o autor

Para o período estudado, a taxa de decomposição da massa foliar não teve correlação significativa com a temperatura (média, mínima e máxima) e a precipitação no período de coleta. Entretanto, correlacionou de forma positiva com o acúmulo de precipitação dos períodos de 90 e 120 dias que antecederam a coleta (Tabela 17).

Tabela 17 – Correlação de Spearman entre a constante de decomposição foliar e os elementos climáticos, na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.

Decomposição	T. Média	T. Máxima	T. Mínima	Precip. 1	Precip. 2	Precip. 3
Taxa de Decomposição (k)	0,77	0,77	0,71	0,54	0,88*	0,84*

Onde: T. Média = Temperatura média; T. Máxima = Temperatura máxima; T. Mínima = Temperatura mínima; Precip. 1 = Precipitação no período de coleta; Precip. 2 = Acumulado de precipitação em 90 dias antes da coleta; Precip. 3 = Acumulado de precipitação em 120 dias antes da coleta.

* Significativo pelo teste t ($p \leq 0,05$).

Fonte: o autor.

A massa foliar remanescente, de maneira geral, teve aumento nos teores de nutrientes ao longo do período de decomposição (Tabela 18). Entretanto, os teores de K, Mg, C_{org}, B e Na, decresceram. Dos nutrientes que apresentaram aumento no

teor, o Fe apresentou incremento na ordem de 930 %, sendo o nutriente com maior porcentagem de incremento em seu teor.

Tabela 18 - Teores médios de nutrientes na massa foliar remanescente em cada período de decomposição na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.

Período de Decomposição	N	P	K	Ca	Mg	S	C _{org}
	g kg ⁻¹						
0	19,65	0,86	7,53	22,44	4,82	2,22	434,99
30	19,86	0,71	2,67	27,68	4,51	2,02	343,45
60	19,48	0,65	1,54	31,09	4,25	2,20	290,55
90	19,25	0,59	1,13	30,57	3,71	2,16	237,97
150	21,58	0,61	1,44	30,40	3,67	2,31	237,95
210	20,91	0,70	1,20	33,43	3,74	2,45	197,91
270	20,99	0,63	1,50	30,58	3,54	2,34	190,79

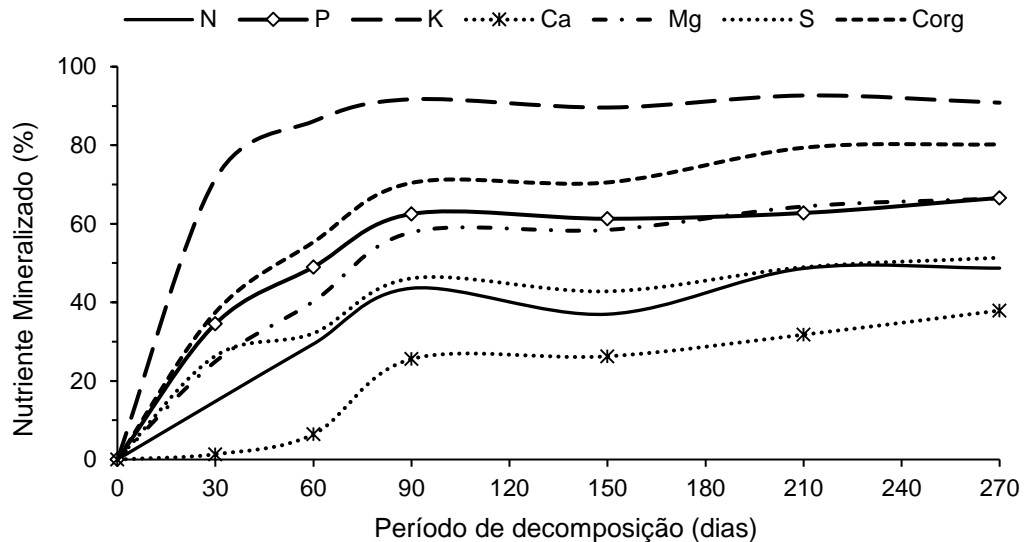
Período de Decomposição	B	Fe	Zn	Mn	Cu	Na
	mg kg ⁻¹					
0	43,99	193,73	17,47	291,95	4,02	261,35
30	46,80	362,03	22,40	337,85	4,08	110,27
60	44,25	1258,26	27,73	433,47	5,16	82,79
90	37,21	1079,86	25,94	395,36	4,90	67,55
150	36,56	1235,10	24,08	370,43	5,36	86,74
210	35,14	1239,79	29,33	446,73	5,63	81,83
270	28,99	1802,79	28,75	446,46	5,54	102,48

Em que: N = Nitrogênio; P = Fósforo; K = Potássio; Ca = Cálcio; Mg = Magnésio; S = Enxofre; C_{org} = Carbono orgânico; B = Boro; Fe = Ferro; Zn = Zinco; Mn = Manganês; Cu = Cobre; Na = Sódio; C/N = Relação Carbono/Nitrogênio.

Fonte: o autor.

A mineralização de macronutrientes e de C_{org} pela decomposição da serapilheira foliar mostrou-se padronizada ao longo do processo de decomposição (Figura 15). Para todos os macronutrientes e para o C_{org}, o pico inicial de mineralização ocorreu até os 90 dias de decomposição, sendo observada certa estabilização após este período. Nos 270 dias de decomposição da serapilheira foliar, verificou-se que ocorreu a mineralização de N (48%), P (66%), K (90%), Ca (37%), Mg (66%), S (51%) e C_{org} (80%).

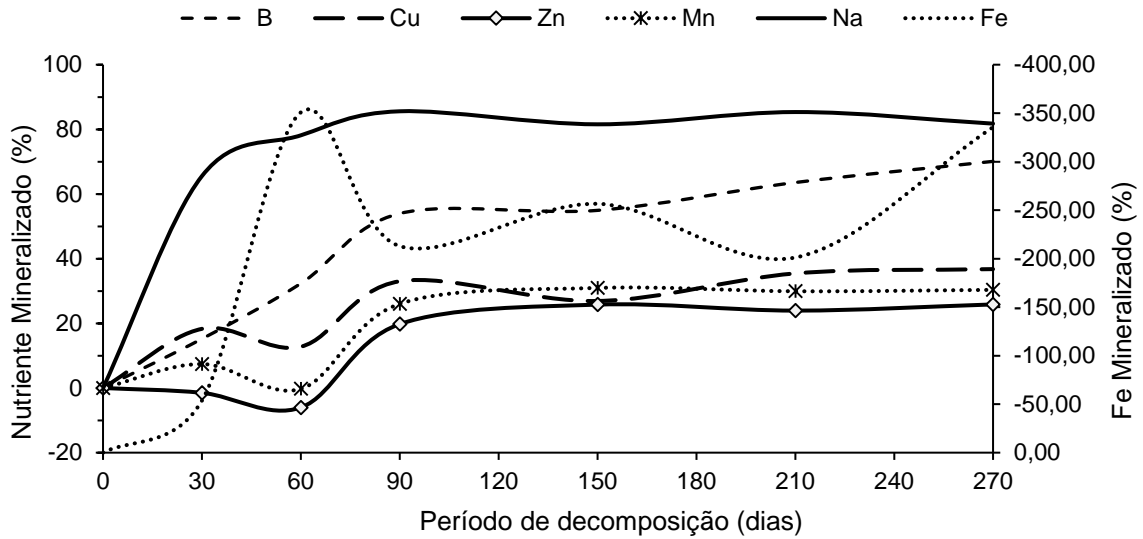
Figura 15 - Mineralização de macronutrientes e C_{org} durante o período de decomposição da serapilheira foliar na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.



Fonte: o autor.

Em relação aos micronutrientes, a mineralização pela decomposição da serapilheira foliar mostrou-se variável ao longo do processo de perda de massa (Figura 16). Os micronutrientes, exceto o Fe, tiveram pico de mineralização aos 90 dias de decomposição foliar, sendo que o Mn e o Zn foram inicialmente imobilizados (60 dias) para posterior mineralização. O Fe, por sua vez, foi imobilizado durante todo o período de decomposição. Tal micronutriente teve pico inicial de imobilização aos 60 dias (-350%) e, apesar das variações na taxa de imobilização ao longo do tempo, permaneceu imobilizado ao final do período de decomposição. Nos 270 dias de decomposição da serapilheira foliar, verificou-se que ocorreu mineralização de B (70%), Cu (36%), Zn (25%), Mn (30%) e Na (81%), e imobilização de Fe (-335%).

Figura 16 - Mineralização de micronutrientes durante o período de decomposição da serapilheira foliar na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.



Fonte: o autor.

A lignina foi o componente estrutural que teve maior conteúdo no material em decomposição, seguida pela celulose e hemicelulose (Tabela 19). A relação C/N foi decrescente ao longo de todo o tempo de decomposição, ao contrário da C/P, que teve acréscimo no último tempo de decomposição, e da Lignina/N, que variou em acréscimo e decréscimo durante o período de decomposição.

Tabela 19 – Conteúdo de componentes estruturais (g) e relações C/N, C/P e Lignina/N na massa de serapilheira foliar remanescente do processo de decomposição na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.

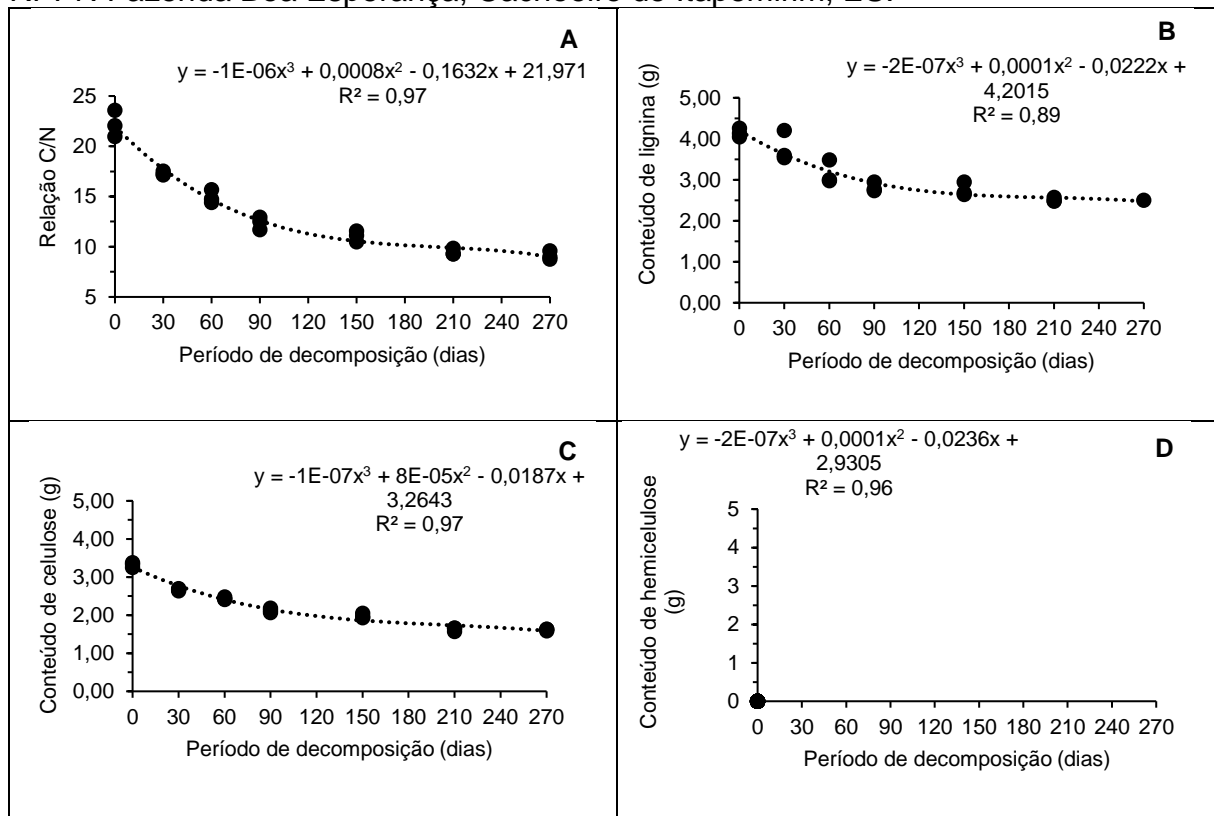
Tempo (dias)	MR ¹	Lignina	Celulose	Hemicelulose	C/N ²	C/P ³	Lig/N ⁴
0	20,00	4,09	3,32	2,94	22,19	507,97	10,41
30	15,86	4,20	2,67	2,34	17,30	486,02	13,33
60	13,39	3,54	2,44	1,84	14,93	445,63	13,55
90	10,83	2,97	2,13	1,59	12,38	401,52	14,24
150	10,79	2,81	1,98	1,46	11,04	387,34	12,08
210	9,08	2,60	1,63	1,22	9,47	281,79	13,68
270	9,03	2,52	1,62	1,20	9,10	301,24	13,30

¹Massa remanescente; ²Relação Carbono/Nitrogênio; ³Relação Carbono/Fósforo; ⁴Relação Lignina/Nitrogênio.

Fonte: o autor.

A curva de regressão da relação C/N na massa foliar remanescente, teve decaimento semelhante ao material em decomposição (Figura 17). Ocorreu um decréscimo acentuado dessa relação até os 90 dias de decomposição, de onde tal decréscimo foi suavizado até o tempo final de decomposição. Os componentes estruturais do material vegetal tiveram curvas de decomposição similares, com maior decomposição até os 90 dias e posterior redução até os 270 dias. Entretanto, o padrão inicial de decomposição não teve queda acentuada nas curvas de regressão da lignina, celulose e hemicelulose, como foi observado nas curvas da massa remanescente e da relação C/N.

Figura 17 - Relação C/N (A) e conteúdo de lignina (B), celulose (C) e hemicelulose (D) na massa foliar remanescente, em função do período de decomposição na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.



Fonte: o autor.

6. DISCUSSÃO

6.1. CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS

A cor é um dos principais atributos morfológicos usados na classificação dos solos, fornecendo indicativos importantes dos processos predominantes na gênese do solo (SOIL SURVEY STAFF, 2017). A coloração avermelhada nos horizontes do Cambissolo e do Latossolo, associada às condições de boa drenagem encontradas nas encostas e topo de morro, respectivamente, é resultado da presença de óxidos de ferro livres, principalmente hematita. A coloração acinzentada observada no Planossolo, aberto na área de baixada, é resultado da redução de óxidos de ferro devido a alternância do nível do lençol freático que proporciona excesso de umidade periodicamente (RIBEIRO et al., 2012). A diferenciação da cor entre os perfis avaliados condiz com a caracterização das classes dos Cambissolos, Latossolos e Planossolos, que são, predominantemente, encontradas nessas posições de paisagem, como observado em outros estudos (SCHIAVO et al., 2010; NASCIMENTO, LANI, ZOFFOLI, 2013; SANTOS et al., 2014).

A variação das classes de textura entre os horizontes e perfis encontrados no presente estudo também foi relatada no estudo de Pacheco (2011), em solos da bacia do rio Alegre – ES, avaliando perfis de solo em condições semelhantes de clima e relevo. Essa variação é esperada durante a caracterização de solos, uma vez que a textura, assim como a estrutura e outras características do solo, depende do material de origem e dos processos de formação aos quais estes solos foram submetidos (RESENDE et al., 1997). O incremento observado nos teores de areia do topo (Latossolo) para a base (Planossolo), sugere perdas relativas de material devido as variações de relevo, contribuindo para variação das classes texturais entre os perfis observados. Esse incremento influencia diretamente na porosidade do solo, onde maiores teores de areia propiciam menores quantidades de microporos no solo (GHIDIN et al., 2006).

A composição granulométrica do Latossolo indica elevado grau de intemperismo dos solos desta área, observado os teores de argila e a relação silte/argila no horizonte diagnóstico (SANTOS et al., 2014). O gradiente textural encontrado no Planossolo, o qual indicou formação de horizonte B plânico, é resultado da presença de lençol de água suspenso e temporário, existente

principalmente em períodos de maiores índices pluviométricos (FREITAS et al., 2015). A predominância da fração areia grossa sobre a fração areia fina observada em todos os perfis, resulta do material de origem gnáissico resistente ao intemperismo (SANTOS et al., 2010).

A variação observada da densidade e da porosidade – características físicas que se relacionam – está ligada a variação dos tipos de solos encontrados, onde solos de textura argilosa tem maior porosidade e, conseqüentemente, menor densidade (ARAUJO; TORMENA; SILVA, 2004). Além disso, maiores teores de matéria orgânica, com conseqüente aumento de atividade biológica na decomposição desta, também contribuem com o aumento da porosidade e conseqüente redução da densidade do solo, fato melhor observado nos horizontes superficiais do solo (STONE; SILVEIRA, 2001; REINERT et al., 2008).

Os maiores teores de N, P, K, Ca^{2+} e Mg^{2+} nos horizontes superficiais de cada perfil se explica, principalmente, pela maior presença de matéria orgânica (C_{org}) nestes horizontes (PAVINATO; ROSOLEM, 2008). Essa maior presença da matéria orgânica ocorre devido aos processos de deposição e acúmulo de serapilheira sobre o solo florestal. Nesta área, entre os meses de abril de 2014 e março de 2016, a floresta depositou sobre o solo aproximadamente $6,78 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de serapilheira (Figura 07), contendo cerca de $336,19 \text{ kg ha}^{-1}$ de macronutrientes e $2,91 \text{ Mg ha}^{-1}$ de C_{org} (Tabela 09), contribuindo de forma significativa para manutenção e melhoria da fertilidade do solo. A presença de maiores teores de matéria orgânica no solo proporciona o aumento da capacidade de troca de cátions e promove a complexação do Al^{3+} , aumentando a disponibilidade de nutrientes na camada inicial do solo (FONTANA et al., 2011).

O aumento da capacidade de troca de cátions observada nos horizontes inferiores do Planossolo é decorrente da presença do aumento dos teores de Ca^{2+} e Mg^{3+} , além da presença de Al^{3+} . Esse aumento em profundidade do Ca^{2+} e do Mg^{3+} ocorre devido a translocação de argila no perfil do solo, uma vez que estes nutrientes estão associados a fração argila do solo (VITTI; LIMA; CICARONE, 2006). A presença de Al^{3+} em profundidade no Planossolo é explicada pelo processo de formação deste solo, onde a variação do lençol freático proporciona a formação de plintita em profundidade, formação essa que é rica em ferro e Al^{3+} , e com baixo teor de matéria orgânica (MIGUEL et al., 2013). A acidez elevada do solo no perfil Latossolo é decorrente do maior grau de intemperização deste solo, onde os cátions

de caráter básico foram lixiviados, resultando no aumento do Al^{3+} (SOUSA; MIRANDA; OLIVEIRA, 2007).

A variação considerável do P disponível entre os solos ocorreu devido a variação da textura destes solos. Solos com maiores teores de areia, como os horizontes superficiais do Planossolo, tendem a disponibilizar maiores teores de P devido a menor adsorção deste nutriente em função do baixo teor de argila (MACHADO et al., 2011). Dessa forma, os maiores teores de P disponível nos horizontes superficiais deste solo podem favorecer a maior presença e desenvolvimento das espécies, quando comparado aos demais solos da área estudada, uma vez que o P é um nutriente limitante da produção vegetal em solos tropicais (HINSINGER, 2001; NOVAIS; SMYTH; NUNES, 2007).

Apesar do Planossolo ser um solo hidromórfico, condição que normalmente retarda a decomposição da matéria orgânica (NASCIMENTO et al., 2010), o teor de C_{org} do horizonte superficial deste perfil não foi suficiente para caracterizar um horizonte hístico, sendo inclusive inferior aos teores observados no Cambissolo e no Latossolo. Entretanto, áreas que ocorrem sucessivos ciclos de seca e saturação hídrica do solo tendem a aumentar as taxas de mineralização da matéria orgânica com consequente perda de nutrientes, como o carbono e o nitrogênio (BIRCH, 1964), o que explica os menores teores destes nutrientes nos horizontes do perfil P2.

O decréscimo nos teores de N e C_{org} em profundidade, observado no Cambissolo e no Latossolo, é característico da maioria das classes de solos estudados, uma vez que os horizontes superficiais estão mais próximos ou em contato direto com a deposição de materiais orgânicos (CARDOSO et al., 2010; COUTINHO et al., 2010; DENARDIN et al., 2014). Entretanto, no Planossolo esse decréscimo ocorreu somente nos horizontes iniciais, fato associado aos menores teores de argila nesses horizontes (LEPSCH, SILVA, ESPIRONELO, 1982; REMINGTON et al., 2007). A variação da relação C/N entre os solos, com menores valores no Cambissolo e no Planossolo, associa-se as condições hídricas de cada solo, onde solos com menor disponibilidade hídrica tem maiores valores na relação C/N (LUCHESE; FAVERO; LENZI, 2002).

As variações dos teores de N e C_{org} , bem como da densidade do solo e espessura dos horizontes, condicionaram a variação nos estoques de N e C_{org} ao longo dos perfis avaliados. Por não possuir a mesma profundidade avaliada e

espessura dos horizontes, a comparação dos estoques de N e C_{org} entre os solos avaliados e entre esses com solos de outros estudos se torna inferencial. Tomando por base a camada de 47 cm, o maior estoque de N e C_{org} no Cambissolo é associado ao maior teor de argila deste quando comparado ao Planossolo, e a maior deposição de material vegetal quando comparado ao Latossolo (Figura 07). As variações nos teores de argila promovem diferenciação no estoque de N e C_{org} (SKORUPA et al., 2012; GIÁCOMO et al., 2015), uma vez que a argila possui maior capacidade de adsorção quando comparada a areia (ZINN; LAL; RESCK, 2005).

De maneira geral, os solos classificados possuíram diferentes fatores que atuaram na sua gênese. Dentre estes fatores destaca-se o material de origem gnáissico e o relevo (SCHIAVO et al., 2010; SANTOS et al., 2010). Os solos classificados são resultantes de processos de latossolização nas partes altas (topo de morro) e hidromorfismo nas partes baixas (SANTOS et al., 2014). Esses dois processos de formação do solo, são os mesmos que levaram a formação de latossolos nas partes altas, cambissolos nas encostas e solos hidromórficos nas partes baixas, próximas as redes de drenagem na bacia hidrográfica do Rio Alegre – ES (PACHECO, 2011).

6.2. SERAPILHEIRA DEPOSITADA

O padrão de variação espacial no aporte de serapilheira observado nos dois anos deste estudo também foi observado no estudo de Godinho et al. (2013) e de Delarmelina (2015), ambos realizados na mesma área do presente trabalho. Essa variabilidade espacial de aporte ocorre devido as características locais de cada parcela amostrada. A variação da composição florística da área estudada, observada por Archanjo et al. (2012), pode influenciar o aporte de serapilheira dentro do fragmento florestal. Entretanto, outros fatores como os edáficos, microclimáticos e ambientais, estão associados a essa variação de deposição, não devendo estes serem desconsiderados (DICKOW et al., 2012; MACHADO et al., 2015).

O aporte anual de serapilheira ao longo dos meses, varia em função da interação dos fatores bióticos e abióticos de cada ecossistema (DELARME-LINA,

2015). Este autor observou que a sazonalidade de aporte coincide o período de maior aporte com os meses finais de seca do ano, fato também observado por Pinto et al. (2008), Godinho et al. (2013), e reafirmado no presente estudo, apesar das variações do período de seca e da quantidade de deposição.

Comparando com os estudos anteriores (GODINHO et al., 2013; DELARMELENA, 2015), nota-se a redução no aporte total de serapilheira na ordem de 38%, onde a floresta aportou, no ano do primeiro estudo, 9268,54 kg ha⁻¹ de serapilheira, e 5741,44 kg ha⁻¹ no ano 2 do presente estudo. Essa variação no aporte de serapilheira é esperada dentro de uma mesma formação florestal, uma vez que há variação nas condições de cada sítio (PEZZATO et al., 2006; PINTO et al., 2008; PIMENTA et al., 2011). Entretanto, como tal redução de aporte ocorreu dentro de um mesmo sítio, essa variação é associada aos distúrbios ambientais ocorridos em determinado tempo (SATO et al., 2010), de forma que a precipitação pode ser a principal causa de variação do aporte. Durante o estudo de Godinho et al. (2013) a precipitação acumulada no ano foi de 1267 mm, enquanto neste estudo foi de 771,2 mm no ano 1 (39,13% de redução) e 940,4 mm no ano 2 (25,78% de redução).

Nos estudos de Godinho et al. (2013) e Delarmelina (2015), não foi observada correlação significativa entre o aporte de serapilheira e os elementos climáticos temperatura e precipitação. Entretanto, segundo Arato, Martins e Ferrari (2003), existe atraso na resposta da vegetação aos elementos climáticos e ao estresse hídrico, indicando que a deposição de serapilheira não possui relação causa/efeito imediato com a precipitação. Esse atraso na resposta do aporte de serapilheira foi constatado por Scoriza e Piña-Rodrigues (2014), que observaram correlação significativa entre o aporte total e a precipitação ocorrida nos meses anteriores a coleta, em um trecho de Floresta Estacional Semidecidual. Dessa forma, a correlação evidenciada entre o aporte de serapilheira e a precipitação acumulada em períodos que antecedem o aporte de serapilheira, permite inferir que essa correlação também acontece ao longo dos anos conforme o regime hídrico anual.

A correlação do total aportado com a precipitação também foi evidenciada para as folhas. Sendo a fração folhas representante da maior quantidade de serapilheira aportada sobre o solo (SCHUMACHER et al., 2011), o seu padrão de aporte deve ser associado ao padrão da serapilheira total, fato observado neste estudo e em outros trabalhos (VENDRAMI, JURINITZ E CASTANHO, 2012;

SCORIZA E PIÑA-RODRIGUES, 2014). Em trabalho realizado por Godinho et al. (2013), os autores observaram grande correlação entre o aporte da fração folhas e o total de serapilheira aportada, demonstrando a possibilidade do uso dessa fração como indicador de produção de serapilheira em ecossistemas florestais.

O comportamento não uniforme da fração galhos + miscelânea, distinto entre os dois anos, é atribuído ao aporte de galhos, uma vez que a miscelânea tem baixa representatividade no total da serapilheira aportada (DELARMELINA, 2015). Segundo Pinto et al. (2008), a deposição da fração galhos pode ocorrer em resposta a fatores bióticos, com efeito retardado ao longo do tempo, e a fatores abióticos, com efeito imediato à causa, gerando um padrão de deposição marcado pela heterogeneidade temporal.

A variação no aporte de serapilheira influenciou na quantidade de macronutrientes aportados entre os meses e os anos de estudo. Essa variação também foi observada por Godinho et al. (2013) e por Delarmelina (2015), que constataram maior aporte de nutrientes nos meses de maior aporte de serapilheira, coincidindo com o período de maior aporte de folhas, fração responsável pela maior quantidade de nutrientes aportados. Comparando os resultados desses autores com o presente estudo, é possível perceber que o aporte de nutrientes assim como serapilheira, sofreu forte queda ao longo do tempo, deixando de aportar cerca de 237,3 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de macronutrientes. Assim como os macronutrientes, a quantidade de C_{org} aportado via serapilheira decresceu ao longo dos anos, reduzindo de 4963,5 kg ha⁻¹ ano⁻¹ (GODINHO et al., 2013) para 2458,9 kg ha⁻¹ ano⁻¹.

Segundo Dantas e Phillipson (1989), para florestas tropicais, as faixas de variação na quantidade de macronutrientes encontrados na serapilheira aportada são: 74 – 156; 1 – 3,4; 13 – 26; 18 – 76; e 1 – 29 kg ha⁻¹ ano⁻¹ para N, P, K, Ca e Mg, respectivamente. Dessa forma, a quantidade de N e Mg aportados nos dois anos estão dentro da faixa descrita, enquanto P, K e Ca encontram-se acima dessa faixa, também para os dois anos. Quando comparados com estudos realizados em outras florestas tropicais (VITAL et al., 2004; PINTO et al., 2008), e com os estudos da mesma área (GODINHO et al., 2013; DELARMELINA, 2015), é possível constatar que o aporte de N, P e Ca foram inferiores nos dois anos, enquanto que o K e o Mg do ano 1 estiveram dentro da faixa de variação dos estudos citados, estando abaixo dessa no ano 2.

A maior quantidade de Ca na serapilheira aportada, quando comparado com os demais macronutrientes, ocorre devido a menor mobilidade desse macronutriente na planta (KONIG et al., 2002). Já o baixo retorno de P é reflexo da baixa fertilidade natural de solos tropicais, como o solo do presente estudo, e por este ser um nutriente que tem elevada redistribuição nos tecidos vegetais, evidenciando a adaptação das espécies florestais para o crescimento em solos pouco férteis (ESPIG et al., 2009).

O aumento observado na eficiência de uso de nutrientes do ano 1 para o ano 2, exceto para o N, indica que as espécies estão realizando economia no uso destes, indicando a possibilidade de restrição na produção primária do ambiente (VITOUSEK, 1982). Considerando o trabalho de Godinho et al. (2013) como um extremo, e o ano 2 do presente estudo como outro extremo, houve aumento da eficiência de uso dos nutrientes para N, P, K e Ca, e redução para Mg e S. Essa variação entre os diferentes anos de estudos pode ser relacionada com o decréscimo de disponibilidade destes nutrientes no solo, bem como com a mortalidade e surgimento de novos indivíduos e espécies (JACOBSON; BUSTAMANTE; KOZOVITS, 2011; BÜNDCHEN et al., 2013). Segundo estes autores, as espécies florestais, por terem variação interespecífica no teor de nutriente, utilizam estes de forma diferenciada, mesmo em um ambiente com igual disponibilidade nutricional.

A elevada eficiência no uso do P está relacionada a baixa disponibilidade deste nos solos tropicais, o que o indica como elemento limitante no crescimento vegetal (REBEILLE; BLIGNY; DOUCE, 1984; LALIBERTE et al., 2013). A baixa eficiência no uso de N e Ca está associada as grandes concentrações destes macronutrientes nos tecidos vegetais, o N principalmente nas folhas, onde este está presente nos cloroplastos como constituinte da molécula de clorofila, associado a eficiência no uso da radiação fotossinteticamente ativa (HIROSE; BAZZAZ, 1998).

6.3. SERAPILHEIRA ACUMULADA

A variação do acúmulo de serapilheira sobre o piso florestal, observada no presente estudo, ocorre em função da deposição e da decomposição vegetal, não apresentando padrão sazonal. Segundo Delarmelina (2015), a não distinção clara de um padrão sazonal de acúmulo de serapilheira é esperado devido a maior variabilidade temporal da serapilheira depositada, indicando dinâmicas de variação diferentes para ambos processos.

Na comparação dos anos estudados e dos trabalhos realizados por Godinho et al. (2014) e Delarmelina (2015), a média de acúmulo se mantém próxima nos trabalhos destes dois autores e do ano 1, todas próximas a $5500 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. Entretanto, para o ano 2 do presente estudo, a média de acúmulo é reduzida para $5079,4 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, acompanhando a queda na deposição de serapilheira e em resposta ao aumento da precipitação, elemento climático que se correlacionou negativamente com o acúmulo de serapilheira.

A decomposição da serapilheira em meio natural é resultante de interações das características do ambiente, que condicionam a fauna decompositora, e da composição do resíduo vegetal (SWIFT; HEAL; ANDERSON, 1979; CORREIA; ANDRADE, 1999). A variação da constante de decomposição da serapilheira acumulada, observada entre o período deste estudo e o trabalho de Delarmelina (2015), proporcionou alterações no tempo de decomposição do material vegetal depositado sobre o piso florestal. Dessa forma, por tratar de observações ao longo de três anos na mesma floresta, constata-se que a variação observada está intimamente ligada a alternância de condições climáticas proporcionadas ao longo dos três anos analisados, principalmente o regime pluviométrico. No ano 2013 – 2014 (DELARMEINA, 2015), a precipitação anual foi de 1213,0 mm, reduzindo para 771,2 mm no ano 2014 - 2015 (36,42% de redução) e 940,4 mm no ano 2015 – 2016 (22,47 % de redução).

Em fragmentos florestais tropicais cuja estrutura apresenta maior desenvolvimento e com a presença de estratos, como a RPPN Cafundó (ARCHANJO, 2012), a menor variação de luminosidade, temperatura e umidade propicia a diversificação dos organismos decompositores, favorecendo a atividade destes organismos no processo de decomposição (PEREIRA et al., 2013). Nestes ambientes, segundo Sanches et al. (2009), a sazonalidade da precipitação regula diretamente as atividades dos organismos decompositores, uma vez que o retorno

da precipitação após um período seco aumenta a biodiversidade destes organismos, contribuindo para o aumento da velocidade de decomposição da serapilheira.

Segundo Pires et al. (2006), a serapilheira acumulada regula vários processos na dinâmica dos ecossistemas, sendo ela responsável pela estabilidade do sistema de ciclagem de nutrientes, liberando estes para o solo por meio da decomposição. Em solos de florestas tropicais, reconhecidamente muito intemperizados e com baixa fertilidade natural, a manutenção da serapilheira acumulada sobre o piso florestal torna-se muito importante no processo de ciclagem de nutrientes (MORAES et al., 1998; GODINHO et al., 2014).

Ocorreu variação na ordem da quantidade de nutrientes observados nos dois anos do presente estudo. Quando comparados com outros estudos, o ano 1 teve a mesma ordem decrescente observada por Delamerlina (2015): $Ca > N > Mg > K > S > P$, diferindo do trabalho de Godinho et al. (2014), onde a ordem decrescente foi $Ca > N > K > Mg > S > P$. Quanto ao C_{org} , este decresceu desde o primeiro ano avaliado (GODINHO et al., 2014) até o ano 2 do presente estudo, acompanhando a variação da serapilheira depositada entre os anos.

As maiores quantidades de Ca e N observadas estão associadas a grande quantidade destes nutrientes no tecido vegetal, sendo que o Ca ainda possui liberação mais lenta pelo processo de decomposição por ser componente estrutural do tecido vegetal, tendo baixa mobilidade neste (GODINHO et al., 2014). A baixa quantidade de P ocorre em função das baixas quantias deste macronutriente no material depositado.

Segundo Delarmelina (2015), o retorno de nutrientes ao solo por meio da serapilheira acumulada é de extrema importância na melhoria e manutenção da fertilidade deste. Ainda de acordo com este autor, por fazerem parte dos compostos orgânicos, os nutrientes da serapilheira acumulada são menos propensos a lixiviação que os armazenados no solo.

6.4. DECOMPOSIÇÃO DA SERAPILHEIRA FOLIAR

Estudos de decomposição foliar podem ter seus resultados alterados devido a contaminação do material por partículas de solo, raízes, fauna do solo, entre outros agentes contaminantes do meio. De acordo com Vieira, Schumacher e Araújo (2014), a separação de impurezas aderidas ao material vegetal em decomposição é complexa devido ao estágio de fragmentação que este se encontra, de forma que o aumento observado do teor de cinzas na massa remanescente de serapilheira foliar ao longo do período de decomposição é associado a presença de partículas de solo. Essas partículas se aderem ao material foliar em decomposição por meio de transporte pela fauna decompositora, pela precipitação e pelo desenvolvimento de raízes (SCHEER, 2008).

Descontado as impurezas aderidas ao material foliar vegetal em decomposição, a taxa de decomposição foliar observada para o período em estudo (0,90) está próxima a faixa estimada por Anderson, Proctor e Vallack (1983) em florestas neotropicais, que varia entre 1,1 e 1,7, e acima do observado por Silva, Gonçalves e Reis (2013), em Floresta Atlântica no sul do estado do Espírito Santo. Essas variações são esperadas, uma vez que não há homogeneidade entre os fragmentos florestais tropicais em suas características, sejam elas edáficas, climáticas ou biológicas.

A curva de decomposição observada, com pico inicial e posterior estabilização, seguiu modelo polinomial de terceira ordem, este tendo melhor ajuste que os demais modelos de regressão. Cordeiro e Paula (1989) e Santo (2001), afirmam que modelos não lineares são os melhores para descrever parâmetros biológicos, uma vez que tais parâmetros dificilmente tem comportamento linear. O pico inicial no processo de decomposição, com posterior queda, ocorre devido a rápida mineralização de alguns nutrientes e de compostos orgânicos de maior solubilidade, sendo a queda no processo justificada pela influência de constituintes de difícil decomposição, como lignina, celulose e hemicelulose (BERG, 2000).

O elevado teor de N e a baixa relação C/N do material foliar propiciaram a acentuada decomposição inicial, com conseqüente mineralização dos nutrientes. O material vegetal que contém elevado teor de N e P, bem como baixas quantidades de lignina, celulose e hemicelulose, possui maior constante de decomposição e mineralização de nutrientes (RHEINHEIMER; ANGHINONI; KAMINSKI, 2000; MAJUMDER et al., 2010). Entretanto, existe uma variação na mineralização de cada

nutriente durante a decomposição de resíduos vegetais (VIEIRA; SCHUMACHER; ARAÚJO, 2014).

Desta forma, o rápido decréscimo observado no teor de K, está associado a rápida disponibilização deste nutriente no solo. Segundo Scheer (2008), a alta taxa de K disponibilizado no início do processo de decomposição ocorre pela facilidade de lixiviação que este nutriente possui, uma vez que o mesmo não está fortemente ligado a estrutura das folhas. Em oposição a este comportamento, o Ca tem retardo em seu processo de mineralização por meio da decomposição, uma vez que este nutriente é um componente estrutural do tecido vegetal, possuindo baixa mobilidade neste (GODINHO et al., 2014).

O modelo de regressão da relação C/N indica aumento na mineralização de N durante o processo de decomposição. Carvalho et al. (2012), afirmam que os compostos orgânicos têm sua qualidade definida por meio da composição química, onde as relações C/N, C/P e N/P, bem como os teores de lignina, celulose e hemicelulose, irão influenciar o processo de decomposição da MO e, conseqüentemente, a disponibilização de nutrientes para a planta. Desta forma, os teores de lignina e celulose, bem como a relação C/N e Lig/N do presente estudo, foram inferiores aos constatados por Castanho (2005), em espécies arbóreas nativas, e os constatados por Gama-Rodrigues, Barros e Santos (2003), no folhedo de espécies florestais nativas no sudeste da Bahia. Essa diferenciação dos constituintes do material vegetal foliar entre estes estudos é influenciada pela diversidade de espécies avaliadas, onde espécies leguminosas se destacam devido aos maiores teores de N no material vegetal (MEIRELLES; SOUZA, 2015). Dessa forma, a dominância da família Fabaceae, com ocorrência de 44 espécies, no fragmento florestal estudado (ARCHANJO et al., 2012), evidencia a boa qualidade do material foliar para decomposição e ciclagem de nutrientes.

O padrão de decomposição foliar se correlacionou positivamente com o acumulado de precipitação. Florestas tropicais com estrutura bem desenvolvida e presença de estratos, proporcionam um microclima favorável para a ação da fauna decompositora da matéria orgânica, assim, quanto mais propício for o microclima da serapilheira acumulada sobre o solo, maior será a presença e atividade da fauna e dos microrganismos decompositores (MENEZES et al., 2009; PEREIRA et al., 2013). Entretanto, a correlação da decomposição com o acumulado de precipitação indica que a resposta do processo de decomposição à variação do regime pluviométrico

não é imediata, ou seja, o acúmulo de precipitação ao longo do tempo é o fator condicionante de maior importância. Dessa forma, a sazonalidade da precipitação determinará a dinâmica de decomposição, regulando diretamente as atividades dos organismos decompositores, uma vez que o retorno da precipitação após um período seco aumenta a biodiversidade destes organismos, proporcionando aumento na velocidade de decomposição da serapilheira (SANCHES et al., 2009).

Em geral, o fragmento de Floresta Atlântica estudado caracteriza-se pelo grande potencial de ciclagem dos macronutrientes, principalmente N, P e K. Esta característica demonstra importância fundamental para a manutenção de Florestas Tropicais, uma vez que os solos dessas florestas são naturalmente caracterizados pela baixa fertilidade natural, sendo dependentes da ciclagem que propicia disponibilização dos nutrientes para reabsorção em um curto período de tempo (RODRIGUES et al., 2007; CUNHA et al., 2009; GODINHO et al., 2013).

7. CONCLUSÕES

Pela observação dos aspectos analisados, nota-se que a variação na deposição, acúmulo e decomposição da serapilheira em Floresta Estacional Semidecidual Submontana, ocorre em resposta ao regime pluviométrico, principalmente ao acumulado ao longo do tempo, devido às respostas não imediatas da vegetação. Essa variação na dinâmica da serapilheira foi, notadamente, determinada pela fração folhas, que constitui a maior parte do material vegetal aportado sobre o solo florestal.

Devido a sua representatividade na dinâmica da serapilheira, a variação do aporte da fração folhas também determinou a quantidade de nutrientes aportados via serapilheira sobre o solo, condição que propicia o uso de tal fração como indicadora da qualidade de serapilheira, uma vez que o maior aporte de folhas resultou no maior aporte de nutrientes sobre o solo. Tal fração ainda apresenta rápida mineralização de nutrientes no processo de decomposição, condicionando os solos quimicamente, por meio dos nutrientes, e fisicamente, por meio da matéria orgânica.

A dinâmica do aporte e acúmulo de serapilheira, condicionada pela fração folhas, e a variação nos teores de argila dos diferentes solos classificados (Planossolo, Cambissolo e Latossolo), determinaram a diferença nos estoques de C_{org} e de N-total nestes solos, principalmente em seus horizontes superficiais. Tal variação está associada à diferenciação do estrato arbóreo existente em cada solo classificado, necessitando de um melhor entendimento de como a relação “solo x vegetação x serapilheira x clima” é condicionada.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E. J.; LUIZÃO, F.; RODRIGUES, D. de J. Produção de serrapilheira em florestas intactas e exploradas seletivamente no sul da Amazônia em função da área basal da vegetação e da densidade de plantas. **Acta Amazonica**, v. 45, n. 2, p. 157-166, 2015.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, p. 711-728, 2013.
- ALVES, R. A.; SOUTO, J. S.; SOUTO, P. C.; HOLANDA, A. C. Aporte e decomposição de serrapilheira em área de Caatinga, na Paraíba. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 6, n. 2, p. 194-203, 2006.
- ANDERSON, J. M.; PROCTOR, J.; VALLACK, H. W. Ecological studies in four contrasting lowland rain forest in Gunung Mulu National Park, Sarawak. III. Decomposition processes and nutrient losses from leaf litter. **Journal of Ecology**, v. 71, n. 3, p. 503-527, 1983.
- ARATO, H.D.; MARTINS, S.V.; FERRARI, S.H.S. Produção e decomposição da serrapilheira em um sistema agroflorestal implantado para recuperação de área degradada em Viçosa - MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 27, n. 5, p. 715-721, 2003.
- ARAUJO, J. K. S.; CORRÊA, M. M.; GALINDO, I. C. de L.; SOUZA-JÚNIOR, V. S. de. Caracterização de Latossolos Amarelos Húmicos em um ambiente altimontano na região agreste do estado de Pernambuco, Brasil. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 31, n. 1, p. 146-160, 2015.
- ARAUJO, M. A.; TORMENA, C. A.; SILVA, A. P. Propriedades físicas de um Latossolo Vermelho Distrófico cultivado e sob mata nativa. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 28, n. 1, p. 337-345, 2004.
- ARCHANJO, K. M. P. A. **Análise florística e fitossociológica de fragmentos florestais de mata atlântica no sul do estado do Espírito Santo**. 2008. 136 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2008.
- ARCHANJO, K. M. P. A.; SILVA, G. F.; CHICHORRO, J. F.; SOARES, C. P. B. Estrutura do componente arbóreo da Reserva Particular do Patrimônio Natural Cafundó, Cachoeiro de Itapemirim, Espírito Santo, Brasil. **Floresta**, Curitiba, v. 42, n. 1, p. 145-160, 2012.
- BALIEIRO, F.C.; FRANCO, A.A.; PEREIRA, M.G.; CAMPELLO, E.F.C.; DIAS, L.E.; FARIA, S.M.; ALVES, B.J.R. Dinâmica de serrapilheira e transferência de nitrogênio ao solo em plantios de *Pseudosamanea guachapele* and *Eucalyptus grandis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.6, p.597-601, 2004.

BERCHIELLI, T. T. et al. Avaliação da determinação da fibra em detergente neutro e da fibra em detergente ácido pelo sistema ANKOM. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 30, n. 5, p. 1572-1578, 2001.

BERG, B. Litter decomposition and organic matter turnover in northern forest soil. **Forestry Ecology and Management**, v. 133, n. 1/2, p. 13-22, 2000.

BIRCH, H. F. Mineralisation of plant nitrogen following alternate wet and dry conditions. **Plant and Soil**, v. 20, n. 1, p. 43-49, 1964.

BOCOCK, K. L.; GILBERT, O. J. W. The disappearance of litter under different woodland conditions. **Plant and Soil**, v. 9, n. 2, p. 179-185, 1957.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de geologia, mineração e transformação mineral. **Mapa geológico do estado do Espírito Santo**. 2013. Disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/OB0YRSN1-PmeLekM0ZUdJdUhnMTA/edit>>. Acesso em: 23 jan. 2017.

BRASIL. Portaria nº 62-N, de 19 de maio de 1998. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 20 mai. 1998. Seção 1, p. 105.

BÜNDCHEN, M.; BOEGER, M. R. T.; REISSMANN, C. B.; SILVA, S. L. C. da. Status Nutricional e eficiência no uso de nutrientes em espécies arbóreas da floresta subtropical no sul do Brasil. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 41, n. 98, p. 227-236, 2013.

CALDEIRA, M. V. W.; SILVA, R. D.; KUNZ, S. H.; ZORZANELLI, J. P. F.; CASTRO, K. C.; GODINHO, T. O. Biomassa e nutrientes da serapilheira em diferentes coberturas florestais. **Comunicata Scientiae**. v.4, n.2, p. 111-119, 2013.

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

CÂMARA, I. G. Breve história da conservação da Mata Atlântica. In: GALINDO LEAL, C.; CÂMARA, I.G. (Eds.). **Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas**. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica & Conservação Internacional, 2005. p.31-42.

CAMPO, J; MERINO, A. Variations in soil carbon sequestration and their determinants along a precipitation gradient in seasonally dry tropical forest ecosystems. **Global Change Biology**, v. 22, n. 5, p. 1942-1956, 2016.

CAMPOS, E. H.; ALVES, R. R.; SERATO, D. S.; RODRIGUES, G. S. de S. C.; RODRIGUES, S. C. Acúmulo de serrapilheira em fragmentos de mata mesofítica e cerrado *stricto sensu* em Uberlândia-MG. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 20, n. 1, p. 189-203, 2008.

CARDOSO, E. L.; SILVA, M. L. N.; SILVA, C. A.; CURTI, N.; FREITAS, D. A. F. de. Estoques de carbono e nitrogênio em solo sob florestas nativas e pastagens no bioma Pantanal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 9, p.1028-1035, 2010.

CARVALHO, A. M. de; COELHO, M. C.; DANTAS, R. A.; FONSECA, O. P.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; FIGUEIREDO, C. C. Chemical composition of cover plants and its effect on maize yield in no-tillage systems in the Brazilian savanna. **Crop and Pasture Science**, v. 63, p. 1075-1081, 2012.

CARVALHO, A. M.; BUSTAMANTE, M. M. da C.; SOUSA JUNIOR, J. G. de A.; VIVALDI, L. J. Decomposição de resíduos vegetais em Latossolo sob cultivo de milho e plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. e, p. 2831-2838, 2008.

CASTANHO, C. de T. **Fatores determinantes no processo de decomposição em florestas do Estado de São Paulo**. 2005. 111 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras – USP, Ribeirão Preto. 2005.

CASTRO, K. C. **Serapilheira e estoque de carbono ao longo de um gradiente altitudinal na Floresta Ombrófila Densa, no Parque Nacional do Caparaó, ES**. 2014. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2014.

CECCON, E.; SANCHÉZ, S.; CAMPO-ALVES, J. Tree seedling dynamics in two abandoned tropical dry forests of differing successional status in Yucatán, Mexico: a field experiment with N and P fertilization. **Plant Ecology**, v.170, n. 2, p. 12-26, 2004.

CHAZDON, R. L. Regeneração de florestas tropicais. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Ciências Naturais, v. 7, n. 3, p. 195-218, 2012.

CHAZDON, R. L.; PERES, C. A.; DENT, D.; SHEIL, D.; LUGO, A. E.; LAMB, D.; STORK, N. E.; MILLER, S. E. The potential for species conservation in tropical secondary forests. **Conservation Biology**, v. 23, n. 6, p. 1406-1417, 2009.

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

CORDEIRO, G. M.; PAULA, G. A. **Modelos de regressão para análise de dados univariados**. Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada, 1989.

CORREIA, M. E. F; ANDRADE, A. G. Formação de serrapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G.A; CAMARGO, F. A. de. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Genesis, p. 209-214, 1999.

COUTINHO, R. P.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M.; ALVES, B. J. R.; TORRES, A. Q. A.; JANTALIA, C. P. Estoque de carbono e nitrogênio e emissão de N₂O em diferentes usos do solo na Mata Atlântica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 2, p. 195-203, 2010.

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

CUNHA, G. M.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; VELLOSO, A. C. X. Biomassa e estoque de carbono e nutrientes em florestas montanas da Mata Atlântica na região norte do estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 33, n. 5, p. 1175-1185, 2009.

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

DELARMELINA, W. M. **Fertilidade, estoque de carbono orgânico do solo e serapilheira em uma Floresta Estacional Semidecidual Submontana**. 2015. 123 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2015.

DENARDIN, R. B. N.; MATTIAS, J. L.; WILDNER, L. do P., NESI, C. N.; SORDI, A.; KOLLING, D. F.; BUSNELLO, F. J.; CERUTTI, T. Estoque de carbono no solo sob diferentes formações florestais, Chapecó – SC. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 1, p. 59-69, 2014.

DICKOW, K. M. C; MARQUES, R; PINTO, C. B; HÖFER, H. Produção de serapilheira em diferentes fases sucessionais de uma Floresta Subtropical Secundária, em Antonina, PR. **Cerne**, Lavras, v. 18, n. 1, p. 75-86, 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Espírito Santo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1978.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011.

ESPIG, S. A.; FREIRE, F. J. MARANGON, L. C.; FERREIRA, R. L. C.; FREIRE, M. B. G. S.; ESPIG, D. B. Sazonalidade, composição e aporte de nutrientes da serapilheira em fragmento de Mata Atlântica. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 33, n. 5, p. 949-956, 2009.

EWEL, J. J. Litterfall and leaf decomposition in a tropical forest succession in eastern Guatemala. **The Journal of Ecology**, v. 64, n. 1, p. 293-308, 1976.
FAO. **Global Forest Resources Assessment 2010**. FAO Forestry Paper, n. 163, 2010. 378p.

FONTANA, A.; SILVA, C. F. da; PEREIRA, M. G.; LOSS, A.; BRITO, R. J. de; BENITES, V. de M. Avaliação dos compartimentos da matéria orgânica em área de Mata Atlântica. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 3, p. 545-550, 2011.

FREITAS, D. F. de; KER, J. C.; FERNANDES, R. B. A.; FONTES, M. P. F. Planossolos e Gleissolos utilizados na fabricação de cerâmica artesanal no semiárido de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 39, n. 3, p. 654-667, 2015.

GAMA-RODRIGUES, A. C.; BARROS, N. F.; SANTOS, M. L.; Decomposição e liberação de nutrientes do folheto de espécies florestais nativas em plantios puros e mistos no sudeste da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 27, n. 1, p.1021-1031, 2003.

GERHARDT, K.; HYTTEBORN, H. Natural dynamics and regeneration methods in tropical dry forests- an introduction. **Journal of Vegetation Science**, v. 3, n. 3, p. 361-364. 1992.

GHIDIN, A. A.; MELO, V. de F.; LIMA, V. C.; LIMA, J. M. J. C. Topossequências de Latossolos originados de rochas basálticas no Paraná. II – relação entre mineralogia da fração argila e propriedades físicas dos solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 30, n. 2, p.307-319, 2006.

GIÁCOMO, R. G.; PEREIRA, M. G.; GUARESCHI, R. F.; MACHADO, D. L. Atributos químicos e físicos do solo, estoques de carbono e nitrogênio e frações húmicas em diferentes formações vegetais. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 3, p. 617-631, 2015.

GIÁCOMO, R. G.; PEREIRA, M. G.; MACHADO, D. L. Aporte e decomposição de serapilheira em áreas de cerradão e mata mesofítica na estação ecológica de Pirapitinga – MG. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 4, p. 669-680, 2012.

GODINHO, T. de O.; CALDEIRA, M. V. W.; BRUN, E. J. Ciclagem de nutrientes via serapilheira em ecossistemas florestais no Brasil. In: FARIA, A. B. de C.; BRUN, E. J.; FERRARI, F (org). **Ciências Florestais e Biológicas (CIFLORBIO)**. Curitiba: UTFPR, p. 13-52, 2015.

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

GODINHO, T. de O.; CALDEIRA, M. V. W.; ROCHA, J. H. T.; CALIMAN, J. P.; TRAZZI, P. A. Quantificação de biomassa e nutrientes na serapilheira acumulada em trecho de Floresta Estacional Semidecidual Submontana, ES. **Cerne**, Lavras, v. 20, n. 1, p. 11-20, 2014.

GUO, L. B.; SIMS, R. E. H. Litter decomposition and nutrient release via litter decomposition in New Zealand eucalypt short rotation forests. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 75, n. 1-2, p. 133-140, 1999.

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

HILL, J. L.; CURRAN, P. J. Area, shape and isolation of tropical forest fragments: effects on tree species diversity and implications for conservation. **Journal of Biogeography**, v. 30, p. 1391-1403, 2003.

HINSINGER, P. Biology availability of soil inorganic P in the rhizosphere as affected by root-induced chemical changes: A review. **Plant and Soil**, v. 237, p. 173-195, 2001.

HIROSE, T.; BAZZAZ, F. A. Trade-off between light and nitrogen-use efficiency in canopy photosynthesis. **Annals of Botany**, London, v. 82, n. 2, p. 195-202, 1998.

HOLANDA, A. C.; FELICIANO, A. L. P.; MARANGON, L. C.; FREIRE, F. J.; HOLANDA, E. M.; Decomposição da serapilheira foliar e respiração edáfica em um remanescente de caatinga na Paraíba. **Revista Árvore**, v. 39, n. 2, p. 245-254, 2015.

INCAPER. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. 2017. Disponível em: <http://hidrometeorologia.incaper.es.gov.br/?pagina=atlas_pluvio> Acesso em: 19 jan. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2 ed., Rio de Janeiro, 2012. 271 p.

INSTITUTO JONES DOS SANTOS NESVES. **Mapeamento geomorfológico do estado do Espírito Santo**. Nota Técnica 28, Vitória, 2012. 19 p.

JACOBSON, T. K. B.; BUSTAMANTE, M. M. da C.; KOZOVITS, A. R. Diversity of shrub tree layer, leaf litter decomposition and N release in a Brazilian Cerrado under N, P and N plus additions. **Environmental Pollution**, v. 159, n. 10, p. 2236-2242, 2011.

JORDAN, C.F. **Nutrient cycling in tropical forest ecosystems**. Georgia, John Wiley & Sons, 1985. 190p.

KLOCK, U.; ANDRADE, A. S.; SILVA, E. L. da; MOURA, G. B.; POTULSKI, D.; BARBOSA, T. F.; SILVA, D. H. da. **Manual e fichas para prática de análises químicas quantitativas da madeira**. 3ed, Curitiba, 2012. 17p.

KÖNIG, F. G.; SCHUMACHER, M. V.; BRUN, E. J.; SELING, I. Devolução de nutrientes via serapilheira em um fragmento de Floresta Estacional Decidual no município de Santa Maria, RS. **Brasil Florestal**, v. 72, p. 45-52, 2002.

KÖPPEN, W. Das geographische System der Klimate. In: KÖPPEN, W., GEIGER, R. (Eds.): **Handbuch der Klimatologie**. Berlin: Gebrüder Borntraeger, 1936. p.1–44.

LALIBERTE, E., GRACE, J.B., HUSTON, M.A., LAMBERS, H., TESTE, F.P., TURNER, B.L.; WARDLE, D.A. How does pedogenesis drive plant diversity? **Trends in Ecology & Evolution**, v. 28, p. 331–340, 2013.

LECO. **C-144 Carbon Determinator**. Specification Sheet 209-134-003. LECO Corporation, 2008. 2 p.

LEPSCH, I. F.; SILVA, N. M.; SPIRONELO, A. Relação entre matéria orgânica e textura de solos sob cultivo de algodão e cana-de-açúcar, no estado de São Paulo. **Bragantia**, v. 41, n. 8, p. 231-236, 1982.

LIEBERMAN, D. Seasonality and phenology dry forest in Ghana. **Journal of Ecology**, v. 70, n. 1, p. 791- 806, 1982.

LOPES, M. I. M. S.; DOMINGOS, M.; DE VUONO, Y. S. Ciclagem de nutrientes minerais. In: Sylvestre, L.S., Rosa, M.M.T (eds.). **Manual metodológico para estudos botânicos na Mata Atlântica**. Janeiro: Seropédica, p. 72-103. 2002.

LUCHESE, E.B.; FAVERO, L.O.B.; LENZI, E. **Fundamentos da Química do Solo: teoria e prática**. Freitas Bastos Editora. 2ed. Rio de Janeiro. 2002. 159p.

LUIZÃO, F. J.; SCHUBART, H. O. R. Litter production and decomposition in a terra-firme forest of Central Amazonia. **Experientia**, v. 43, n. 3, p. 259-265, 1987.

LUIZÃO, R. C. C.; LUIZÃO, F. J.; PAIVA, R. Q.; MONTEIRO, T. F.; SOUZA, L. S.; KRUIJT, B. Variation of carbon and nitrogen cycling processes along a topographic gradient in a central Amazonian forest. **Global Change Biology**, v. 10, n. 1, p. 592-600, 2004.

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

MACHADO, D. L.; PEREIRA, M. G.; FERNANDES CORREIA, M. E.; DINIZ, A. R.; DOS SANTOS, L. L.; GABRIEL MENEZES, C. E. Nutrient cycling in different successional stages of forest atlantic, in river basin sul Paraiba, RJ. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 4, p. 1222-1237, 2015.

MACHADO, V. J.; SOUZA, C. H. E. de.; ANDRADE, B. B. de.; LANA, R. M. Q.; KORNDORFER, G. H. Curvas de disponibilidade de fósforo em solos com diferentes texturas após aplicação de doses crescentes de fosfato monoamônico. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 1, p. 70-76, 2011.

MAJUMDER, M.; SHUKLA, A. K.; ARUNACHALAM, A. Nutrient release and fungal succession during decomposition of crop residues in a shifting cultivation system.

Communications in Soil Science and Plant Analysis, v. 41, n. 4, p. 497-515, 2010.

MARTÍNEZ-YRÍZAR, A. Biomass distribution and primary productivity of tropical dry forests. In: BULLOCK, S.; MOONEY, H.; MEDINA, E. (Eds.). **Seasonally dry Tropical Forests**. Cambridge: Cambridge University Press, p. 326-345, 1995.

MARTINS, S.C. **Caracterização dos solos e serapilheira ao longo do gradiente altitudinal da Mata Atlântica, estado de São Paulo**. 2010. 155 p. Tese (Doutorado em Ciências) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, 2010.

MEIRELLES, A. C. de; SOUZA, L. A. G. de. Produção e qualidade da biomassa de leguminosas arbóreas cultivadas em sistema de aleias em Latossolo Amarelo da Amazônia Central. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 10, n. 2, p. 67-74, 2015.

MENEZES, C. E. G.; CORREIRA, M. E. F.; PEREIRA, M. G.; BATISTA, I.; RODRIGUES, K. M.; COUTO, W. H.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, I. P. Macrofauna edáfica em estádios sucessionais de floresta estacional semidecidual e pastagem mista em Pinheiral (RJ). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 33, p. 1647-1656, 2009.

MIGUEL, P.; DALMOLIN, R. S. D.; PEDRON, F. de A.; FINK, J. R.; MOURA-BUENO, J. M. Caracterização de plintitas e petroplintitas em solos da Depressão Central do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 6, p. 999-1005, 2013.

MORAES, R. M.; DELITTI, W. B. C.; RINALDI, M. C. S.; REBELO, C. F. Ciclagem mineral em Mata Atlântica de encosta e Mata sobre restinga: nutrientes na serapilheira acumulada. p. 71-77. In: Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros. v. 2., Águas de Lindóia, São Paulo, ACIESP. 1998.

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**, v. 20, n. 1, p. 133-138, 1997.

MURPHY, P. G.; LUGO, A. E. Ecology of tropical dry forest. **Annual Review Ecology Systematic**, v. 17, p. 67-88, 1986.

NASCIMENTO, P. C. do.; LANI, J. L.; MENDONÇA, E. de S.; ZOFFOLI, H. J. de O.; PEIXOTO, H. T. M. Teores e características da matéria orgânica de solos hidromórficos do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 34, n. 1, p. 339-348, 2010.

NASCIMENTO, P. C. do.; LANI, J. L.; ZOFFOLI, H. J. O. Caracterização, classificação e gênese de solos hidromórficos em regiões litorâneas do estado do Espírito Santo. **Científica**, Jaboticabal, v. 41, n. 1, p. 82-93, 2013.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J.; NUNES, F. N. Fósforo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H. V.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Org.). **Fertilidade do solo**. 1. Ed. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 471-550.

ODUM, E. P. The strategy of ecosystem development. **Science**, v. 164, p. 262-270, 1988.

OLIVEIRA, R.R.; LACERDA, L.D. Produção de serapilheira em estágios sucessionais de Floresta Atlântica na Ilha Grande, RJ. **Revista Brasileira de Botânica**, v.28, n.1, p.93-99. 1999.

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

PACHECO, Anderson Almeida. **Pedogênese e distribuição dos solos da bacia hidrográfica do rio Alegre – ES**. 2011. 114 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2011.

PAVINATO, P. S.; ROSOLEM, C. A. Disponibilidade de nutrientes no solo – decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, n. 1, p. 911-920, 2008.

PEREIRA, G. H. A.; PEREIRA, M. G.; ANJOS, L. H. C.; AMORIM, T. A.; MENEZES, C. E. G. Decomposição da serapilheira, diversidade e funcionalidade de invertebrados do solo em um fragmento de Floresta Atlântica. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 5, p. 1317-1327, 2013.

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

PEZZOPANE, J. E. M.; CASTRO, F. S.; PEZZOPANE, J. R. M.; CECÍLIO, R. A. **Agrometeorologia: aplicações para o Espírito Santo**. Alegre: UFES, 2012. 178p.

PIMENTA, J. A.; ROSSI, L. B.; TOREZAN, J. M. D.; CAVALHEIRO, A. L.; BIANCHINI, E. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de um reflorestamento e de uma Floresta Estacional Semidecidual no sul do Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v. 25, n. 1, p. 53-57, 2011.

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

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

POGGIANI, F.; SCHUMACHER, M. V. Ciclagem de nutrientes em florestas nativas. In: Gonçalves, J. L. M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2005. P.287-308.

POGGIANI, F.; SCHUMACHER, M. V. Ciclagem de nutrientes em florestal nativas. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Eds.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF/Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, p. 287-308, 2000.

R CORE TEAM. R: A Language and Environment for Statistical Computing, 2016. Disponível em: <<https://www.r-project.org/>>

REBEILLE, F.; BLIGNY, R.; DOUCE, R. Is the cytosolic Pi concentration a limiting factor for plant cell respiration? **Plant Physiology**, v.74, p. 355-359, 1984.

REINERT, D. J.; ALBUQUERQUE, J. A.; REICHERT, M.; AITA, C.; ANDRADA, M. M. C. Limites críticos de densidade do solo para o crescimento de raízes de plantas de cobertura em Argissolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, n. 1, p. 1805-1816, 2008.

REMINGTON, S. M.; STRAHM, B. D.; NEU, V.; RICHEY, J. E.; CUNHA, H. B. da. The role of sorption in control of riverine dissolved organic carbon concentrations by riparian zone soils in the Amazon basin. **Soil Science**, v. 172, n. 4, p. 279-291, 2007.

RESENDE, M; CURI, N; REZENDE, S. B; CORRÊA, G. F. **Pedologia**: base para distinção de ambientes. 2. ed. Viçosa, MG: NEPUT, 1997. 367 p.

RHEINHEIMER, D. S.; ANGHINONI, I.; KAMINSKI, J. Depleção do fósforo inorgânico de diferentes de diferentes frações provocada pela extração sucessiva com resina em diferentes solos e manejos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 24, n. 2, p. 345-354, 2000.

RIBEIRO, M. R.; OLIVEIRA, L. B. de; ARAUJO FILHO, J. C. de. Caracterização morfológica do solo. In: KER, J. C.; CURI, N.; SCHAEFER, C. E. G. R.; VIDAL-TORRATO, P. **Pedologia**: Fundamentos. 1. ed. Viçosa, MG: SBCS, 2012. p. 1-20.

RODRIGUES, L. A.; CARVALHO, D. A. D.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. D.; CURI, N. Efeitos de solos e topografia sobre a distribuição de espécies arbóreas em um fragmento de floresta estacional semidecidual, em Luminárias, MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 31, n. 1, p. 25-35, 2007.

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

SANTO, I. A. C. P. E. **Modelação e estimação de parâmetros**. Braga, Universidade do Minho. 2001. 74 p.

SANTOS, A. do C.; PEREIRA, M. G.; ANJOS, H. C. dos; BERNINI, T. de A.; COOPER, M.; NUMMER, A. R.; FRANCELINO, M. R. Gênese e classificação de

solos numa topossequência no ambiente de mar de morros do médio vale do Paraíba do Sul, RJ. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 34, n. 1, p. 1297-1314, 2010.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 4. ed. Brasília: Embrapa, 2014.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C. de; SANTOS, H. G. dos; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. dos. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5.ed. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. 100p.

SATO, T., KOMINAMI, Y.; SAITO, S.; NIIYAMA, K.; TANOUCHI, H.; NAGAMATSU, D.; NOMIYA H. Temporal dynamics and resilience of fine litterfall in relation to typhoon disturbances over 14 years in an old-growth lucidophyllous Forest in southwestern Japan. **Plant Ecology**, n. 208, p. 187-198, 2010.

SCHEER, M. B. Decomposição e liberação de nutrientes da serapilheira foliar em um trecho de Floresta Ombrófila Densa Aluvial em regeneração, Guaraqueçaba (PR). **FLORESTA**, Curitiba, v. 38, n. 2, p.253-266, 2008.

SCHIAVO, J. A.; PEREIRA, N. G.; MIRANDA, L. P. M. de; DIAS NETO, A. H.; FONTANA, A. Caracterização e classificação de solos desenvolvidos de arenitos da formação Aquidauana-MS. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 34, n. 1, p. 881-889, 2010.

SCHUMACHER, M. V.; TRÜBY, 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, 2011.

SCORIZA, R. N.; PEREIRA, M. G.; PEREIRA, G. H. A.; MACHADO, D. L.; SILVA, E. M. R. da. Métodos para coleta e análise de serapilheira aplicados à ciclagem de nutrientes. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, RJ, v. 2, n. 2, p. 01-18, 2012.

SCORIZA, R. N.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Influência da precipitação e temperatura do ar na produção de serapilheira em trecho de Floresta Estacional em Sorocaba, SP. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 44, n. 4, p. 687-696, 2014.

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

SHANKS, R.; OLSON, J.S. First year breakdown of leaf litter in Southern Appalachia. **Forest Science**, v. 134, p. 194-195, 1961.

SILVA, A. G. da; GONÇALVES, M. A. M.; REIS, E. F. dos. Decomposição e teor de nutrientes da serapilheira foliar em um fragmento de Floresta Atlântica no sul do estado do Espírito Santo. **Ecologia e Nutrição Florestal**, Santa Maria-RS, v. 1, n. 2, p. 63-71, 2013.

SILVA, C. J. da; SANCHES, J.; BLEICH, M. E.; LOBO, F. de A.; José de Souza NOGUEIRA, J. de S. Produção de serrapilheira no Cerrado e Floresta de Transição Amazônia-Cerrado do Centro-Oeste Brasileiro. **Acta Amazonica**, v. 37, n. 4, p. 543-548, 2007.

SILVA, I.R.; MENDONÇA, E.S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 275-374

SKORUPA, A. L. A.; GUILHERME, L. R. G.; CURI, N.; SILVA, C. P. de C.; SCOLFORO, J. R. S.; MARQUES, MARQUES, J. J. G. de S. e M. M. Propriedades de solos sob vegetação nativa em Minas Gerais: distribuição por fitofisionomia, hidrografia e variabilidade espacial. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 36, n. 1, p. 11-22, 2012.

SOIL SURVEY STAFF. **Soil survey manual**. Washington: USDA, Handbook 18, 2017. 603 p.

SOUZA, D. M. G. de; MIRANDA, L. N. de; OLIVEIRA, S. A. de. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H. V.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Org.). **Fertilidade do solo**. 1. Ed. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 205-274.

STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. Efeitos do sistema de preparo e da rotação de culturas na porosidade e densidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 25, n.1, p. 395-401, 2001.

SWIFT, M. J.; HEAL, O. W.; ANDERSON, J. M. **Decomposition in Terrestrial Ecosystems**. Oxford: Blackwell, 1979. 372p.

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**, v. 36, p. 143-147, 1972.

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

VENDRAMI, J. P.; JURINITZ, C. F.; CASTANHO, C. T. Litterfall and leaf decomposition in forest fragments under different successional phases on the Atlantic Plateau of the state of Sao Paulo, Brazil. **Biota Neotropica**, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 136 - 143, 2012.

VIEIRA, M.; SCHUMACHER, M. V.; ARAÚJO, E. F. D. Disponibilização de Nutrientes via Decomposição da Serapilheira Foliar em um Plantio de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus globulus*. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 21, n. 3, p. 307-315, 2014.

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-MG, v. 28, n. 6, p. 793-800, 2004.

VITOUSEK, P. M. Nutrient cycling and nutrient use efficiency. **American Naturalist**, v. 119, n. 4, p. 553-72, 1982.

VITTI, G. C.; LIMA, E.; CICARONE, F. Cálcio, Magnésio e Enxofre. In: FERNANDES, M. S. **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 299-325.

YOMANS, J. C.; BREMNER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 19, n. 13, p. 1467-1476.

ZINN, Y.L.; LAL, R.; RESCK, D.V.S. Changes in soil organic carbon stocks under agriculture in Brazil. **Soil and Tillage Research**, v.84, n. 1, p. 28-40, 2005.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Teor (g kg^{-1}) de macronutrientes e C_{org} (%) na fração folhas, em dois anos de estudo, na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.

Mês	N		P		K		Ca		Mg		S		C_{org}	
	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2
Abr.	22,68	21,82	0,88	0,80	11,55	4,33	21,86	24,62	4,75	4,03	3,72	2,96	44,22	42,52
Mai	18,99	19,81	0,79	0,80	10,60	7,72	24,02	21,12	4,92	4,41	3,57	3,16	44,27	42,51
Jun.	18,74	17,85	0,73	0,82	8,92	9,58	23,80	21,02	5,07	4,83	3,26	2,60	42,85	42,96
Jul.	19,41	17,62	0,91	0,64	6,30	7,41	24,87	18,86	4,31	4,72	3,12	2,45	42,79	42,90
Ago.	15,45	18,41	0,64	0,64	8,54	4,16	22,73	22,94	4,30	4,05	2,64	2,64	42,48	42,84
Set.	15,52	17,66	0,64	0,54	9,89	6,50	21,98	19,20	5,22	4,76	3,08	2,99	42,41	42,62
Out.	17,34	15,59	0,65	0,60	5,55	4,47	24,62	16,75	4,22	3,18	2,73	2,74	42,24	42,70
Nov.	18,62	22,14	0,85	0,95	6,46	3,70	20,70	17,44	3,67	2,92	3,22	3,47	42,59	42,26
Dez.	16,80	24,31	0,63	0,66	9,32	2,18	19,18	15,74	4,26	2,70	3,34	3,08	42,87	42,47
Jan.	19,97	15,86	0,80	0,72	6,45	5,07	22,10	15,01	4,42	2,94	2,95	2,76	43,02	43,00
Fev.	20,21	20,51	0,67	0,56	6,17	2,23	20,39	12,21	3,75	2,20	2,49	2,73	43,03	43,26
Mar.	19,11	20,23	0,79	0,71	7,74	5,89	23,30	11,14	4,57	2,90	2,95	2,81	42,65	42,61
Média	18,57	19,32	0,75	0,70	8,12	5,27	22,46	18,00	4,46	3,64	3,09	2,87	42,95	42,72
s	2,06	2,63	0,10	0,12	1,97	2,24	1,77	4,11	0,48	0,93	0,36	0,28	0,65	0,28
CV (%)	11,07	13,62	13,28	17,06	24,26	42,52	7,87	22,83	10,76	25,50	11,77	9,77	1,51	0,65

Em que: N = Nitrogênio; P = Fósforo; K = Potássio; Ca = Cálcio; Mg = Magnésio; S = Enxofre; C_{org} = Carbono orgânico; Ano 1 = 2014-2015; Ano 2 = 2015-2016; s = Desvio Padrão; CV = Coeficiente de Variação.

Fonte: o autor.

APÊNDICE B – Teor (g kg⁻¹) de macronutrientes e C_{org} (%) na fração galhos + miscelânea, em dois anos de estudo, na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.

Mês	N		P		K		Ca		Mg		S		C _{org}	
	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2
Abr.	14,23	15,68	0,69	0,65	7,87	3,23	15,58	23,46	2,13	2,96	2,32	2,01	44,06	42,82
Mai	16,71	15,98	0,85	0,74	9,27	4,73	19,63	20,22	2,83	2,59	2,23	2,15	44,26	43,11
Jun.	12,95	15,24	0,80	0,76	6,24	3,68	17,69	21,95	2,10	2,30	1,74	2,05	43,28	42,99
Jul.	12,02	14,16	0,53	0,78	3,76	4,95	17,92	15,65	2,42	2,40	1,83	1,98	43,17	43,35
Ago.	13,37	15,61	0,57	0,51	4,98	3,32	18,62	20,80	2,10	2,60	2,16	2,03	43,04	43,01
Set.	11,27	16,12	0,56	0,98	6,30	5,03	16,59	15,20	2,23	2,22	1,76	2,32	43,04	42,97
Out.	15,84	12,79	0,74	0,55	4,39	3,40	18,91	16,46	2,67	1,59	2,46	1,65	42,50	42,92
Nov.	14,84	19,34	0,72	0,67	4,81	3,11	21,86	16,67	2,15	2,22	1,99	2,47	43,00	42,46
Dez.	12,72	16,24	0,78	0,68	6,06	2,48	20,82	15,65	2,44	1,95	1,95	2,32	43,08	43,15
Jan.	14,86	15,91	0,60	0,58	3,76	2,37	21,32	11,02	1,99	1,31	1,55	1,97	43,16	43,34
Fev.	14,75	14,70	0,55	0,60	4,21	1,76	17,23	14,23	1,78	1,70	1,46	1,76	43,20	43,27
Mar.	16,40	20,37	0,74	0,83	5,23	4,95	18,00	9,80	2,21	1,22	1,62	2,02	43,30	42,74
Média	14,16	16,01	0,68	0,69	5,57	3,58	18,68	16,76	2,25	2,09	1,92	2,06	43,26	43,01
s	1,73	2,06	0,11	0,13	1,68	1,11	1,93	4,19	0,29	0,54	0,32	0,23	0,47	0,26
CV (%)	12,19	12,85	16,36	19,25	30,15	31,05	10,31	24,99	13,00	25,95	16,54	11,26	1,09	0,61

Em que: N = Nitrogênio; P = Fósforo; K = Potássio; Ca = Cálcio; Mg = Magnésio; S = Enxofre; C_{org} = Carbono orgânico; Ano 1 = 2014-2015; Ano 2 = 2015-2016; s = Desvio Padrão; CV = Coeficiente de Variação.

Fonte: o autor.

APÊNDICE C – Teor (g kg⁻¹) de macronutrientes e C_{org} (%) na serapilheira acumulada, em dois anos de estudo, na RPPN Fazenda Boa Esperança, Cachoeiro de Itapemirim, ES.

Mês	N		P		K		Ca		Mg		S		C _{org}	
	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2
Abr.	17,29	18,60	0,50	0,57	1,72	1,36	23,24	27,09	2,35	2,67	2,15	2,26	44,10	41,95
Mai	18,67	18,20	0,62	0,66	1,86	1,36	28,71	30,79	2,60	2,79	2,60	2,60	42,17	41,30
Jun.	17,08	17,62	0,55	0,61	2,63	1,27	27,49	28,83	2,58	2,60	2,57	2,22	42,61	41,87
Jul.	18,01	16,01	0,63	0,57	2,32	1,62	26,32	24,70	2,88	2,34	2,68	2,20	41,51	41,81
Ago.	15,73	17,36	0,53	0,60	2,80	1,82	23,49	23,13	2,58	2,69	2,14	2,30	42,24	41,03
Set.	15,21	16,22	0,66	0,49	4,31	1,98	25,25	20,49	3,31	2,61	2,29	2,03	42,39	42,33
Out.	16,38	17,51	0,51	0,47	1,98	1,32	24,89	19,03	2,88	2,20	2,23	2,10	42,48	42,21
Nov.	16,99	18,57	0,65	0,53	1,78	1,13	25,15	19,43	2,76	2,09	2,37	2,20	42,15	41,14
Dez.	16,05	17,15	0,72	0,47	2,54	1,05	25,27	15,88	2,89	1,68	2,39	2,00	42,07	41,61
Jan.	18,85	18,64	0,57	0,46	2,03	0,74	25,22	16,62	2,87	1,51	1,99	2,23	42,39	42,53
Fev.	20,20	19,51	0,59	0,45	2,11	0,53	24,50	13,86	2,77	1,40	2,06	2,03	42,50	42,18
Mar.	19,79	18,04	0,65	0,40	1,96	0,93	27,27	12,08	3,00	1,29	2,18	1,99	41,93	42,45
Média	17,52	17,78	0,60	0,52	2,34	1,26	25,57	20,99	2,79	2,16	2,30	2,18	42,38	41,87
s	1,60	1,02	0,07	0,08	0,71	0,42	1,62	5,99	0,25	0,55	0,22	0,17	0,62	0,51
CV (%)	9,13	5,75	11,36	15,03	30,43	33,51	6,34	28,54	8,83	25,69	9,62	7,81	1,46	1,21

Em que: N = Nitrogênio; P = Fósforo; K = Potássio; Ca = Cálcio; Mg = Magnésio; S = Enxofre; C_{org} = Carbono orgânico; Ano 1 = 2014-2015; Ano 2 = 2015-2016; s = Desvio Padrão; CV = Coeficiente de Variação.

Fonte: o autor.