



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

**LUANA OLIVEIRA CALÓ**

**ATRIBUTOS QUÍMICOS E BIOLÓGICO DO SOLO EM ÁREAS DE  
RESTAURAÇÃO FLORESTAL**

JERÔNIMO MONTEIRO

2014

LUANA OLIVEIRA CALÓ

**ATRIBUTOS QUÍMICOS E BIOLÓGICO DO SOLO EM ÁREAS DE  
RESTAURAÇÃO FLORESTAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais na Área de Concentração Recursos Florestais.  
Orientador: Prof. D.Sc. Marcos Vinicius Winckler Caldeira  
Coorientadora: Prof<sup>a</sup> D.Sc. Adriana Maria de Aquino

JERÔNIMO MONTEIRO

2014

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

---

C165a Caló, Luana Oliveira, 1989-  
Atributos químicos e biológicos do solo em áreas de restauração florestal /  
Luana Oliveira Caló. – 2014.

110 f. : il.

Orientador: Marcos Vinicius Winckler Caldeira.

Coorientador: Adriana Maria de Aquino.

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

1. Biodiversidade. 2. Análise multivariada. 3. Química do solo. 4. Biologia do solo. 5. Grupos funcionais. I. Caldeira, Marcos Vinicius Winckler. II. Aquino, Adriana Maria de. III. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias. IV. Título.

CDU: 630

---

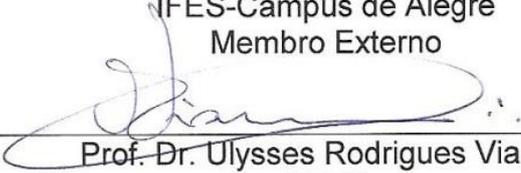
**ATRIBUTOS QUÍMICOS E BIOLÓGICO DO SOLO EM ÁREAS DE  
RESTAURAÇÃO FLORESTAL**

**Luana Oliveira Caló**

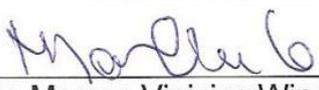
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais na Área de Concentração Ciências Florestais.

Aprovada em 07 de setembro de 2014.

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Otacílio José Passos Rangel  
IFES-Campus de Alegre  
Membro Externo

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Ulysses Rodrigues Vianna  
UFES  
Membro Externo

  
\_\_\_\_\_  
Prof.ª Dr.ª Sandra Santana de Lima  
UFRRJ  
Membro Externo

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Marcos Vinicius Winckler Caldeira  
UFES  
Orientador

Aos meus pais Jorge Caló e Terrija Martins, dedico.

“A ignorância abissal de nossa sociedade sobre a verdadeira natureza dos solos e seus processos biológicos é o maior obstáculo para alcançarmos um novo progresso.”

(Patrick Lavelle)

## Agradecimentos

Agradeço aos meus pais pela parceria, amor e apoio incondicional, a minha mãe Terrijia que foi crucial para o restabelecimento emocional muitas vezes perdidos ao longo dessa trajetória, e o meu Pai Jorge Caló, que colocou literalmente a mão na massa por mim. A minha irmã Fernanda que mesmo longe se mostrou presente e sempre me motivou a seguir em frente, me tendo como exemplo e uma pessoa importante em sua vida.

Ao meu orientador Marcos Vinicius Winckler Caldeira, que me adotou desde o início desse processo, por ter acreditado na minha paixão por entomologia, e ter me dado apoio a estudar o que realmente amo. As suas “puxadas de orelha” que me fizeram amadurecer de uma maneira que a graduação não pôde, meus trabalhos ficaram bem mais apresentáveis depois de ti. A minha co-orientadora Adriana Marina de Aquino pelo seu incrível e enorme carinho e segurança, por me fazer amar minha pesquisa e seus resultados. Pela sua paciência, calma e acima de tudo por me motivar. Não tenho palavras para dizer o quanto foi importante em minha jornada.

Agradeço aos professores Sustanis Kunz, Sidney Zanetti e Elizabeth Neire que participaram da minha banca de projeto de dissertação. Nunca esquecerei o dia em que fiquei frente a frente com vocês, aos seus conselhos e opiniões. Foi duro, porém não teria conseguido fazer um trabalho como esse sem ter passado por isso.

Ao Carlos Eduardo Moraes, no qual não teria conseguido sobreviver a Jerônimo Monteiro sem ti, você foi bem mais além que um amigo. A Kallil Castro, que me deu suporte todos os dias, em todas as frustrações, a todos os problemas e a toda aranha que insistia em me perseguir naquela casa. Sentirei eternas saudades em dividir uma casa com vocês meninos. A Keylla Lopes por me fazer dar risada de cada problema e nunca se esquecer de mim, mesmo na distância. A Elizabete Gusmão (déli, déli), minha preta, minha válvula de escape e conselheira, agradeço pela força, exemplo e gargalhadas. A Marjori Vaccari pelo carinho, paciência, mimos e longas horas no telefone sendo praticamente minha psicóloga.

Aos amigos que o mestrado me trouxe, ao Ewerthon, Julia, Ana Carolina (churrasco sem vocês não será a mesma coisa), Cris, Vilene, Fagner, Eliais, Brunela, Dida, Felício, Pedro, Rafa. A Renata Agostinho e Luiz Henrique meu casal

top, obrigada pelos almoços, cafés, risadas, saídas, conversas e conselhos. Sentirei saudades.

Agradeço a todo pessoal do laboratório de fauna de solo da Embrapa Agrobiologia, pelo carinho, atenção e hospitalidade, em especial a Maria Elizabete e Rafael Scoriza, meu aprendizado foi enorme. Ao Tiago Godinho por se mostrar disponível a me ajudar mesmo sem tempo.

Ao programa de pós-graduação em ciências florestais a oportunidade de ingressar nessa aventura, e a todos os professores pelo aprendizado. Agradeço a Vale por acreditar no potencial de uma pesquisa acadêmica, cedendo espaço, bolsa e subsídios para que esse trabalho pudesse ser feito.

A todos aqueles que direta ou indiretamente foram peças fundamentais para a conclusão desse trabalho, o meu profundo e eterno agradecimento.

## RESUMO GERAL

CALÓ, Luana Oliveira. **Atributos químicos e biológicos do solo em áreas de restauração florestal**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, ES. Orientador: Prof. D.Sc. Marcos Vinicius Winckler Caldeira. Coorientador: Prof<sup>a</sup>. D.Sc. Adriana Maria de Aquino.

O estudo de indicadores biológicos de qualidade do solo tem vital importância no entendimento dos processos ecológicos existentes nesses sistemas. A fauna do solo atua diretamente na decomposição da matéria orgânica do solo, bem como na disponibilidade de nutrientes responsáveis pelo desenvolvimento florestal e, também nas propriedades e processos físicos, químicos e biológicos do solo. A Reserva Natural Vale está inserida em uma das áreas de extrema importância biológica localizada entre os municípios de Linhares e Jaguaré, e corresponde a 25% da área remanescente de Mata Atlântica do Espírito Santo. O presente trabalho teve como objetivo geral a caracterização dos atributos químicos do solo e serapilheira acumulada, bem como da fauna epigea em áreas em processo de restauração, e trecho florestal de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, e pastagem na Reserva Natural Vale, Linhares, ES. Três modelos de restauração (T1, T2, T3) com diferentes riquezas arbóreas (29, 58 e 114 espécies) foram comparadas com pastagem não degradada (T4) e um trecho de floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (T5). Foram demarcadas três parcelas de 50x50 m em cada tratamento com realização de duas amostragens referente à época de menor precipitação (seca) e maior precipitação (chuvosa). Em cada parcela foi retirado amostras de solo em três profundidades para análise química, e coletou-se serapilheira para cálculo de biomassa e análise de macronutrientes. Para amostragem da fauna epigea, foi utilizado armadilhas de solo “pitfall traps”. Foi realizada análise de componentes principais (ACP) e análise de co-inércia, além da obtenção do índice de Shannon e Pielou da fauna epigea, bem como sua distribuição em grupos funcionais. Como resultado o estoque de serapilheira acumulada e MO foram sempre superiores no trecho florestal, seguidos pela pastagem e os modelos de restauração. A pastagem apresentou elevados teores de K. Foi observada a influência de cada fisionomia

arbórea nos atributos estudados. Entre os modelos de restauração, destacou-se o tratamento três (T3) em relação aos demais. Os coleópteros e Pseudoscorpionidas se mostraram bons indicadores de qualidade do solo através das análises multivariadas, no qual demonstraram ser importantes ferramentas no estudo de indicadores biológicos de qualidade do solo.

**Palavras-chave:** Biodiversidade, Análise multivariada, Química do solo, Biologia do solo, Grupos funcionais.

## ABSTRACT

CALÓ, Luana Oliveira. **Chemical and biological attributes of soil in forest restoration**. 2014. Dissertation (Master's degree on Forest Science) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, ES. Adviser: Prof. D.Sc. Marcos Vinicius Winckler Caldeira. Co-adviser: Prof. D.Sc. Adriana Maria de Aquino.

The study of biological indicators of soil quality is of vital importance in understanding the existing ecological processes in these systems. Soil fauna acts directly on the decomposition of soil organic matter and nutrient availability responsible for forest development and also on the properties and physical, chemical and biological soil processes. The Valley Nature Reserve is set in an area of extreme biological importance located between the municipalities of Linhares and Jaguaré, and accounts for 25% of the remaining area of Atlantic Forest in Espírito Santo. This study aimed to characterize the chemical properties of the soil and litter accumulated, as well as the epigeal fauna in areas where the restoration process, and forest area in a Tropical Rainforest Lowlands, and pasture in the Vale Natural Reserve, Linhares, ES. Three models of restoration (T1, T2, T3) with different arboreal wealth (29, 58, and 114 species) were compared with non-degraded pasture (T4) and a stretch of Dense forest of lowland (T5). Three plots of 50x50 m were demarcated in each treatment with conducting two samples on the time of lower rainfall (drought) and highest rainfall (rainy). In each plot, soil samples were taken at three depths for chemical analysis, and yielded litter biomass for calculation and analysis of macronutrients. Sampling of epigeal fauna, we used pitfall traps "pitfall traps." Principal component analysis (PCA) and co-inertia analysis was performed, in addition to obtaining the Shannon index and evenness of the epigeal fauna as well as their distribution in functional groups. As a result the stock of accumulated litter and MO were always higher in the forest area, followed by grazing and restoration models. The pasture had high levels of K. The influence of each tree physiognomy was observed in the studied attributes. Among the models of restoration, the highlight was the three treatment (T3) relative to the other. The Coleoptera and Pseudoscorpionidas, proved good indicators of soil quality through multivariate

analyzes, which proved to be important tools in the study of biological indicators of soil quality.

**Keyword:** Biodiversity, Multivariate Analysis, Soil Chemistry, Soil Biology, Functional Groups.

## SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO GERAL .....   | 14 |
| 2 REFERÊNCIAS .....  | 17 |
| CAPÍTULO I .....   | 20 |
| FERTILIDADE DO SOLO E SERAPILHEIRA EM ÁREAS DE RESTAURAÇÃO NA<br>RESERVA NATURAL VALE, ES.....                 | 20 |
| 1 INTRODUÇÃO .....   | 25 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS .....  | 27 |
| 2.1 ÁREA DE ESTUDO .....   | 27 |
| 2.2 CARACTERIZAÇÃO DOS TRATAMENTOS .....   | 28 |
| 2.3 ÉPOCA DE AMOSTRAGEM.....   | 32 |
| 2.4 AMOSTRAGEM DO SOLO .....   | 33 |
| 2.5 AMOSTRAGEM DA SERAPILHEIRA .....   | 34 |
| 2.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....  | 35 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....   | 36 |
| 3.1 ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO .....   | 36 |
| 3.1.1 Análise de componentes principais.....   | 43 |
| 3.2 SERAPILHEIRA ACUMULADA.....  | 47 |
| 3.2.2 Nutrientes da serapilheira acumulada.....  | 52 |
| 3.2.3 Análise de componentes principais.....   | 55 |
| 4 CONCLUSÕES .....   | 58 |
| 5. REFERÊNCIAS.....  | 59 |
| CAPITULO II .....  | 68 |
| CARACTERIZAÇÃO DA FAUNA EPÍGEA COMO INDICADORA DE QUALIDADE<br>DO SOLO EM ÁREAS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL ..... | 68 |
| 1 INTRODUÇÃO .....   | 73 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS .....  | 76 |
| 2.1 AMOSTRAGEM DA FAUNA DE SOLO .....  | 76 |
| 2.1.1 Análise de diversidade.....  | 77 |
| 2.1.1.2 Equabilidade de Pielou (U) .....   | 77 |
| 2.1.1.2 Frequência (F) .....   | 78 |
| 2.1.2 Análises estatísticas .....  | 78 |
| 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....  | 79 |

|   |     |
|---|-----|
| 3.1 NÚMEROS DE INDIVÍDUOS, COMPOSIÇÃO E FREQUÊNCIA DA FAUNA EPÍGEA..... | 79  |
| 3.1.1 Índices ecológicos.....   | 87  |
| 3.1.2 Grupos funcionais .....   | 89  |
| 3.1.3 Análise de componentes principais.....                            | 93  |
| 3.2 RELAÇÃO ENTRE A FAUNA E OS ATRIBUTOS EDÁFICOS .....                 | 95  |
| 4 CONCLUSÃO.....  | 98  |
| 5 REFERÊNCIAS.....  | 99  |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS .....  | 105 |
| ANEXOS .....  | 106 |

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A Mata Atlântica é um dos biomas tropicais mais ameaçados do mundo. Conhecido como uma das maiores reservas de biodiversidade do Brasil, apresenta altos índices de endemismo. Este fato deve-se principalmente, à grande variedade das suas florestas, os quais se diferenciam por suas características de solo, relevo, vegetação, altitude, microclima, e outros. Porém, nos últimos tempos, as transformações da Mata Atlântica por meio de ações antrópicas como: processo de colonização, agricultura e industrialização, vem dizimando esse bioma em ritmo acelerado. No Brasil resta em sua totalidade, apenas 8,5%, sendo que, no estado do Espírito Santo restam 10,5% de sua cobertura inicial. (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2012).

O processo de fragmentação e degradação dos ecossistemas florestais apresentam efeitos negativos sobre a comunidade biótica desses ambientes (GOMES et. al., 2007). A degradação ambiental altera a população e diversidade vegetal e animal, provoca perdas estruturais e funcionais do ecossistema, aumenta os processos erosivos, além de alterar as propriedades química, física e biológica do solo (DAMASCENO; GANDARA, 2005).

Áreas degradadas são aquelas áreas que perderam seus meios de regeneração biológica e sua capacidade de recuperação, necessitando intervenção humana, através de revegetação e, ou, enriquecimento (WILSON, 1997; DUCATTI, 2002). Atualmente vem-se aumentando a conscientização ambiental da sociedade em busca de métodos de retorno das áreas degradadas em seu estado original (FIGUEREDO; SEVEGNANI; AUMOND, 2007).

O aprimoramento da legislação pertinente e um conjunto de ações executadas por pesquisadores das mais diferentes áreas do conhecimento, proporcionam o restabelecimento e a reestruturação de condições de equilíbrio e sustentabilidade de áreas degradadas (DIAS; GRIFFITH, 1998).

A restauração florestal tem como objetivo a formação do ecossistema mais próximo possível ao original, recuperando a biodiversidade local e seus processos ecológicos de interação entre os organismos desses ambientes (MENDES; MELLONI; MELLONI, 2006).

Atualmente, existem inúmeras pesquisas e propostas de modelos de restauração florestal. Esses estudos vêm sendo significativos nas discussões sobre

a recuperação relacionada, por exemplo, à fitossociologia (PINHEIRO et al., 2007; ESPERANÇA et al., 2011), dinâmica de populações de algumas espécies (CHAGAS et al., 2001), interação planta e animal (MIKICH; BIANCONI, 2005) e forma, época de plantio e facilidades no custo de implantação (LIRA et al., 2012).

Os avanços cruciais dos modelos de restauração ocorreram por meio da utilização de plantio por sucessão de grupos ecológicos das florestas tropicais. Estudos sobre o entendimento da sucessão florestal buscam compreender a dinâmica das florestas tropicais e suas aplicações na restauração (DAMASCENO; GANDARA, 2005).

No entanto, além de implantar projetos de restauração, é necessário avaliar e monitorar sua efetividade. As avaliações dos modelos de restauração, por meio de bioindicadores são por sua maioria sobre análise química e física do solo (MENDES; MELLONI; MELLONI, 2006), regeneração natural (CANDIANI, 2007; SALOMÃO; ROSA; MORAIS, 2007; FERREIRA et al., 2010), parâmetros estruturais (diâmetro à altura do peito, copa) (MELO, MIRANDA; DURIGAN, 2007), chuva, dispersão e banco de sementes (ARAUJO, 2002; BRAGA et al., 2008) e aporte e produção de serapilheira (MOREIRA; SILVA, 2004; MACHADO; RODRIGUES; PEREIRA, 2008; SCORIZA et al., 2009). Porém, a restauração de uma área visa a retomada da funcionalidade do solo mediada por diversas formas de organismos, suas estruturas e complexas interações, envolvendo diferentes grupos da biota do solo.

Estima-se que vivem no solo entre 5 a 80 milhões de espécies compostos em sua maioria por artrópodes (KAGEYAMA; GANDARA, 2000; THOMAZINI; THOMAZINI, 2002; MOÇO et al., 2005; MUSSURY et al., 2008). A fauna edáfica atua diretamente nos processos químicos e físicos que ocorrem no solo, desempenhando um papel chave no funcionamento do ecossistema. Esses organismos estão associados diretamente à fragmentação do material vegetal acumulado no solo, bem como a ciclagem de nutrientes, incorporação de matéria orgânica e manutenção da fertilidade do solo. (SILVA et al., 2006; MUSSURY et al., 2008; CALVI et al., 2010).

A fauna do solo possuem efeitos variáveis no processo e taxas de decomposição da serapilheira, podendo contribuir diretamente para o fracionamento e formação do húmus. Como resposta a atividade humana, mudanças na composição da comunidade edáfica alteram processos biogeoquímicos, através da

redução da deterioração da serapilheira e da disponibilidade de nutrientes minerais e orgânicos para o solo (DESMASCENO, 2005).

Nesse contexto, o conhecimento e dos atributos e análise da comunidade da fauna edáfica e a relação entre esses podem contribuir para a avaliação e biomonitoramento das modificações de habitats. A riqueza e distribuição dos organismos edáficos podem revelar o nível de qualidade ambiental, auxiliando na avaliação de modelos de recuperação florestal e sua sustentabilidade ecológica (LINDEN et al., 1994; SILVEIRA NETO et al., 1995; WINK; JERSON, 2005; MERLIM, et al., 2005).

O presente trabalho teve como objetivo geral a caracterização dos atributos químicos do solo e serapilheira acumulada, bem como da fauna epígea em áreas em processo de restauração, e trecho florestal de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, e pastagem na Reserva Natural Vale, Linhares, ES. Para isso o trabalho foi dividido em capítulos. No Capítulo I, foi realizada uma exposição dos aspectos químicos do solo, biomassa da serapilheira acumulada, teor e conteúdo de nutrientes da serapilheira. Já o Capítulo II abordou a caracterização, diversidade e distribuição da fauna epígea nos tratamentos estudados, bem como sua correlação com os atributos edáficos da serapilheira.

## 2 REFERÊNCIAS

ARAUJO, R. S.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. ; FRAZÃO, F. ; MACHADO, M. ; DUARTE, C. Chuva de sementes em mata secundária, na Reserva Biológica de Poço das Antas, Silva Jardim, RJ.. In: 11 JORNADA FLUMINENSE DE BOTÂNICA, 2002, Seropédica - RJ. **Resumos**. Seropédica: UFRRJ, 2002.

BRAGA, A. J. T.; GRIFFITH, J. J.; PAIVA, H. N.; NETO, J. A. A. M. Composição do banco de sementes de uma floresta semidecidual secundária considerando o seu potencial de uso para recuperação ambiental. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 32, n. 6, p. 1089-1098, 2008.

CALVI, G. P; PEREIRA, M. G.; JUNIOR, A. E.; MACHADO, D. L. Composição da fauna edáfica em duas áreas de floresta em Santa Maria de Jetibá-ES, Brasil. **Acta Agronomica**, Colômbia, v. 59, n. 1, p. 37-45, 2010.

CANDIANI, G.; Caracterização da regeneração natural em áreas anteriormente ocupadas por eucalipto: subsídios para a recuperação florestal. In: **58.º Congresso Nacional de Botânica**, São Paulo, 2007.

CHAGAS, R. K.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. de; BERG, E. V. D.; SCOLFORO, J. R. S. Dinâmica de populações arbóreas em um fragmento de floresta estacional semidecidual montana em Lavras, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 39-57, 2001.

DAMASCENO, A. C. F.; GANDARA, F. B. Macrofauna Edáfica em Áreas restauradas com Diferentes Idades no Pontal do Paranapanema.. In: VI Simpósio Nacional e Congresso Latino-americano Recuperação de Áreas Degradadas, 2005, Curitiba. **Anais**. Curitiba, p. 25-33, 2005.

DIAS, L. E.; GRIFFITH, J. J. Conceituação e caracterização de áreas degradadas. In: DIAS, L. E.; MELLO, J. W. **Recuperação de Áreas Degradadas**. SOBRADE/FINEP, Viçosa, MG, p. 1-7, 1998.

DUCATTI, F. **Fauna edáfica em fragmentos florestais e em áreas reflorestadas com espécie da Mata Atlântica**. 2002 70 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo – USP. Piracicaba, 2002.

ESPERANÇA, A. A. F.; DEMOLINARI, R. A.; SOARES, C. E.; MARTINS, S. V.; NETO, A.M. Caracterização fitossociológica da regeneração natural de uma área restaurada após a mineração de bauxita, em Itamarati de Minas, MG. In: Congresso Brasileiro de Reflorestamento Ambiental, 14, 2011 – SESC. **Resumo expandido**. Garapari, ES. 2011.

FERREIRA, W. C.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R.; FERREIRA, D. F. Regeneração natural como indicador de recuperação de área degradada a jusante da usina hidrelétrica de camargos, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 34, n. 4, p. 651-660, 2010.

FIGUEREDO, A. G. ; SEVEGNANI, L. ; AUMOND, J. J. . Recuperação de área degradada por mineração de argila, com o uso de *Mimosa scabrella* Benth. (Fabaceae), Doutor Pedrinho, SC. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, p. 741-743, 2007.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Mata Atlântica**. Disponível em: < <http://www.sosma.org.br/nossa-causa/a-mata-atlantica/>>. Acesso em: 21 de Abril 2013.

GOMES, A. A.; MUSSURY, R. M.; SCALON, S. P. Q.; WATTHIER, F.; CUNHA, K. A. A.; FILHO, H. S. Avaliação do impacto da fragmentação de florestas nativas sobre a mesofauna edáfica na região de Dourados-MS. **Ciências Agrotécnicas**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 612-618, maio/jun., 2007.

KAGEYAMA, P.; GANDARA, F.B. Recuperação de áreas ciliares. In.: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. F. (Ed.). **Matas Ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, p. 249-269, 2000.

LINDEN, D. R., HENDRIX, P. F., COLEMAN, D. C. Faunal indicators of soil quality. In: COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. **Defining Soil Quality for a Sustainable Environment**. Madison, SSSA, p. 91-106. 1994.

LIRA, D. F. S.; MARANGON, L. C.; FERREIRA, R. L. C.; MARANGON, G. P.; SILVA, E. A. Comparação entre custos de implantação de dois modelos de restauração florestal em Pernambuco. **Scientia Plena**, v. 8, n. 4(b), abril, 2012.

MACHADO, M. R.; RODRIGUES, F. C. M. P.; PEREIRA, M. G. Produção de serapilheira como bioindicador de recuperação em plantio adensado de revegetação. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 143-151, 2008.

MELO, A. C. G.; MIRANDA, D. L. C.; DURIGAN, G. Cobertura de copas como indicador de desenvolvimento estrutural de reflorestamentos de restauração de matas ciliares no médio vale do Paranapanema, SP, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 2, 2007

MENDES, F. G.; MELLONI, E. G.; MELLONI, R. Aplicação de atributos físicos do solo no estudo da qualidade de áreas impactadas, em Itajubá/MG. **Cerne**, Lavras, v. 12, n. 3, p. 211-220, 2006.

MERLIM, A. O.; AQUINO, A. M. de; GUERRA, J. G. M.; MODESTO, R. Soil macrofauna in cover crops of figs grown under organic management. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n. 1, p. 57-61, 2005.

MIKICH, S. B.; BIANCONI, G. V. Potencializando o papel dos morcegos frugívoros na recuperação de áreas degradadas. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 51, p. 155, 2005.

MOÇO, M. K. S.; RODRIGUES, E. F. G.; RODRIGUES, A. C. G.; CORREIA, M. E. F. Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região norte fluminense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 4, p. 555-564, 2005.

MOREIRA, P. R.; SILVA, O.A. Produção de serapilheira em área reflorestada. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 49-59, 2004.

MUSSURY, R. M.; SCALO, S. P. Q.; GOMES, A. A.; BATISTA, M. R.; FILHO, H. S. Flutuação populacional da mesofauna em fragmentos de mata da região de Dourados – MS. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 645-650, 2008.

PINHEIRO, K. A. O.; CARVALHO, J. O. P.; QUANZ, B.; FRANCEZ, L. M. B.; SCHWARTZ, G. Fitossociologia de uma área de preservação permanente no leste da Amazônia: indicação de espécies para recuperação de áreas alteradas. **Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 2, mai/jun 2007.

SALOMÃO, R. P.; ROSA, N. A.; MORAIS, K. A. C. Dinâmica da regeneração natural de árvores em áreas mineras da Amazônia. **Ciências Naturais**, Belém, v. 2, n. 2, p. 85-139, mai-ago. 2007.

SCORIZA, R. N.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; NEVES, J. B. C.; STRABELI, T. Aporte de Biomassa como Indicador de Qualidade de Fragmentos Florestais Inseridos em Agroecossistemas. **Revista Brasileira De Agroecologia**, v. 4 n.2, p. 673 676, nov. 2009.

SILVA, R. F.; AQUINO, A. M.; MERCANTE, F. M. e GUIMARÃES, M. F. Macrofauna invertebrada do solo sob diferentes sistemas de produção em Latossolo da Região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.4, p.697-704, abr. 2006.

SILVEIRA NETO, S., MONTEIRO, R. C., ZUCCHI, R. A., MORAES, R. C. B. Uso da análise faunística de insetos na avaliação do impacto ambiental. **Scientia agrícola**, v. 52,n. 1,p. 9-15, 1995.

THOMAZINI, M. J.; THOMAZINI, A. P. B. W. Diversidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em inflorescências de *Piper hispidinervum* (C.DC.). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 31, n. 1, p. 27-34, 2002.

WILSON, E. O. A situação atual da diversidade biológica. In: WILSON, E. O. (Ed.). **Biodiversidade**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, p. 3-24. 1997.

WINK, C.; GUEDES, J. V. C.; FAGUNDES, C. K.; ROVEDDER, A. P. Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental. **Revista de ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 4, p. 60-71, 2005.

## **CAPÍTULO I**

### **FERTILIDADE DO SOLO E SERAPILHEIRA EM ÁREAS DE RESTAURAÇÃO NA RESERVA NATURAL VALE, ES**

## RESUMO

CALÓ, Luana Oliveira. **Fertilidade do solo e serapilheira em áreas de restauração florestal na Reserva Natural Vale, ES.** 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, ES. Orientador: Prof. D.Sc. Marcos Vinicius Winckler Caldeira. Coorientador: Prof. D.Sc. Adriana Maria de Aquino.

A comparação de atributos químicos do solo em florestas plantadas com florestas naturais permite avaliar possíveis alterações decorrentes de técnicas de recuperação aplicadas, e assim podendo ser usado como referências adicionais para a implantação de modelos de recuperação de áreas degradadas. O presente estudo, portanto, tem como objetivo caracterizar os atributos químicos do solo, bem como avaliar a influência da sazonalidade (período seco e chuvoso) no acúmulo de serapilheira, e conteúdo de nutrientes entre as áreas em processo de restauração na Reserva Natural Vale, Linhares – Espírito Santo. Foram utilizadas três áreas em processo de restauração (T1, T2 e T3), diferindo entre si pela composição arbórea de 28, 54 e 114 espécies respectivamente, pastagem (T4) e, trecho florestal (T5). Com um delineamento inteiramente casualizado, a unidade amostral foi composta de três parcelas de 50x50 m em cada tratamento. Para cada parcela foi retiradas amostras de solo nas profundidades de 0-5, 5-10 e 10-20 para análise química, e amostras de serapilheira acumulada para o estudo de biomassa, teor e conteúdo dos nutrientes. Posteriormente os dados foram submetidos ao teste de Tukey a 5% de probabilidade e análise multivariada de componentes principais (ACP). Em relação aos atributos químicos do solo, foram encontradas diferenças estatísticas entre as áreas em restauração com o trecho florestal e pastagem. Os solos das áreas em restauração e trecho florestal apresentaram baixa fertilidade e elevada acidez. Porém a pastagem apresentou acidez média e elevados teores de K. A ACP demonstrou agrupamento entre os tratamentos, e maior similaridade com a área em restauração T3 com o trecho florestal, demonstrando a influência da composição arbórea na fertilidade do solo. Com exceção do Na, na ACP não apresentou grandes variações decorrente da sazonalidade. Com relação a serapilheira, os resultados se mostraram proporcionais a quantidade arbórea de cada tratamento, não havendo

diferenças estatísticas entre as áreas de restauração. Os atributos químicos do solo e biomassa acumulada se mostraram ótimos indicadores de qualidade do solo.

**Palavras-chaves:** Ciclagem de nutrientes, Biomassa acumulada, indicadores de qualidade, análise de componentes principais.

## ABSTRACT

CALÓ, Luana Oliveira. **Soil fertility and litter in forest restoration in the Vale Nature Reserve, ES.** 2014. Dissertation (Master's degree on Forest Science) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, ES. Adviser: Prof. D.Sc. Marcos Vinicius Winckler Caldeira. Co-adviser: Prof. D.Sc. Adriana Maria de Aquino.

Comparison of soil chemical properties in planted forests natural forests allows evaluation of changes due to recovery techniques applied, and thus can be used as additional references for the deployment of models reclamation. This study therefore aims to characterize the chemical properties of the soil as well as to evaluate the influence of seasonality (dry and rainy season) in the accumulation of litter and nutrient content between areas in the restoration process in the Vale Nature Reserve, Linhares - Espírito Santo. Three areas was used in restoration T1, T2 and T3 process, differing from each other by the tree composition of 28, 54 and 114 species respectively, not degraded pasture T4, and forest area T5. With a completely randomized design, the sample unit consisted of three plots of 50x50m each treatment. For each plot was sampled soil at depths of 0-5, 5-10 and 10-20 for chemical analysis, and accumulated litter samples for the study of biomass content and nutrient content. Later, the data were submitted to the Tukey test at 5% probability and multivariate principal component analysis (PCA). Regarding soil chemistry, statistical differences were found between the areas under restoration with the forest area and pasture. The soils in areas of restoration and forest area had low fertility and high acidity. But the pasture was medium acidity and high levels of K for a possible fix. The PCA group demonstrated between treatments, and greater similarity to the restoration site T3 with the forest area, demonstrating the influence of tree composition in soil fertility. Except for Na, PCA did not show large variations due to seasonality. With respect to litter, the results were proportional to the amount of arboreal each treatment, there were no statistical differences between the areas of restoration. The soil chemical properties and accumulated biomass showed good indicators of soil quality.

**Keywords:** Nutrient Cycling, Accumulated Biomass, Quality Indicators, Principal Components Analysis.

## 1 INTRODUÇÃO

Um dos primeiros fatores condicionantes para a recuperação de um ecossistema terrestre, é a presença de um solo com reservas nutricionais suficientes para o desenvolvimento de sistemas florestais (KLIPPEL, 2011).

Os solos tropicais são caracterizados pelo seu alto grau de intemperismo, ocasionando baixos teores nutricionais e elevada acidez. Porém, algumas fisionomias vegetais se desenvolvem produtivamente mesmo sobre tais condições (CASTRO, 2014), em decorrência da alta produção de biomassa e matéria orgânica, no qual, forma-se uma camada de material senescente denominado serapilheira, que pode variar de 6000 e 12000 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> em florestas tropicais (GOLLEY et al., 1978). Segundo Leitão Filho et al. (1993), as variações na produção de serapilheira são provocadas por diversos fatores, como: clima, composição florística, estágio sucessional, condições do solo e altitude.

Em boa parte dos ecossistemas florestais, menos de 10% da deposição da serapilheira é utilizada e aproveitada por herbívoros (MONTEIRO; GAMA-RODRIGUES, 2004), sendo que os 90% da produção passa diretamente para os organismos decompositores (ODUM, 1983;). O acúmulo e decomposição do material orgânico, em áreas de restauração florestal, tem como consequência a reativação dos ciclos de nutrientes. Sendo considerada a via mais importante de transferência de elementos essenciais na relação planta-solo (VITAL et al., 2004). A ciclagem de nutrientes depende da velocidade de decomposição da matéria orgânica, que varia conforme a composição do substrato, da atividade dos decompositores e das condições ambientais, particularmente, temperatura, umidade e propriedades físicas do solo (DO CARMO PINTO et al., 2009; CALDEIRA et al., 2010).

A fertilidade do solo está também diretamente ligada à decomposição da biomassa vegetal acumulada em sua superfície (PEZZATTO; WISNIEWSKI, 2006). Pois, além de disponibilizar nutrientes para as plantas, possui importância na formação de húmus, influenciando na estrutura, capacidade de retenção de água e estoque potencial de nutrientes no solo. (MONTEIRO; GAMA-RODRIGUES, 2004; SILVEIRA et al., 2007)

Pode-se definir decomposição, como a fragmentação do material vegetal depositado sobre o solo, no qual, por meio de ações biológicas de organismos edáficos, ocorre a mineralização dos compostos orgânicos complexos em formas

inorgânicas de nutrientes absorvíveis pela planta, processo esse, denominado de ciclagem de nutrientes. (PEREIRA; MENEZES; SCHULTZ, 2008). Importante na manutenção da fertilidade e no estoque de nutrientes dos solos, a ciclagem de nutrientes é crucial no equilíbrio dos ecossistemas, principalmente em áreas em início de sucessão ecológica, possibilitando a reestruturação e estabelecimento da vegetação (BORÉM; RAMOS, 2002; CALDEIRA et al., 2008; CALDEIRA et al., 2010;).

O processo de ciclagem em ecossistemas florestais, naturais ou plantados, vem sendo estudada com a finalidade de se obter maiores conhecimentos da dinâmica dos nutrientes nessas fisionomias, visando não apenas o entendimento do seu funcionamento, como informações a respeito do índice de produtividade e fenologia da vegetação local (PEZZATTO; WISNIEWKI 2006).

A comparação do processo de ciclagem de nutrientes em florestas plantadas com florestas naturais permite avaliar possíveis alterações decorrentes de técnicas de recuperação aplicadas, proporcionando, referências adicionais para a implantação de modelos de recuperação de áreas degradadas.

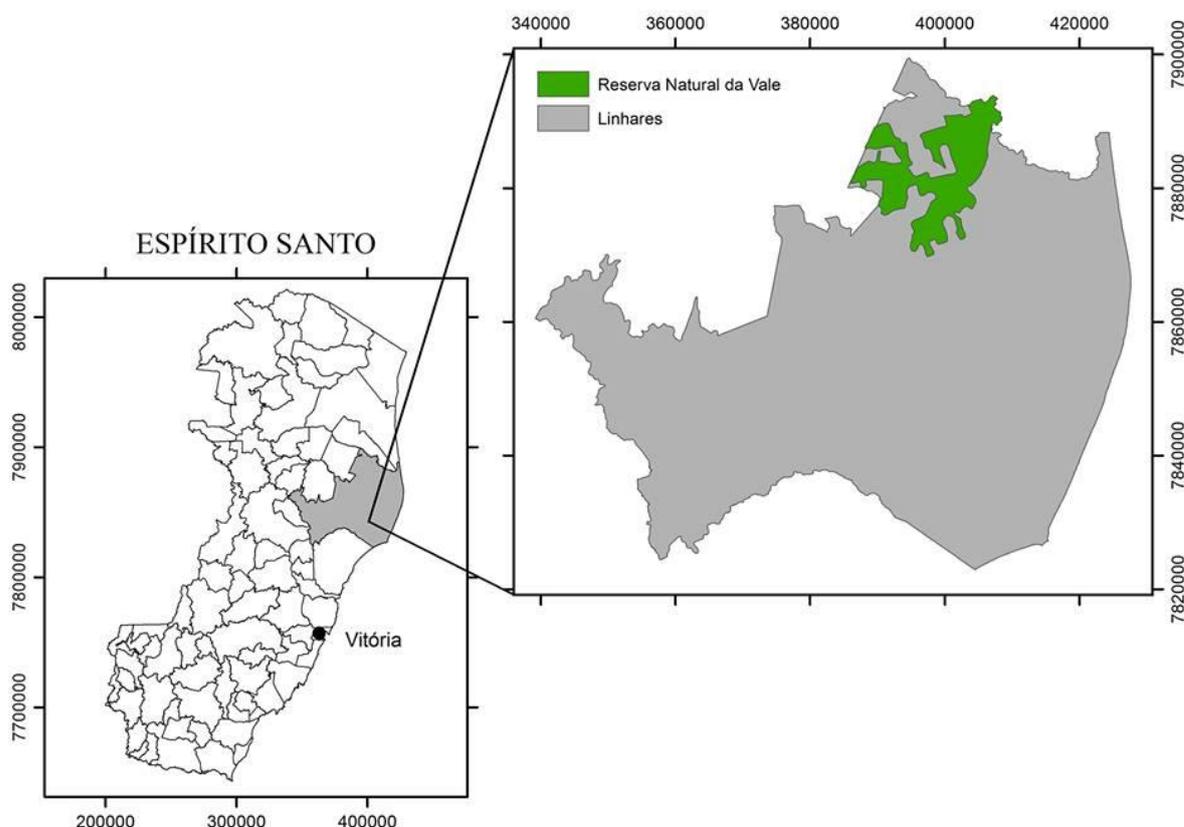
O presente estudo, portanto, tem como objetivo caracterizar os atributos químicos do solo, bem como avaliar a influência da sazonalidade (período seco e chuvoso) no acúmulo de serapilheira, e conteúdo de nutrientes entre as áreas em processo de restauração na Reserva Natural Vale, Linhares – Espírito Santo.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado na Reserva Natural Vale (RNV) localizada entre os municípios de Linhares e Jaguaré ( $19^{\circ}06'-19^{\circ}18'S$  e  $39^{\circ}45'-40^{\circ}19'W$ ). A RNV está inserida em uma das áreas de extrema importância biológica para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica. Localizada no Corredor Central da Mata Atlântica (BRASIL, 2000), a RNV perfaz uma área total de aproximadamente 22.000 ha, que corresponde a 25% da área remanescente de Mata Atlântica do estado do Espírito Santo (Figura 1).

Figura 1 - Mapa de localização da Reserva Natural Vale.



Fonte: O autor

Com clima quente e ocorrência de até 6 meses secos concentrados no outono e inverno, na área da RNV. Ocorrem transições abruptas entre a floresta primária e

manchas de vegetação campestre, denominado de “mussunungas”. A reserva possui em sua maioria relevo plano a ondulado (abaixo de 20% de declividade), e solos com baixa fertilidade (MARTINS et al., 2010).

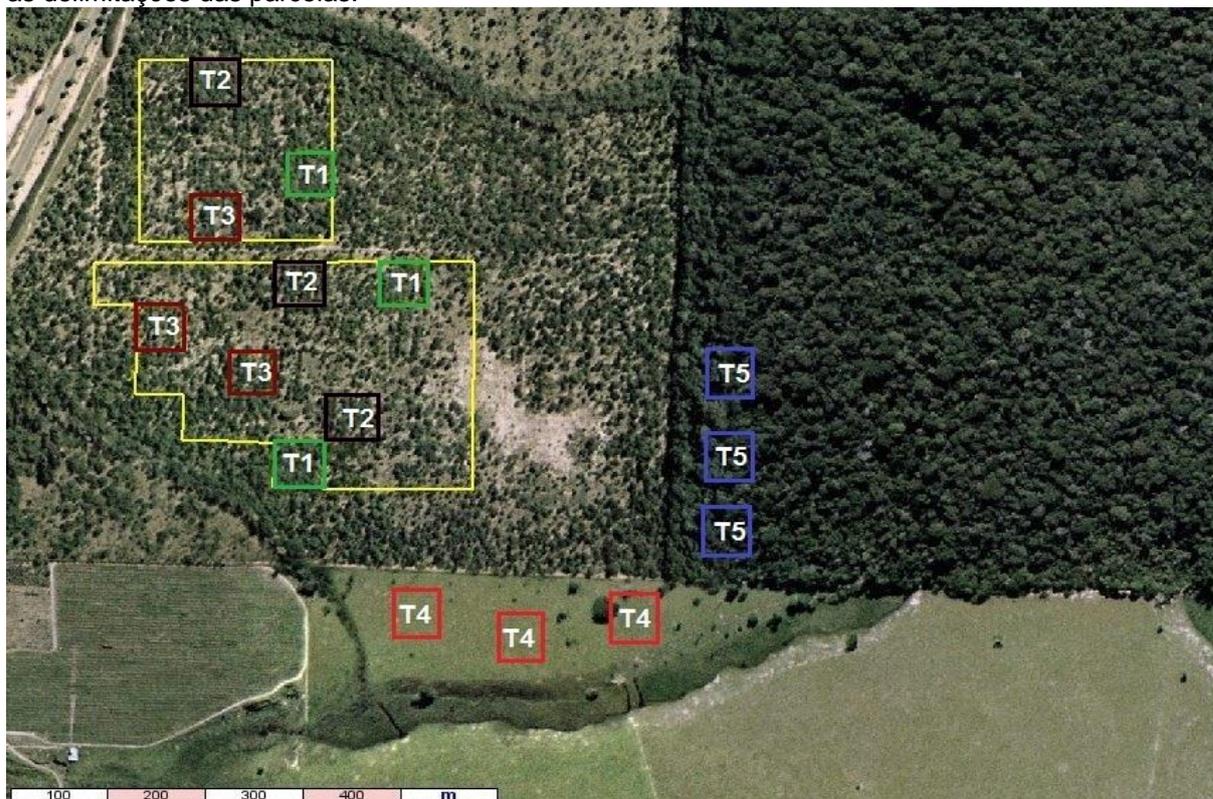
O maior trecho de vegetação, segundo o IBGE (2012), é Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, no qual se caracteriza por ser uma floresta sempre verde de caráter hidrófilo. Com árvores de mais de 30 m de altura, sem período fisiologicamente seco durante o ano e excepcionalmente com dois meses de umidade escassa. As temperaturas médias oscilam entre 22 e 24 °C. De acordo com Taques e Dadalto (2007), a definição climática segundo a classificação de Köppen é Aw, com médias anuais da precipitação de 1277 mm e temperatura média do mês mais frio inferior a 18°C.

Segundo Sperandio (2011) a textura do solo encontrado é classificada como arenosa e média. São solos típicos de regiões tropicais, sendo geralmente muito intemperizados, fortemente ácidos e apresentam valores de saturação por bases inferiores a 50% (EMBRAPA, 2013).

## 2.2 CARACTERIZAÇÃO DOS TRATAMENTOS

Foram selecionadas três áreas para o estudo, que correspondem às áreas de restauração florestal (T1, T2 e T3), pastagem (T4) e trecho florestal de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas (T5) (Figura 2).

Figura 2 - Imagem de satélite indicando a localização das áreas de estudo na Reserva Natural Vale, e as delimitações das parcelas.



Onde: T1, T2, T3 = áreas de recuperação, T4 = pastagem, T5 = Trecho Florestal. Fonte: Google Earth (2014).

O fator diferencial entre as unidades amostrais é a riqueza de espécies vegetação entre as áreas em processo de restauração, sendo que em cada tratamento foram utilizadas diferentes espécies para sua implantação (Tabela 1).

Tabela 1 - Áreas de estudo na Reserva Natural Vale, Linhares, ES.

| Áreas de estudo                                   | Tratamento |
|---|------------|
| <b>Áreas em processo de restauração florestal</b> | -          |
| 29 espécies plantadas                             | T1         |
| 54 espécies plantadas                             | T2         |
| 114 espécies plantadas                            | T3         |
| <b>Pastagem</b>                                   | -          |
| Braquiária ( <i>Urochloa spp.</i> )               | T4         |
| <b>Trecho florestal</b>                           | -          |
| Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas        | T5         |

Figura 3 - Vista interna das áreas em processo de restauração. Tratamento 1 (T1), Tratamento 2 (T2) e Tratamento 3 (T3).RNV, 2013.



Fonte: O autor.

Na década de 80, o local referente às áreas em processo de restauração eram ocupadas por plantio de eucalipto. Após a retirada da madeira houve o abandono da área por um período de 25 anos. Pela proximidade com um fragmento florestal de mata primária, houve um processo de regeneração natural e, como consequência, formação de capoeira. Já em 2004 foi realizada a roçada e capina química.

Em janeiro de 2005 a Vale iniciou a implantação do projeto “Restauração e Sequestro de Carbono na Mata Atlântica de Tabuleiro”. Foram implantados, no total, 16 tratamentos para a recuperação de áreas degradadas, utilizando delineamento em blocos casualizados (DBC). Cada tratamento possui três parcelas (repetição) com 50 x 50m cada (Figura 2). Nos tratamentos T1, T2 e T3 foram adotados a técnica de plantio direto de mudas, em espaçamento 2x2 m com diversas de espécies, utilizando ao todo 38 famílias, dentre elas, diversas leguminosas como *Inga* sp., *Ormosia arbórea* (Vell.) Harnu, *Senna multijuga var. verrucosa* (Vogel) H.S. Irwin & R.C. Barneby, *Hymenaea rubriflora* Ducke var. *rubriflora*, *Andira Fraxinifolia* Benth., *Astronium* sp, entre outras (ANEXO I).

Para as três áreas, foram realizadas adubação de cova com 200 gramas de superfosfato simples. O replantio das mudas mortas ocorreu em 2005 na época chuvosa. Até o ano de 2010 a manutenção da área foi realizada com aplicação de herbicida e controle de formigas cortadeiras.

Área de pastagem (T4).

Em 2010, foi feita correção do solo para plantio de mamão. Após a primeira colheita, o solo foi densamente coberto pela gramínea braquiária (*Urochloa* spp.)

para fins agropecuários (Figura 4). A permanência do gado é de forma rotativa, com descanso de 40 dias entre o pastejo. A área possui em torno de 2,9 hectares, fazendo fronteira com os limites da RNV.

Figura 4 - Área de pastagem braquiária (*Urochloa* spp.). Linhares, 2013.



Fonte: O autor.

#### Trecho florestal (T5).

O trecho correspondente ao bioma Mata Atlântica, classificado como Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, caracteriza-se por apresentar vegetação típica regional. Apresenta vegetação com famílias de dispersão pantropical, lianas lenhosas e epífitas em abundância (Figura 5). Esta formação ocorre nos terrenos quaternários situados em geral pouco acima do nível do mar (IBGE, 2012). O trecho florestal é correspondente a um fragmento da RNV, no qual possui em sua totalidade 22.000 hectares.

Figura 5 - Vista interna da fisionomia do trecho de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas. RNV, 2013.



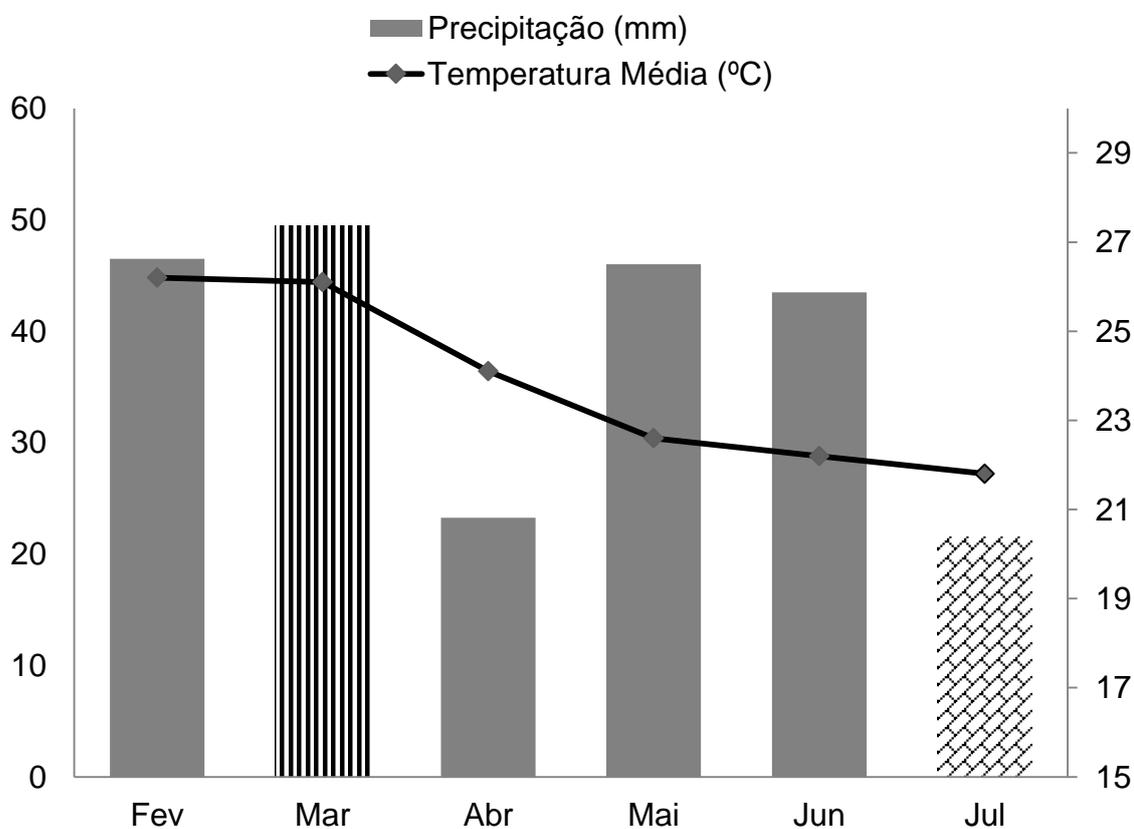
Fonte: O autor.

Nesse trabalho adotou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC) com três repetições para cada tratamento. Nos tratamentos de pastagem (T4) e trecho florestal (T5), foram demarcadas ao acaso, na área total, 3 parcelas (repetição) de 50 x 50m cada. Com distância mínima de 20 metros da margem e entre elas, sendo evitado qualquer efeito de borda sobre os resultados (Figura 2). O trecho florestal escolhido para implantação das parcelas foi o mais próximo dos tratamentos 1, 2, 3 e 4 pela logística da localização.

### 2.3 ÉPOCA DE AMOSTRAGEM

Foram realizadas duas coletas, uma no início de março de 2013, quando ocorre maior precipitação (Período Chuvoso) e outra no final de julho de 2013, quando ocorre menor precipitação (Período Seco) (Figuras 6).

Figura 6 - Dados de precipitação e temperatura média do ar em 2013, Sooretama, ES. Marcação dos meses de coletas de dados: Março referente ao período de maior precipitação (Chuvoso); Julho referente ao período de menor precipitação (Seco).



## 2.4 AMOSTRAGEM DO SOLO

Com auxílio de uma sonda (Figura 7) foram coletados, aleatoriamente em todos os tratamentos, amostras de solo nas profundidades de 0-5, 5-10 e 10-20 cm (Figura 7). Em cada repetição foram obtidas cinco amostras simples para compor uma composta, totalizando três amostras compostas por tratamento. As amostras foram secas ao ar livre, destorroadas em peneira de 2 mm, e posteriormente seguidas para análises químicas, de acordo com a metodologia proposta pela EMBRAPA (1997) no Laboratório de Recursos Hídricos, DCFM/CCA-UFES, Jerônimo Monteiro, ES.

Figura 7 - Processo de amostragem do solo em que: 1 Fixação da sonda no solo; 2 retirada da sonda no solo; 3 separação nas profundidades 0-5, 5-10 e 10-20 cm.



Fonte: O autor.

As análises de pH foram realizadas pelo método do pH em H<sub>2</sub>O em uma relação de 1:2,5; O fósforo (P) e o potássio (K) foram extraídos com solução Melich 1; o P foi determinado por fotolorímetro (Molibdato de amônio e ácido ascórbico) e o K por fotometria de emissão de chama. Alumínio trocável (Al), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) foram extraídos por solução de KCl. O Al teve sua determinação em solução diluída de NaOH em presença de solução azul de bromotimol como indicador; Ca e Mg em espectrometria de absorção atômica. A acidez potencial (H+Al) foi extraída por solução tamponada de acetato de cálcio a pH 7 e determinada por solução de NaOH em presença de fenolftaleína como indicador.

O carbono orgânico (C<sub>org</sub>) foi determinado por meio da titulometria de sulfato ferroso amoniacal (0,05 mol L<sup>-1</sup>), em presença de difenilamina como indicador, após

a oxidação da matéria orgânica com  $K_2Cr_2O_7$  e  $H_2SO_4$ . O nitrogênio (N) foi determinado por digestão sulfúrica e método de Kjeldahl.

## 2.5 AMOSTRAGEM DA SERAPILHEIRA

A serapilheira acumulada foi coletada em cinco pontos em cada área amostral, com distribuição sistemática (quatro coletas correspondente aos extremos e uma central) para todos os tratamentos, utilizando um gabarito de madeira de 25 x 25cm (Figura 8). Em seguida o material coletado permaneceu em estufa de circulação e renovação de ar a 65°C por 72 horas até alcançar peso constante.

Figura 8 - Processo de coleta das amostras de serapilheira acumulada com auxílio de um gabarito de 25 x 25cm.



Fonte: O autor.

No Laboratório de Recursos Hídricos, DCFM/CCA-UFES, Jerônimo Monteiro – ES foi aferida a massa seca de cada amostra de serapilheira em balança de precisão (0,001 g), sendo o acúmulo de serapilheira quantificado em  $kg\ ha^{-1}$ . As cinco amostras foram homogeneizadas e posteriormente separadas em uma amostra composta em cada repetição, totalizando três amostras de serapilheira por tratamento. As amostras compostas foram trituradas em moinho do tipo Wiley, passadas em peneiras de malha 1,0 mm (20 mesh) e armazenadas em sacos de papel pardo para subsequente análise química de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S) de acordo com a metodologia proposta por Tedesco et al. (1995) e Miyazawa et al. (1999).

## 2.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Para a análise dos dados do solo e serapilheira acumulada, foi realizada avaliação da homogeneidade das variâncias dos erros pelo Teste de Cochran e da normalidade pelo Teste de Lilliefors no software SAEG 9.1 (2007).

Os atributos químicos do solo em cada profundidade de coleta, a serapilheira acumulada e os conteúdos de nutrientes foram analisados em um DIC, em um esquema de parcela subdividida no espaço (diversidade), e no tempo (período de coleta), com três repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e quanto significativa, foi aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade no software R.

Os dados de solo e serapilheira foram submetidos à análise de componentes principais (PCA), utilizando os resultados das análises químicas do solo de todos os tratamentos por profundidade, resultando em um diagrama de ordenação das mesmas por época de amostragem.

A partir da relação entre esses componentes, foram formados diagramas de ordenação bidimensionais, para visualização da distinção dos cinco tratamentos, e diagramas de projeção de vetores, para os atributos do solo.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO

De acordo com a classificação de Prezotti (2007), o pH dentre as áreas estudadas diferiu de acidez elevada (<5,0) à média (5,0 – 5,9). A mata apresentou menor pH que as demais áreas. O maior pH nas áreas em restauração pode ser reflexo de uma possível correção de acidez do solo realizado anteriormente ao plantio das mudas (TABELA 2).

Elevada acidez em áreas florestais de restauração ou nativas, é possivelmente proveniente da lixiviação de bases ou por conta da presença da matéria orgânica no solo (MAFRA et al. 2008). A matéria orgânica auxilia no incremento da capacidade de troca catiônica e soma de bases, evitando sua lixiviação e liberando CO<sub>2</sub> no solo (PEREIRA et al., 2000). Solos ácidos sobre florestas nativas, floresta secundária e sistemas agroflorestais foram observados por Feitosa (2004), Barreto et al., (2006) e Araújo et al (2004) respectivamente, concordando com os resultados do presente estudo.

Tabela 2: Valores médios dos atributos químicos do solo, nas áreas em estudo. Na Reserva Natural Vale, ES

(continua)

| Profundidade      |                    | 0--5    |         | 5--10   |         | 10--20  |         |         |
|-------------------|--------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Período de coleta |                    | chuvoso | seco    | chuvoso | seco    | chuvoso | seco    |         |
| pH                | H <sub>2</sub> O   | T1      | 5,19 Aa | 5,23 Aa | 5,12 Aa | 5,10 Aa | 4,83 Aa | 4,97 Aa |
|                   |                    | T2      | 5,14 Aa | 5,10 Aa | 5,08 Aa | 5,03 Aa | 4,85 Aa | 4,90 Aa |
|                   |                    | T3      | 4,96 Aa | 5,17 Aa | 4,85 Aa | 5,07 Aa | 4,76 Aa | 5,00 Aa |
|                   |                    | T4      | 5,27 Aa | 5,37 Aa | 5,17 Aa | 5,23 Aa | 4,83 Aa | 4,93 Aa |
|                   |                    | T5      | 4,67 Ab | 4,37 Ab | 4,47 Ab | 4,37 Ab | 4,30 Ab | 4,23 Ab |
| N                 | g kg <sup>-1</sup> | T1      | 1,90 Ab | 1,70 Ab | 1,40 Ab | 1,60 Ab | 1,10 Ab | 1,50 Ab |
|                   |                    | T2      | 1,70 Ab | 1,70 Ab | 1,60 Ab | 1,40 Ab | 1,40 Ab | 1,40 Ab |
|                   |                    | T3      | 1,90 Ab | 1,70 Ab | 1,90 Ab | 1,80 Ab | 1,40 Ab | 1,60 Ab |
|                   |                    | T4      | 1,90 Ab | 2,00 Ab | 1,60 Ab | 1,80 Ab | 1,50 Ab | 1,40 Ab |
|                   |                    | T5      | 2,70 Aa | 3,30 Aa | 2,40 Aa | 2,40 Aa | 1,80 Aa | 2,00 Aa |

Tabela 2: Valores médios dos atributos químicos do solo, nas áreas em estudo. Na Reserva Natural Vale, ES

(continuação)

| Profundidade      |                        | 0--5    |          | 5--10    |          | 10--20   |           |           |
|-------------------|------------------------|---------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| Período de coleta |                        | chuvoso | seco     | chuvoso  | seco     | chuvoso  | seco      |           |
| <b>P</b>          | T1                     | 0,95 Ab | 1,32 Ab  | 1,33 Ab  | 0,99 Aab | 0,72 Aa  | 0,97 Aa   |           |
|                   | T2                     | 1,38 Ab | 0,97 Bb  | 1,38 Ab  | 0,81 Bb  | 1,10 Aa  | 0,77 Aa   |           |
|                   | T3                     | 1,27 Ab | 0,99 Ab  | 1,14 Ab  | 1,06 Aab | 0,76 Aa  | 1,30 Aa   |           |
|                   | T4                     | 1,80 Ab | 1,33 Bb  | 1,43 Aab | 1,05 Bab | 1,28 Aa  | 0,84 Aa   |           |
|                   | T5                     | 1,97 Aa | 1,59 Ba  | 1,84 Aa  | 1,71 Ba  | 1,92 Aa  | 1,11 Aa   |           |
| <b>K</b>          | mg dm <sup>-3</sup>    | T1      | 37,33 Ab | 30,67 Ab | 26,43 Ab | 27,00 Ab | 20,00 Ab  | 22,67 Ab  |
|                   |                        | T2      | 28,33 Ab | 29,33 Ab | 24,33 Ab | 23,00 Ab | 15,67 Ab  | 19,33 Ab  |
|                   |                        | T3      | 34,33 Ab | 39,00 Ab | 27,67 Ab | 35,67 Ab | 26,33 Aab | 30,67 Aab |
|                   |                        | T4      | 71,00 Aa | 88,00 Aa | 60,33 Aa | 71,67 Aa | 43,67 Aa  | 54,67 Aa  |
|                   |                        | T5      | 32,67 Bb | 65,00 Aa | 30,33 Ab | 41,67 Ab | 29,33 Aab | 32,00 Aab |
| <b>Na</b>         | T1                     | 5,00 Aa | 3,67 Ac  | 4,00 Aa  | 2,00 Aa  | 4,33 Aa  | 2,00 Aa   |           |
|                   | T2                     | 4,67 Aa | 3,33 Ac  | 5,33 Aa  | 2,33 Aa  | 5,00 Aa  | 2,00 Aa   |           |
|                   | T3                     | 5,33 Aa | 5,67 Ab  | 5,00 Aa  | 3,67 Aa  | 6,00 Aa  | 3,67 Aa   |           |
|                   | T4                     | 4,33 Aa | 5,67 Ab  | 3,67 Aa  | 4,33 Aa  | 5,33 Aa  | 3,33 Aa   |           |
|                   | T5                     | 5,00 Ba | 10,67 Aa | 4,33 Aa  | 6,67 Aa  | 4,33 Aa  | 5,67 Aa   |           |
| <b>Ca</b>         | T1                     | 1,34 Ab | 1,06 Ab  | 0,91 Ab  | 0,85 Ab  | 0,58 Aab | 0,53 Aab  |           |
|                   | T2                     | 1,09 Ab | 1,03 Ab  | 0,93 Ab  | 0,75 Ab  | 0,50 Ab  | 0,50 Ab   |           |
|                   | T3                     | 1,22 Ab | 1,42 Ab  | 0,87 Aab | 1,42 Aab | 0,61 Aab | 1,22 Aab  |           |
|                   | T4                     | 0,99 Ab | 1,15 Ab  | 0,80 Ab  | 0,88 Ab  | 0,78 Aab | 0,60 Aab  |           |
|                   | T5                     | 1,72 Aa | 2,68 Aa  | 1,55 Aa  | 1,65 Aa  | 0,96 Aab | 1,04 Aab  |           |
| <b>Mg</b>         | cmolc dm <sup>-3</sup> | T1      | 0,44 Ac  | 0,39 Abc | 0,30 Ab  | 0,30 Ac  | 0,21 Acd  | 0,19 Acd  |
|                   |                        | T2      | 0,36 Ac  | 0,36 Ac  | 0,32 Ab  | 0,26 Ac  | 0,17 Ad   | 0,18 Ad   |
|                   |                        | T3      | 0,42 Ac  | 0,50 Ab  | 0,32 Ab  | 0,45 Ab  | 0,22 Abc  | 0,34 Abc  |
|                   |                        | T4      | 0,89 Aa  | 1,13 Aa  | 0,62 Ba  | 0,81 Aa  | 0,44 Aab  | 0,38 Aab  |
|                   |                        | T5      | 0,64 Bb  | 1,03 Aa  | 0,55 Aa  | 0,62 Aa  | 0,43 Aa   | 0,43 Aa   |
| <b>Al</b>         | T1                     | 0,30 Aa | 0,20 Aa  | 0,37 Aa  | 0,30 Aa  | 0,53 Aa  | 0,50 Aa   |           |
|                   | T2                     | 0,33 Aa | 0,22 Aa  | 0,47 Aa  | 0,43 Aa  | 0,63 Aa  | 0,57 Aa   |           |
|                   | T3                     | 0,40 Aa | 0,22 Aa  | 0,47 Aa  | 0,22 Aa  | 0,60 Aa  | 0,35 Aa   |           |
|                   | T4                     | 0,27 Aa | 0,20 Aa  | 0,43 Aa  | 0,37 Aa  | 0,47 Aa  | 0,60 Aa   |           |
|                   | T5                     | 0,37 Aa | 0,33 Aa  | 0,37 Aa  | 0,50 Aa  | 0,60 Aa  | 0,70 Aa   |           |
| <b>H + Al</b>     | T1                     | 3,22 Ac | 3,05 Ac  | 2,83 Ab  | 3,55 Ab  | 2,55 Ac  | 3,39 Ac   |           |
|                   | T2                     | 3,39 Ac | 2,83 Ac  | 2,94 Ab  | 3,00 Ab  | 2,89 Ac  | 3,50 Ac   |           |
|                   | T3                     | 3,44 Ac | 3,14 Ac  | 3,44 Ab  | 3,50 Ab  | 3,11 Abc | 3,67 Abc  |           |
|                   | T4                     | 4,11 Ab | 4,39 Ab  | 4,50 Aa  | 4,39 Aa  | 3,94 Aab | 4,44 Aab  |           |
|                   | T5                     | 5,05 Aa | 6,50 Aa  | 4,89 Aa  | 5,22 Aa  | 5,22 Aa  | 4,80 Aa   |           |

Tabela 2: Valores médios dos atributos químicos do solo, nas áreas em estudo. Na Reserva Natural Vale, ES

...(continuação)

| Profundidade           |    | 0--5      |           | 5--10     |           | 10--20    |           |
|------------------------|----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Período de coleta      |    | chuvoso   | seco      | chuvoso   | seco      | chuvoso   | seco      |
| <b>C<sub>org</sub></b> | T1 | 16,11 Ac  | 13,83 Ac  | 13,33 Abc | 14,30 Abc | 9,54 Ab   | 12,34 Ab  |
|                        | T2 | 14,67 Ac  | 15,02 Ac  | 13,33 Ac  | 12,47 Ac  | 10,21 Ab  | 11,00 Ab  |
|                        | T3 | 14,95 Ac  | 17,51 Acb | 13,62 Abc | 16,42 Abc | 9,68 Ab   | 13,42 Ab  |
|                        | T4 | 19,25 Ab  | 21,09 Ab  | 17,17 Ab  | 17,53 Ab  | 15,09 Aab | 13,17 Aab |
|                        | T5 | 25,38 Aa  | 36,57 Aa  | 23,45 Aa  | 29,40 Aa  | 17,62 Aa  | 19,38 Aa  |
| <b>MO</b>              | T1 | 27,78 Ac  | 23,84 Ac  | 22,99 Ac  | 24,66 Abc | 16,45 Ab  | 21,27 Ab  |
|                        | T2 | 25,29 Ac  | 25,89 Ac  | 22,99 Ac  | 21,50 Ac  | 17,60 Ab  | 18,96 Ab  |
|                        | T3 | 25,78 Acb | 30,19 Acb | 23,48 Ac  | 28,30 Abc | 16,68 Ab  | 23,13 Ab  |
|                        | T4 | 33,18 Ab  | 36,37 Ab  | 29,60 Abc | 30,22 Ab  | 26,02 Aa  | 22,70 Aab |
|                        | T5 | 43,75 Aa  | 63,04 Aa  | 40,43 Aa  | 50,68 Aa  | 30,38 Aa  | 33,41 Aa  |
| <b>CTC (t)</b>         | T1 | 2,20 Aab  | 1,74 Ac   | 1,67 Ac   | 1,54 Ac   | 1,39 Ab   | 1,29 Ab   |
|                        | T2 | 1,87 Ab   | 1,70 Ac   | 1,80 Ac   | 1,51 Ac   | 1,37 Ab   | 1,30 Ab   |
|                        | T3 | 2,15 Aab  | 2,26 Acb  | 1,74 Abc  | 2,19 Abc  | 1,52 Aab  | 2,01 Aab  |
|                        | T4 | 2,35 Aab  | 2,72 Ab   | 2,02 Aab  | 2,26 Aab  | 1,82 Aa   | 1,73 Aab  |
|                        | T5 | 2,83 Ba   | 4,26 Aa   | 2,57 Aa   | 2,91 Aa   | 2,08 Aa   | 2,27 Aa   |
| <b>CTC (T)</b>         | T1 | 5,12 Ac   | 4,60 Ac   | 4,13 Ac   | 4,79 Ac   | 3,42 Ad   | 4,18 Ad   |
|                        | T2 | 4,92 Ac   | 4,31 Ac   | 4,27 Ac   | 4,08 Ac   | 3,62 Acd  | 4,24 Acd  |
|                        | T3 | 5,19 Ac   | 5,18 Ac   | 4,72 Abc  | 5,47 Abc  | 4,03 Abc  | 5,32 Abc  |
|                        | T4 | 6,20 Ab   | 6,91 bA   | 6,09 Aab  | 6,28 Aab  | 5,30 Ab   | 5,57 Ab   |
|                        | T5 | 7,52 Aa   | 10,42 Aa  | 7,09 Aa   | 7,63 Aa   | 6,70 Aa   | 6,37 Aa   |
| <b>SB</b>              | T1 | 1,90 Abc  | 1,54 Abc  | 1,30 Abc  | 1,24 Abc  | 0,86 Abc  | 0,79 Abc  |
|                        | T2 | 1,54 Ac   | 1,48 Ac   | 1,33 Ac   | 1,08 Ac   | 0,74 Ac   | 0,74 Ac   |
|                        | T3 | 1,75 Abc  | 2,04 Abc  | 1,28 Abc  | 1,97 Abc  | 0,92 Aabc | 1,66 Aabc |
|                        | T4 | 2,09 Aab  | 2,52 Aab  | 1,59 Aab  | 1,89 Aab  | 1,36 Aba  | 1,13 Aaba |
|                        | T5 | 2,46 Ba   | 3,92 Aa   | 2,20 Aa   | 2,41 Aa   | 1,48 Aa   | 1,57 Aa   |
| <b>V</b>               | T1 | 37,20 Aa  | 33,56 Aa  | 31,66 Aa  | 25,95 Aa  | 25,90 Aa  | 18,92 Aa  |
|                        | T2 | 32,16 Aa  | 34,24 Aa  | 31,20 Aa  | 26,59 Aa  | 20,24 Aa  | 17,74 Aa  |
|                        | T3 | 33,69 Aa  | 38,48 Aa  | 27,11 Aa  | 34,88 Aa  | 22,94 Aa  | 29,62 Aa  |
|                        | T4 | 33,60 Aa  | 36,59 Aa  | 26,11 Aa  | 30,17 Aa  | 25,59 Aa  | 20,00 Aa  |
|                        | T5 | 32,60 Aa  | 38,01 Aa  | 30,43 Aa  | 31,53 Aa  | 22,09 Aa  | 24,91 Aa  |
| <b>m</b>               | T1 | 13,59 Aa  | 11,50 Aa  | 22,11 Aa  | 19,29 Aa  | 38,12 Aa  | 37,46 Aa  |
|                        | T2 | 17,73 Aa  | 13,72 Aa  | 25,94 Aa  | 29,75 Aa  | 46,49 Aa  | 42,96 Aa  |
|                        | T3 | 19,40 Aa  | 11,24 Aa  | 27,12 Aa  | 12,05 Aa  | 39,48 Aa  | 21,80 Aa  |
|                        | T4 | 11,59 Aa  | 7,18 Aa   | 21,56 Aa  | 15,87 Aa  | 25,95 Aa  | 35,74 Aa  |
|                        | T5 | 13,61 Aa  | 7,92 Aa   | 15,93 Aa  | 17,49 Aa  | 29,23 Aa  | 31,08 Aa  |

Tabela 2: Valores médios dos atributos químicos do solo, nas áreas em estudo. Na Reserva Natural Vale, ES

(conclusão)

| Profundidade |           | 0--5    |         | 5--10   |         | 10--20  |         |
|--------------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|              |           | chuvoso | seco    | chuvoso | seco    | chuvoso | seco    |
| <b>ISNa</b>  | <b>T1</b> | 0,43 Aa | 0,35 Aa | 0,42 Aa | 0,18 Aa | 0,57 Aa | 0,20 Aa |
|              | <b>T2</b> | 0,43 Aa | 0,34 Aa | 0,54 Aa | 0,25 Aa | 0,60 Aa | 0,19 Aa |
|              | <b>T3</b> | 0,45 Aa | 0,47 Aa | 0,46 Aa | 0,29 Aa | 0,64 Aa | 0,30 Aa |
|              | <b>T4</b> | 0,30 Aa | 0,36 Aa | 0,26 Aa | 0,30 Aa | 0,43 Aa | 0,26 Aa |
|              | <b>T5</b> | 0,29 Aa | 0,46 Aa | 0,28 Aa | 0,38 Aa | 0,28 Aa | 0,38 Aa |

Em que: (T1, T2, T3) Áreas em processo de restauração; (T4) Pastagem, (T5) Trecho Florestal, nas três profundidades estudadas; MO = Matéria orgânica; SB = Soma de bases; t = CTC efetiva; T = CTC a pH 7,0; V = Saturação de bases; m = Saturação de alumínio; ISNa = Índice de saturação de Sódio; Médias seguidas por uma mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, entre os tratamentos ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. As médias seguidas por uma mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si entre as estações de cada tratamento. (\*) Não houve diferenças estatísticas entre as estações.

Aliado a isso, verifica-se um aumento do teor de acidez trocável (Al) em profundidade inerente ao tipo de solo da região, em acordo com o pH do solo, já que o Al é tóxico às plantas, aumenta à medida que o pH diminui (SOUSA; MIRANDA; OLIVEIRA 2007). Os teores de Al entre os tratamentos apresentaram de baixo (< 3,0) a médio (0,3 – 1,0) segundo a classificação de Prezotti, 2007, não alterando o desenvolvimento/crescimento da vegetação e produção de biomassa, sendo condizentes com estudos realizados por Sá; Pereira; Fontana (2001), Ribeiro (2011), Sperandio (2013) em Linhares-ES.

Para os valores de acidez potencial (H +Al) destaca-se o trecho florestal com os maiores valores, seguidos pela pastagem e os modelos de restauração que não diferiram entre si. Resultados semelhantes com os encontrados por Sperandio (2013) no trecho de floresta de tabuleiro e Klippel (2011), em áreas em processo de restauração na Reserva Natural Vale, Linhares, ES.

Os tratamentos apresentaram baixa saturação por alumínio nas profundidades de 0-5 e 5-10cm, de acordo com as recomendações de Prezotti (2007) para trechos florestais e pastagem, não diferindo entre os tratamentos, sendo semelhantes aos valores encontrados por Silva et al. (2011) ao caracterizar a fertilidade do solo em sistemas agroflorestais, cultivo convencional e floresta nativa no sul da Bahia.

Para todos os tratamentos, verifica-se que os maiores teores de nutrientes se encontram na camada de 0-5 cm, podendo ser explicado pela matéria orgânica na superfície decorrente do acúmulo de serapilheira.

Como esperado, com o aumento da profundidade ocorre redução dos teores nutricionais, a saturação por bases e a CTC, o que, por consequência elevou a saturação por alumínio e acidez, condizendo com resultados de Rodrigues et al. (2007) ao estudar a dinâmica da regeneração do subsolo de áreas degradadas dentro do bioma Cerrado, e Castro (2014) em Floresta Ombrófila Densa, no Parque Nacional do Caparaó, ES.

Os tratamentos T4 e T5 referentes respectivamente, a pastagem e trecho florestal, obtiveram teores de matéria orgânica (MO) considerados altos ( $>30 \text{ g kg}^{-1}$ ) pela recomendação de Prezzoti (2007). A heterogeneidade da composição arbórea da floresta acarreta aporte constante de serapilheira. A diversidade do material orgânico, o torna mais decomponível pela fauna epígea, levando a maiores valores de carbono ( $C_{org}$ ) no solo, ciclagem e disponibilidade de nutrientes para as plantas ao longo de todo ano (FÁVERO; LOVO; MENDONÇA, 2008).

Em contra partida, a pastagem forrageira braquiária, apresenta raízes fasciculada, crescimento acelerado, e morte das hastes das gramíneas sobre baixa intensidade luminosa. Tais características induz uma alta e constante renovação de resíduos (BARRETO et al., 2006), o que pode estar contribuindo para teores elevados de MO e  $C_{org}$ . Loss et al. (2014) ao estudarem a fertilidade e matéria orgânica em Vertissolo e Argissolo, observaram maiores teores de  $C_{org}$  e N sob o pasto na camada de 0-5 cm, ao ser comparado com floresta nativa.

Os maiores teores da matéria orgânica foram observados no trecho florestal (T5), em decorrência da diversidade de plantas, confirmando esse ambiente como referencial para avaliar o processo de restauração das demais áreas. A área de pastagem (T4) apresentou valores de MO entre 22 a  $36 \text{ g kg}^{-1}$ , superiores aos encontrados nas áreas em processo de restauração. Já entre essas áreas observa-se que o T3, que apresenta maior riqueza arbórea em sua em sua implantação, foi o que mais contribuiu para o teor de MO.

Com o aumento da profundidade, as diferenças estatísticas entre as áreas em restauração e a pastagem diminuíram. Segundo Corsi et al. (2001), a MO do solo acrescida do  $C_{org}$  proveniente das raízes de plantas tropicais, apresentam taxas de decomposição reduzida, por conta da sua composição resistente a degradação (lignina, polifenóis e outros).

Resultados semelhantes sobre teores de  $C_{org}$  no solo foram obtidos por Costa et al. (2009) ao estudarem estoque de carbono em pastagem de áreas de tabuleiros

no Sul da Bahia, Cardoso et al. (2009) em pastagem no pantanal e Effgen et al. (2012) ao avaliarem o carbono orgânico dos solos em pastagem no Espírito Santo.

Quanto ao efeito da sazonalidade, exceto do trecho florestal, não houve diferenças estatísticas entre as estações seca e chuvosa a 5% de probabilidade, entre os tratamentos.

Com o início das chuvas, temperaturas mais altas, e elevação da umidade, acarreta aumento da atividade biológica e conseqüentemente a mineralização da matéria orgânica do solo. Ocasionalmente maiores disponibilidade de nutrientes e aumento da absorção do mesmo pela vegetação, levando a queda dos seus teores no período chuvoso (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). Resultados semelhantes foram observados por Iwata et al. (2012) em sistemas agroflorestais, e Diniz et al. (2014) ao verificarem alterações sazonais nos atributos químicos de um Gleissolo sobre áreas de macaubeiras nativas, ambos autores no cerrado

A capacidade de troca de cátions a pH 7,0 (T) nas profundidades de 0-5 e 5-10cm, foi maior no trecho florestal, porém, nas profundidades 5-10 e 10-20cm o tratamento T3, foi similar a pastagem. Já a capacidade de troca de cátions efetiva (t), mostrou semelhanças entre o tratamento 3 e pastagem em todas as profundidades, e com o fragmento florestal nas profundidades de 0-5 e 10-20 cm.

Segundo Portugal, Costa e Costa (2010) a eficiência da troca de cátion pode estar relacionada à presença de raízes e ao incremento de matéria orgânica, que atuam na melhoria da ciclagem nutricional. É possível observar que a capacidade de troca de cátions efetiva e pH a 7,0 diminuem à medida que a profundidade aumenta, concordando com os resultados obtidos por Iwata et al. (2012), em provável resposta ao decréscimo da matéria orgânica do solo com o aumento da profundidade.

O trecho florestal (T5) apresentou teores de N entre 1,8 a 2,7 g kg<sup>-1</sup> que foram superiores aos demais tratamentos, diferindo dos demais tratamentos em cada profundidade, indicando a qualidade diferenciada do aporte de matéria orgânica desse ambiente. Os teores de N são geralmente mais baixos no período de maior precipitação por conta da maior facilidade de lixiviação, e pelo maior crescimento da vegetação nessa época, elevado o consumo de nutrientes essenciais. (ANDRADE et al., 2008).

Dentre as áreas em restauração o teor de N variou entre 1,4 a 1,9 mg dm<sup>-3</sup>, sendo o teor do T3 na profundidade de 5-10 cm similar ao do fragmento florestal em

ambas as estações, indicando que a diversidade das plantas está promovendo aporte de matéria orgânica de qualidade diferenciada.

Os solos dos tratamentos estudados apresentaram de uma maneira geral, baixos teores de P, K, Ca e Mg, que pode ser explicado pelo fato do alto grau de intemperismo comum em solos tropicais (PORTUGAL; COSTA; COSTA, 2010).

Os tratamentos em processo de restauração apresentaram teores de P, K, Ca e Mg, e conseqüentemente soma de bases SB, iguais entre si e significativamente menores que o trecho florestal no período chuvoso. Isso decorre provavelmente pelo aporte de serapilheira na superfície não suprir, em totalidade, a intensa absorção de nutrientes pelas plantas em desenvolvimento. Porém, à medida que a profundidade aumenta, as diferenças das áreas em restauração com o trecho florestal diminuem, dando ênfase ao tratamento T3, que mostrou mais semelhante em Ca com a T5 nas profundidades de 5-10 e 10-20 cm.

Em todos os tratamentos, os teores de P encontrados foram considerados baixos pela classificação de Prezotti (2007), condizendo com Sperandio (2013) ao comparar a fertilidade de floresta de tabuleiros com espécies leguminosas usadas na restauração, e por Gama-Rodrigues et al. (2008) ao avaliarem atributos químicos em fragmentos florestais secundários. Para Novais, Smyth e Nunes (2007), o uso do P em solos tropicais possui aproveitamento reduzido, por conta da acidez e elevados índices de ferro e alumínio, que causam a adsorção desse elemento.

Dentre os tratamentos T1, T2 e T3, na profundidade 0-5 cm para os teores de P, o tratamento T3 foi semelhante ao trecho florestal, e os tratamentos T1 e T2 no período seco. Já na profundidade de 10-20 cm não houve diferenças entre os tratamentos estudados.

Apenas para os teores de K a pastagem apresentou média superior aos demais tratamentos, resultado esse semelhante ao encontrado por Silva et al. (2011). Pereira et al. (2000) citam que os animais de pastejo ingerem todo o potássio da gramínea, sendo retornado por meio da urina e fezes dos animais. Os tratamentos em restauração apenas se diferenciaram do trecho florestal no período seco na profundidade de 0-5 cm, no qual, houve influência sazonal no teor de K no T5.

De acordo com Ernani, Almeida e Santos (2007), a elevação da temperatura ambiente e do solo somadas a presença de chuvas, favorece a absorção de K. Ainda segundo esses autores, a absorção desse nutriente depende diretamente das

raízes, ou seja, quanto maior a área do sistema radicular, maior a interceptação do K do solo pela planta, diminuindo seus teores.

Como observado, os teores dos nutrientes são muito baixos, confirmando a hipótese de solos tropicais apresentarem baixa fertilidade e elevada acidez. Observa-se também que, apesar das diferenças significativas entre os atributos químicos do solo entre os tratamentos, houve em geral melhoria da fertilidade do solo dos modelos de restauração (T1, T2 e T3) em relação ao fragmento florestal.

Tais melhorias nos tratamentos T1, T2 e T3 são, provavelmente, devido à busca da vegetação desses sistemas em suprir suas exigências nutricionais em camadas de solo abaixo das amostradas, além do seu retorno ao solo pelo aporte de serapilheira e o processo de ciclagem de nutrientes.

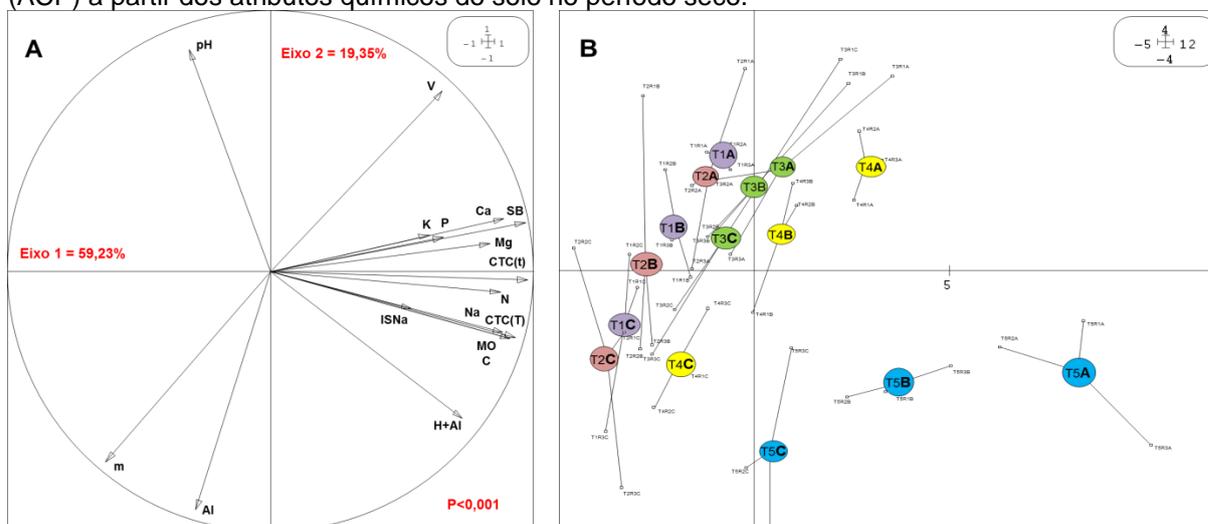
### **3.1.1 Análise de componentes principais**

O comprimento do autovetor é proporcional a sua importância e os ângulos entre elas refletem as correlações entre as variáveis. O ângulo entre determinada autovetor e cada eixo de ordenação representa um grau de correlação com o eixo, ou seja, quanto menor o ângulo entre dois vetores ou vetor e eixo, maior a correlação entre eles. (MELÉM JÚNIOR et al., 2008; PEREIRA et al., 2010).

A análise de componente principal (ACP) foi realizada sobre a matriz de dados compostas por 17 variáveis, referentes aos atributos químicos do solo, e 45 amostras que corresponde ao total obtido para todos os tratamentos nas três profundidades.

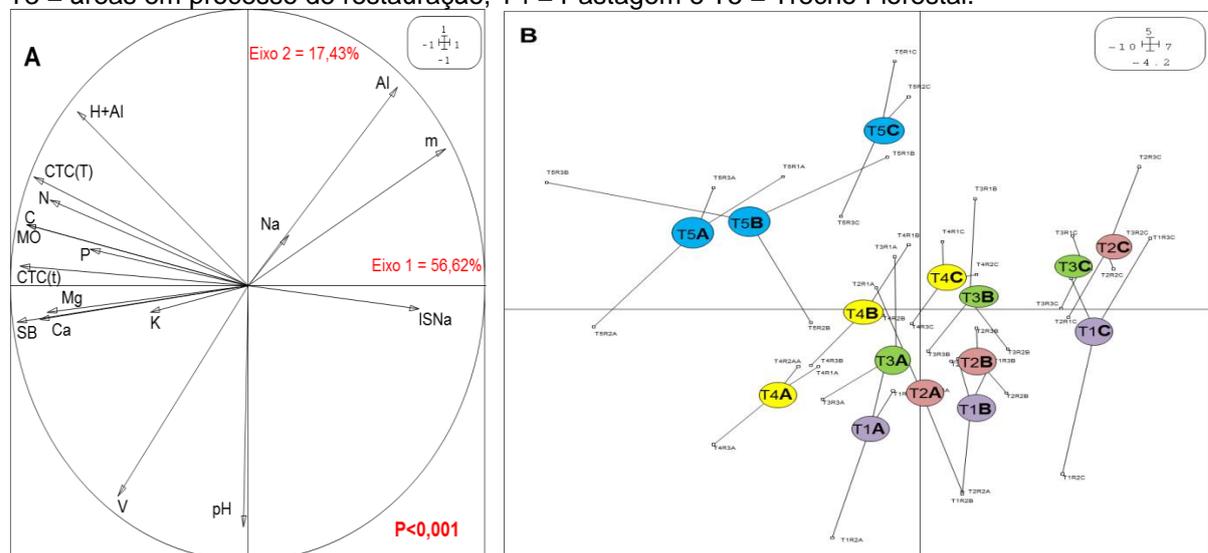
Na Figura 9 é apresentada a ordenação das características químicas dos solos em três profundidades, a partir da ACP para o período seco. Em que apresentou autovalores de 0,5923 para o primeiro eixo, e 0,1935 para o segundo eixo, ou seja, a primeira componente principal (eixo 1) representa 59,23% da variabilidade total dos dados, e 19,35% para a segunda componente (eixo 2). No período chuvoso o eixo 1 explicou 56,62% e o eixo 2 17,43% (Figura 10). Dessa forma, pode-se desprezar os demais eixos de ordenação, apresentando um gráfico bidimensional com ordenação clara dos atributos químicos do solo.

Figura 9 - A: Diagrama de ordenação resultante da análise de componentes principais (ACP) das 17 variáveis dos atributos químicos do solo para os tratamentos estudados, nas profundidades de 0-5, 5-10 e 10-20 cm no período seco. B: Agrupamento resultante da análise de componentes principais (ACP) a partir dos atributos químicos do solo no período seco.



Em que: A = profundidade 0-5 cm; B = profundidade de 5-10; C = profundidade de 10-20 cm; T1, T2 e T3 = áreas em processo de restauração, T4 = Pastagem e T5 = Trecho Florestal.

Figura 10A - Diagrama de ordenação resultante da análise de componentes principais (ACP) das 17 variáveis dos atributos químicos do solo para os tratamentos estudados no período chuvoso, nas profundidades de 0-5, 5-10 e 10-20 cm. Figura 10B: Agrupamento resultante da análise de componentes principais (ACP) a partir dos atributos químicos do solo no período chuvoso (Verão). Em que: A = profundidade 0-5 cm; B = profundidade de 5-10; C = profundidade de 10-20 cm; T1, T2 e T3 = áreas em processo de restauração, T4 = Pastagem e T5 = Trecho Florestal.



Em que: A = profundidade 0-5 cm; B = profundidade de 5-10; C = profundidade de 10-20 cm; T1, T2 e T3 = áreas em processo de restauração, T4 = Pastagem e T5 = Trecho Florestal.

Sendo assim, a variação total acumulada nos dois eixos para o presente estudo foi de 78,58% para o período seco e 74,05 para o período chuvoso. A literatura é divergente quanto a porcentagem de acúmulo de explicação para os dois primeiros eixos. Segundo Silva et al. (2010b), um ou dois componentes são,

geralmente, suficientes para explicar todo o acúmulo de variação contida nos atributos químicos de solo, no qual, de acordo com Costa (2009), variância 34% para os dois primeiros eixos, já é satisfatório para estudos de dados ambientais, e uma boa “realidade amostrada” em campo.

Vicente (2010) ao estudar os atributos químicos dos solos da região oeste paulista, encontrou 51% de explicação para os dois primeiros componentes principais, Martins et al. (2010) encontraram acúmulo de 52,95% ao estudarem solos em áreas em processo de desertificação e Melém Júnior et al. (2008) obtiveram 70% de explicação em solos do Amapá, sendo inferiores ao presente estudo. Contrariamente, Kummer et al. (2010) ao utilizarem análise de componentes principais com o objetivo de agrupamento dos solos no Paraná, encontraram 84,7% de acúmulo de variância, e Pereira et al. (2010) ao analisar latossolo vermelho sob pastagem e mata em Goiânia e Cardozo et al. (2008) ao caracterizar as propriedades em áreas sob manejo orgânico e natural na região serrana do Rio de Janeiro encontraram variância acumulada para análises dos atributos químicos, em profundidade, acima de 90%.

O primeiro eixo (Figura 9) apresenta correlação elevada com N, P, K, Na, MO, C<sub>org</sub>, CTC(T), CTC(t), SB, Mg, Ca, e ISNa, no qual, pode ser interpretado como um fator mais relacionado com a nutrição do solo e matéria orgânica. A capacidade de troca de cátions efetiva e a pH 7,0, soma de bases, matéria orgânica e carbono orgânico do solo foram as variáveis mais importantes na formação do componente 1, corroborando com resultados de ACP para o componente 2 encontrado por Guedes et al., (2006) ao estudar as propriedades químicas do solo em plantios de eucalipto adubados com lodo de esgoto. Já o segundo eixo apresenta alta correlação com pH, e Al, podendo ser interpretado como uma resposta a acidez do solo.

Analisando as Figuras 9A e 9B e seus respectivos eixos, do lado esquerdo da linha vertical encontram-se os tratamentos T1 e T2 para as três profundidades e os tratamentos T3 e T4 ambos na profundidade C (10-20 cm), enquanto que, do lado direito, estão localizadas os tratamentos T5 para as 3 profundidades, o tratamento T3 na profundidade A (0-5 cm) e o tratamento T4 para as profundidades A e B (5-10 cm) (Figura 9B). Ou seja, os nutrientes, e matéria orgânica do solo, estão mais correlacionadas com os tratamentos e profundidades ao lado direito da ACP, e a saturação por alumínio e Al mais correlacionado com os tratamentos do lado esquerdo (Figura 9A e B).

As áreas em processo de restauração estiveram associadas ao maior grau de acidez do que os demais atributos químicos do solo. O K, P e ISNa apresentaram vetores menores (Figura 9A), indicando que esse atributos químicos apresentaram importância reduzida para a explicação dos dados.

A ACP demonstrou que o agrupamento ocorreu mais em função dos tratamentos, do que das profundidades de amostragem, sendo similares aos resultados encontrados por Kummer et al. (2010). As áreas em restauração T1 e T2 se assemelharam em todas as profundidades, sendo essa semelhança representada pela proximidade das respectivas áreas ao lado esquerdo superior e esquerdo inferior da ACP (Figura 9B).

O tratamento T3 na profundidade superficial A, apresentou maior similaridade com a pastagem (T4) nas profundidades A e B, demonstrada no lado direito superior da ACP. Ambos os tratamentos, para as respectivas profundidades, possuíram maiores correlações com SB, Ca, Mg e V e menores para K e P.

Isso pode demonstrar que, o tratamento T3, dentre os modelos de restauração estudados, apresentou maiores correlações com os atributos químicos do solo, como resposta por possuir maior riqueza arbórea (114 espécies) em relação as outras áreas em processo de restauração T1 (29 espécies) e T2 (54 espécies). Corroborando com Caldeira et al. (2008) no qual citam a influência da riqueza arbórea local na fertilidade do solo. Em contra partida, os resultados dos atributos da pastagem (T4) deve-se ao fato de ser o único tratamento sob possível interferência antropogênica para seu desenvolvimento.

Já o trecho florestal (T5), nas três profundidades se agrupou isoladamente para no quadrante inferior direito, correlacionando com H+Al, MO, C<sub>org</sub>, N, CTC (t), CTC (T), Na e ISNa. Podendo ser facilmente explicado por ser um trecho florestal primário, no qual apresenta maior diversidade arbórea, maior estabilidade e interação solo-planta.

No período chuvoso, para todos os tratamentos, apresentou semelhanças nos resultados de correlação dos atributos químicos com os resultados obtidos na época seca, com exceção do potencial de explicação do Na que diminuiu consideravelmente em resposta a elevação das chuvas (Figura 10A). O T1 na camada superficial agrupou juntamente com o T3 e T4 na camada superficial (Figura 10B), correlacionando com K, Ca Mg e SB. Confirmando a influência da precipitação

na disponibilidade de nutrientes no solo relacionado à decomposição mais eficiente da MO nesse período.

Houve dispersão no agrupamento dos tratamentos T1, T2, T3 e T4 no período chuvoso (Figura 11B), evidenciando a variação dos atributos químicos do solo ao decorrer do aumento de profundidade.

### 3.2 SERAPILHEIRA ACUMULADA

O trecho florestal apresentou média total de 10,6 Mg ha<sup>-1</sup>, seguido pelo tratamento T3 com 5,1 Mg ha<sup>-1</sup>, pastagem com 4,8 Mg ha<sup>-1</sup>, tratamento T2 com 4,5 Mg ha<sup>-1</sup> e tratamento T1 com 4,5 Mg ha<sup>-1</sup> (Tabela 3). A ordem de aporte de material decíduo T5>T3>T2>T1, foi a mesma da riqueza arbórea de cada tratamento, em que, a composição das espécies, bem como suas características ecológicas, refletem diretamente a quantidade de material aportado (MACHADO; PIÑA-RODRIGUES; PEREIRA, 2008). Apesar da ordem de aporte, os tratamentos T1, T2 e T3 não apresentaram diferenças significativas entre si entre as épocas, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. A pastagem por outro lado, embora não tenha tido relação com a riqueza, tem aporte elevado de biomassa pelo rápido turnover da braquiária (TORRES, 2011).

Tabela 3: Biomassa de serapilheira acumulada sobre o solo nas áreas em estudo Reserva Natural Vale, Linhares, ES.

| Tratamento | Serapilheira Acumulada (Mg ha <sup>-1</sup> ) |              |       |
|------------|---|--------------|-------|
|            | Período Chuvoso                               | Período Seco | Média |
| <b>T1</b>  | 3,83 Ab                                       | 5,20 Ab      | 4,51  |
| <b>T2</b>  | 3,95 Ab                                       | 5,08 Ab      | 4,52  |
| <b>T3</b>  | 4,38 Ab                                       | 5,92 Ab      | 5,15  |
| <b>T4</b>  | 5,41 Ab                                       | 4,25 Ab      | 4,83  |
| <b>T5</b>  | 12,37 Aa                                      | 8,94 Ba      | 10,66 |
| CV (%)     | 10,65   | 16,78        | 11,54 |

Em que: (T1, T2, T3) Áreas em processo de restauração; (T4) Pastagem, (T5) Trecho Florestal. Médias seguidas por uma mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, entre os tratamentos ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. As médias seguidas por uma mesma letra maiúscula não diferem entre si entre as estações para cada tratamento.

O fato do acúmulo de serapilheira da pastagem não apresentar diferença com as áreas em processo de restauração florestal pode ser explicado pelo ciclo de vida

reduzido das gramíneas, aliada a sua alta produção de material senescente, e morte das hastes não utilizadas pelo gado no pastejo. Torres (2011) encontrou produção de serapilheira na gramínea de 4,6 Mg ha<sup>-1</sup> e Calvanti Filho et al. (2008) caracterizando *Brachiaria* no estado de Pernambuco obtiveram 4,7 Mg ha<sup>-1</sup>, sendo similares ao encontrado nesse estudo, já Pulrolnik (2009) encontrou 2,69 Mg ha<sup>-1</sup> em Jequitinhonha –MG.

As áreas em processo de restauração florestal possuíram maiores acúmulos de material no período seco. Em contrapartida, o trecho florestal e a pastagem apresentaram comportamento antagônico às áreas de restauração, tendo maior acúmulo de biomassa no período chuvoso. Corroborando com estudos de Backers, Prates e Viola (2005) ao quantificarem o acúmulo de serapilheira em Floresta Ombrófila Mista no Rio Grande do Sul, e Sperandio (2013).

Em regiões de florestas tropicais que possuam duas estações bem definidas, a maior acúmulo de material senescente é no período de menor precipitação, como estratégia contra o déficit hídrico (DELITTI, 1984; COSTA et al., 2010). Segundo Nunes e Pinto (2007), esse comportamento pode ser reflexo da florística e o estágio sucessional das espécies existentes nos trechos de vegetação estudados, pelas forças do vento ou pela taxa de decomposição reduzida em resposta da fauna epígea a baixas temperaturas e umidade do solo (MAMAN et al., 2007; COSTA, 2014; CALDEIRA et al., 2008; BARBOSA; RODRIGUESIA, 2006).

Porém, de acordo com Dias e Oliveira Filho (1997), maiores quedas de serapilheira em épocas de chuva, pode estar associado a renovação foliar, com perdas de folhas e ramos senescente, ou estratégias adquiridas pela vegetação através de processos evolutivos (SANTOS et al., 1984).

Os tratamentos T1, T2 e T3 não apresentaram diferenças significativas entre si entre as épocas, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Outros trabalhos, comparados ao presente estudo, observa-se que os valores da serapilheira acumulada podem ser muito variáveis, mas os dados das área em processo de recuperação do presente estudo ainda são muito baixos (Tabela 4).

Tabela 4: Biomassa de serapilheira acumulada em diferentes áreas em restauração, estágio sucessional e tipologias florestais brasileiros.

(continua)

| Tipologia florestal                       |   | Local                      | Serapilheira acumulada<br>Mg ha <sup>-1</sup> | Referência              |
|---|---|----------------------------|---|-------------------------|
| Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas | Áreas em processo de restauração (8 anos)                         | Linhares - ES              | 4,72*   | <b>Este estudo</b>      |
|   | Trecho florestal Gramíneas  |                            | 10,66<br>4,83                                 |                         |
| Floresta Atlântica de Tabuleiro           | Restauração com leguminosa (3 anos)                               | Linhares - ES              | 7,4   | KLIPPEL (2011)          |
| Floresta Atlântica de Tabuleiro           | Restauração com leguminosa <i>Mimosa velloziana</i> Mart (6 anos) | Linhares - ES              | 11,97*  | SPERANDIO (2011)        |
|   | Restauração com leguminosa <i>Tephrosia candida</i> D.C. (6 anos) |                            | 7,66*   |                         |
|   | Trecho florestal primário   |                            | 8,02*   |                         |
| Floresta Estacional Semidecidual          | Nativa  | Alegre - ES                | 12  | CALDEIRA et al. (2013)* |
|   | Reflorestamento de eucalipto e acácia                             |                            | 9,75  |                         |
|   | Reflorestamento com nativas                                       |                            | 8,2   |                         |
| Floresta Ombrófila Mista                  | Floresta secundária   | São Francisco de Paula -RS | 8,35  | LONGHI et al. (2011)    |

Tabela 4: Biomassa de serapilheira acumulada em diferentes áreas em restauração, estágio sucessional e tipologias florestais brasileiros.

(continua)

| Tipologia florestal   | Local  | Serapilheira acumulada Mg há <sup>-1</sup> | Referência |                         |
|---|--|--|------------|-------------------------|
|   |  | 5,96                                       |            |                         |
| Floresta Estacional Semidecidual                              | Mata Nativa  |  |            |                         |
|   | Restauração com espécies diversas (22 anos)                      | Alegre - ES                                | 5,67       | SPERANDIO et al. (2012) |
|   | Restauração com eucalipto (22 anos)                              |  | 5,22       |                         |
| Restauração com <i>Acacia auriculiformis</i> Benth. (20 anos) |  |  | 10,59      |                         |
| Floresta Ombrófila  | Restauração com <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth. (20 anos) | Conceição de Macabu - RJ                   | 6,69       | COSTA et al. (2014)     |
|   | Sucessão florestal (40 anos)                                     |  | 6,68       |                         |
|   | Mata Nativa  |  |            |                         |
| Floresta Ombrófila densa                                      | Reflorestamento com leguminosas (17 anos)                        | Angra dos Reias - RJ                       | 7,7        | TORRES (2011)           |
|   | Gramíneas  |  | 4,6        |                         |
| Floresta Ombrófila densa                                      | Floresta pouco alterada  | Silva Jardim - RJ                          | 7,06       | BORÉM; RAMOS (2002)     |
|   | Floresta muito alterada  |  | 8,47       |                         |
| Floresta Ombrófila  | Floresta secundária  | Paraty - RJ                                | 12,31      | SILVEIRA et al. (2007)  |
| Floresta Ombrófila Densa Submontana                           | Estágio Inicial  |  | 4,5        |                         |
|   | Estágio Intermediário  | Blumenal - SC                              | 5          | CALDEIRA et al. (2008)  |
|   | Estágio Avançado   |  | 5,3        |                         |

Tabela 4: Biomassa de serapilheira acumulada em diferentes áreas em restauração, estágio sucessional e tipologias florestais brasileiros.

(conclusão)

| Tipologia florestal                          | Local             | Serapilheira acumulada Mg há <sup>-1</sup> | Referência           |
|--|-------------------|--|----------------------|
|  |                   | 7,37                                       |                      |
|  |                   | 8,4  |                      |
| Floresta Ombrófila Densa                     | Capitão Poço - PA | 7,89                                       | HAYASHI et al (2006) |
|  |                   | 8,06                                       |                      |
|  |                   | 9,82                                       |                      |
|  |                   | 1,5  |                      |
| Floresta Estacional Semidescidual Submontana | Pinheral - RJ     | 3,4  | MATEUS et al. (2013) |
|  |                   | 4,8  |                      |
|  |                   | 5,15                                       |                      |

(\*) Média entre as áreas de estudo.

Klippel (2011) e Sperandio (2013) encontraram maiores valores de acúmulo em áreas de restauração com idade inferior a esse estudo, porém, em contrapartida, os valores foram similares aos encontrados por Sperandio et al, (2012) em áreas de restauração de 22 anos e Caldeira et al, (2008) em diferentes estágios sucessionais,

A serapilheira acumulada confere maior estabilidade ao sistema, e juntamente com o solo, controla vários processos fundamentais na dinâmica dos ecossistemas, como o da produção primária e liberação de nutrientes (PIRES et al., 2006). O acúmulo de biomassa é afetado por diversos fatores, tais como: cobertura florestal, estágio sucessional, idade da vegetação, época de coleta, condições edafoclimáticas, regime hídrico, clima, altitude, manejo silvicultural, proporção de copa, taxa de decomposição e distúrbios naturais (NEVES; MARTINS; REISSMANN, 2001; CALDEIRA et al., 2008; GODINHO, 2011; MARAFIGA et al., 2012; CASTRO, 2014).

### 3.2.2 Nutrientes da serapilheira acumulada

Os teores médios de macronutrientes na serapilheira acumulada podem ser observados na Tabela 5. Não houve diferenças estatísticas entre as áreas em restauração, porém, diferenciaram em grande maioria da pastagem e do trecho florestal. A homogeneidade nas concentrações de nutrientes da serapilheira, entre as áreas de restauração é possivelmente por compartilharem características entre si, como espécies implantadas, espaçamento, temperatura, precipitação, relevo e idade, no qual, segundo Caldeira et al, (2008) e Castro (2014) são fatores que influenciam na composição química do material aportado.

Tabela 5 - Teores médios dos macronutrientes da serapilheira acumulada na área de estudo na Reserva Natural Vale, Linhares – ES

| Cobertura florestal    | N                  | P       | K       | Ca       | Mg       | S        |
|------------------------|--------------------|---------|---------|----------|----------|----------|
|                        | g kg <sup>-1</sup> |         |         |          |          |          |
| <b>Período Chuvoso</b> |                    |         |         |          |          |          |
| T1                     | 10,97 bA           | 0,29 bA | 0,80 bA | 8,85 bA  | 1,23 bcA | 0,74 cA  |
| T2                     | 10,38 bA           | 0,34 bA | 0,85 bA | 7,23 bA  | 1,33 bA  | 0,84 bcA |
| T3                     | 11,55 bA           | 0,37 bA | 0,82 bA | 10,37 bA | 1,65 bA  | 0,99 bA  |
| T4                     | 5,37 cA            | 0,45 aA | 0,61 bA | 1,08 cA  | 1,00 cA  | 0,53 dA  |
| T5                     | 16,68 aA           | 0,46 aA | 1,80 aA | 16,67 aB | 2,47 aA  | 1,47 aA  |
| <b>Período Seco</b>    |                    |         |         |          |          |          |
| T1                     | 12,45 bA           | 0,35 bA | 1,01 bA | 13,83 aB | 1,77 aB  | 0,93 bA  |
| T2                     | 12,25 bA           | 0,34 bA | 1,21 bA | 10,33 aB | 1,78 aA  | 1,15 cA  |
| T3                     | 12,13 bA           | 0,33 bA | 1,01 bA | 10,38 aA | 1,72 aA  | 1,06 cA  |
| T4                     | 6,07 cA            | 0,47 aA | 0,81 bA | 1,90 bA  | 1,40 aB  | 0,57 aA  |
| T5                     | 16,45 aA           | 0,42 aA | 1,80 aA | 13,67 aA | 2,55 bA  | 1,60 dA  |

Em que: (T1, T2, T3) Áreas em processo de restauração; (T4) Pastagem, (T5) Trecho Florestal. Médias seguidas por uma mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, entre os tratamentos ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. As médias seguidas por uma mesma letra maiúscula não diferem entre si entre as estações para cada tratamento.

As áreas em restauração diferiram do trecho florestal em relação a todos os nutrientes, por conta da elevada quantidade e qualidade de material senescente aportado sobre o solo de florestas primárias, sendo a principal fonte nutricional da vegetação (BORÉM; RAMOS, 2002) Ainda segundo o autor, os nutrientes presentes na serapilheira estão mais protegidos contra lixiviação do os armazenados no solo.

As áreas em processo de restauração T1, T2 e T3 apresentaram a seguinte ordem:  $N > Ca > Mg > S > K > P$ , semelhantes a ordem encontrada por Sperandio (2013) em áreas de leguminosas, Balieiro et al, (2004) em sistemas agroflorestais em floresta de tabuleiros em Linhares e por Ribeiro (2011). Já a pastagem (T4) e trecho florestal (T5) obtiveram a ordem:  $N > Ca > Mg > K > S > P$ . Os resultados deste estudo foram similares aos obtidos por Vieira e Schumacher (2010) ao estudarem a deposição de serapilheira em povoamento de acácia-negra no Rio Grande do Sul, Ferreira et al. (2007) em bosque de sabiá, Pinto et al. (2009) em trechos de floresta estacional semidecidual em Viçosa, Marafiga et al. (2012) em floresta estacional decidual e por Boeger et al. (2005) em trechos em estágio médio e avançado de sucessão em floresta ombrófila densa.

Quanto ao conteúdo dos macronutrientes na serapilheira acumulada (Tabela 6), é possível constatar a mesma ordem dos teores, sendo  $N > Ca > Mg > S > K > P$  para as áreas de restauração florestal e  $N > Ca > Mg > K > S > P$  no trecho florestal e pastagem. Diferindo dos resultados encontrados por Sperandio (2013) no trecho de Floresta de Tabuleiros, Krippel (2011) e Godinho (2011), em contrapartida, foram similares a ordem obtida por Vogel e Schumacher (2010) em floresta Estacional Semidecidual no Rio Grande do Sul e Caldeira et al. (2008).

Tabela 6: Conteúdo médio de macronutrientes na serapilheira acumulada na Reserva Natural Vale, Linhares – ES

| Cobertura florestal | N                      | P        | K        | Ca        | Mg       | S        |
|---------------------|------------------------|----------|----------|-----------|----------|----------|
|                     | kg ha <sup>-1</sup>    |          |          |           |          |          |
|                     | <b>Período Chuvoso</b> |          |          |           |          |          |
| <b>T1</b>           | 41,96 Ab               | 1,11 Ac  | 3,05 Ab  | 33,85 Bb  | 4,71 Bb  | 2,83 Bb  |
| <b>T2</b>           | 41,02 Ab               | 1,34 Abc | 3,18 Ab  | 28,57 Ab  | 5,26 Ab  | 3,32 Bb  |
| <b>T3</b>           | 50,55 Ab               | 1,6 Abc  | 3,59 Ab  | 45,38 Ab  | 7,22 Ab  | 4,33 Bb  |
| <b>T4</b>           | 29,03 Ac               | 2,43 Ab  | 3,30 Ab  | 5,84 Ac   | 5,41 Ab  | 2,87 Ab  |
| <b>T5</b>           | 206,36 Aa              | 5,69 Aa  | 22,31 Aa | 206,24 Aa | 30,56 Aa | 18,19 Aa |
|                     | <b>Período Seco</b>    |          |          |           |          |          |
| <b>T1</b>           | 64,71 Ab               | 1,82 Ab  | 5,23 Ab  | 71,88 Ab  | 9,20 Ab  | 4,83 Abc |
| <b>T2</b>           | 62,29 Ab               | 1,73 Ab  | 6,16 Ab  | 52,53 Ab  | 9,05 Ab  | 5,85 Ab  |
| <b>T3</b>           | 71,84 Ab               | 1,95 Ab  | 5,98 Ab  | 61,48 Ab  | 10,19 Ab | 6,28 Ab  |
| <b>T4</b>           | 25,80 Ac               | 2,00 Ab  | 3,43 Ab  | 8,08 Ac   | 5,95 Ab  | 2,42 Ac  |
| <b>T5</b>           | 147,10 Aa              | 3,76 Ba  | 16,11 Aa | 122,22 Ba | 22,80 Ba | 14,30 Ba |

Em que: (T1, T2, T3) Áreas em processo de restauração; (T4) Pastagem, (T5) Trecho Florestal, Médias seguidas por uma mesma letra minúscula não diferem entre si, entre os tratamentos ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. As médias seguidas por uma mesma letra maiúscula não diferem entre si entre as estações para cada tratamento.

Os elevados teores e conteúdos de nitrogênio na serapilheira acumulada encontrada nas áreas em processo de restauração podem estar sendo influenciada, em parte, pela presença de espécies arbóreas leguminosas, como *Inga* sp., *Ormosia arbórea* (Vell.) Harnu, *Senna multijuga* var. *verrucosa* (Vogel) H.S. Irwin & R.C. Barneby, *Hymenaea rubriflora* Ducke var. *rubriflora*, *Andira Fraxinifolia* Benth., *Astronium* sp, entre outras (Anexo I) implantadas nas áreas de restauração, possuindo capacidade de formação de associações com bactérias fixadoras de N<sub>2</sub> (FERNANDES, 2006; SPERANDIO, 2013).

O segundo macronutriente de maior teor e conteúdo em todos os tratamentos estudados foi o Ca, pelo fato de ser um componente estrutural das células do tecido vegetal e possuir liberação lenta, deste modo, é um dos últimos nutrientes a ser disponível para o solo via deposição (KLIPPEL, 2011; GODINHO, 2011).

As áreas em restauração não apresentaram diferenças com a pastagem para os teores de K, demonstrando a baixa qualidade da serapilheira das gramíneas. O baixo teor de potássio na serapilheira acumulada pode está associado, em parte, à elevada retranslocação internamente deste nutriente pela planta dos tecidos velhos para os mais novos (LIMA, 2010), pela sua suscetibilidade ao processo de lavagem por não fazer parte de nenhum componente estrutural (GODINHO, 2011), ou ainda pelo desencadeando de uma série de eventos fisiológicos da flora local, acarretando maiores demandas por nutrientes em virtude ao processo de crescimento vegetal, devido a elevação da temperatura (VIEIRA; SCHUMACHER, 2010).

Os baixos valores de P corrobora com resultados de vários autores que concluíram que o P está quase sempre em baixas quantidades nas florestas tropicais, devido ao alto grau de intemperismos desses ecossistemas florestais, a imobilização do P no solo, e por grande parte da necessidade do fósforo em florestas ser suprida por meio de um processo efetivo de remobilização desse nutriente antecedente à queda de folhas. (BOEGER; WISNIEWSKI; REISSMANN, 2005; CASTRO, 2014).

Apenas o Ca e Mg apresentaram diferenças entre o período seco e chuvoso, apresentando maiores valores no período seco. De acordo com Cunha et al. (1993), a variação da dinâmica anual desses nutrientes, está mais relacionado a quantidade de biomassa do que qualidade na serapilheira em decorrência da sua liberação lenta. Já Borém e Ramos (2002) ao estudarem a estacional de nutrientes na serapilheira no estado do Rio de Janeiro, obtiveram resultados semelhantes a esse

estudo quanto a sazonalidade. Os autores atribuíram ao fato da melhor redistribuição desses nutrientes no período chuvoso.

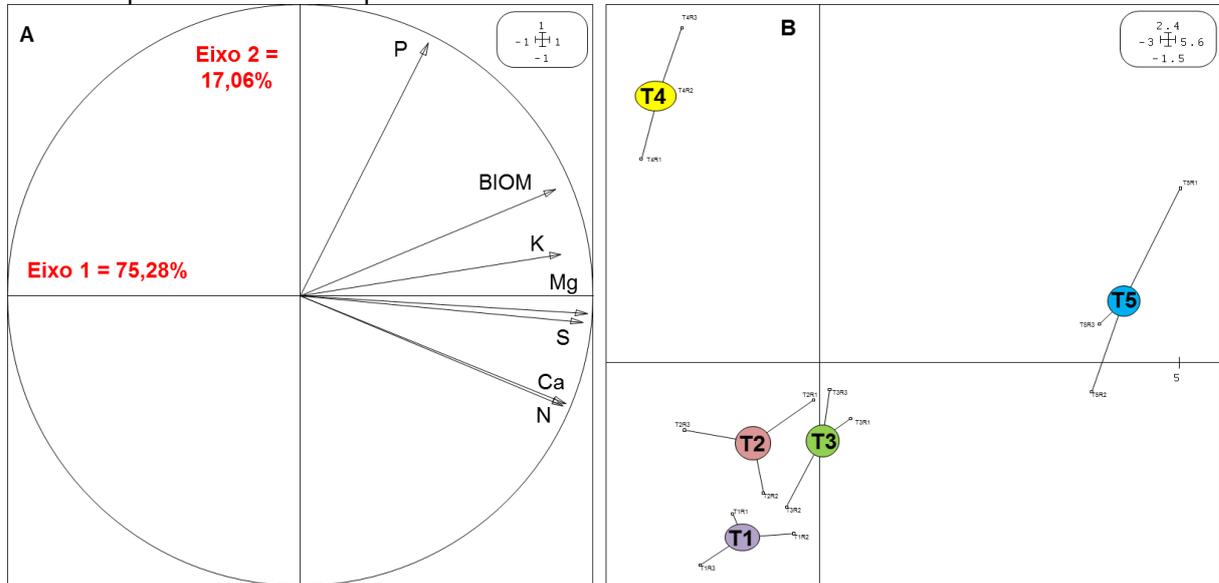
Em relação aos conteúdos (Tabela 6), os maiores valores foram encontrados no período seco para as áreas de restauração, e no período chuvoso para o trecho florestal e pastagem. Isso é decorrente a produção de serapilheira apresentar essa relação antagônica entre os tratamentos avaliados para a biomassa (Tabela 3). O presente estudo obteve valores de conteúdo inferiores ao encontrados por Ferreira et al. (2007) e superior aos encontrados por Caldeira et al. (2008) apenas para o Ca.

### **3.2.3 Análise de componentes principais**

A ACP foi realizada a partir dos teores de macronutrientes e biomassa da serapilheira acumulada. No qual permitiu agrupar para os dois componentes principais 94,34% (Figura 12A) de explicação no período chuvoso (Figura 13A), e 84,38% no período seco. Scoriza (2012) ao utilizar análise de componentes principais para os macronutrientes e biomassa em um fragmento de Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas e Submontanas em Itaboraí no Rio de Janeiro, obteve 53% de acúmulo de variância total na época seca e 60,7% na época chuvosa.

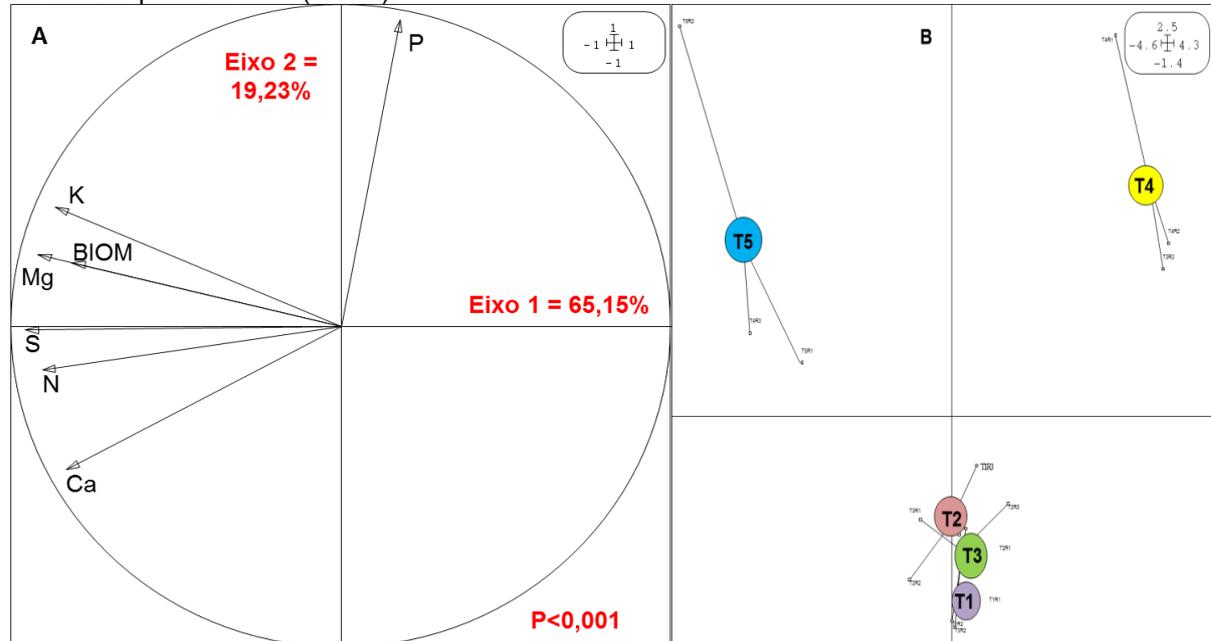
Para cada componente, resultou no período chuvoso o acúmulo de 75,28% para o primeiro, e 17,06% para a segundo componente. Já no período seco ocorreram 65,15% para o primeiro componente e 19,23% para o segundo. Barreto et al. (2008) encontraram valores de ACP para o primeiro componente de 73,8% e 20,5% para o segundo ao estudarem serapilheira em plantações comerciais de eucalipto de diversas idade no município de Aracruz, ES e Gama-Rodrigues, Gama-Rodrigues e Barros (2008) obtiveram 74,6% e 14,6% ao estudarem a serapilheira em plantios puros e mistos de espécies nativas no sudeste da Bahia, sendo similares ao presente estudo, já Bomfim (2013) em áreas de Floresta de Terra Firme sob manejo florestal explorada de 2003 a 2009 no estado do Amazonas obteve 38,3% de acúmulo para a componente 1 e 25% para o segundo.

Figura 12A: Diagrama de ordenação resultante da análise de componentes principais (ACP) dos macronutrientes e biomassa de serapilheira para os tratamentos estudados no período chuvoso. Figura 12B: Agrupamento resultante da análise de componentes principais (ACP) a partir dos atributos químicos do solo no período chuvoso.



Em que: T1, T2 e T3 = áreas em processo de restauração, T4 = Pastagem e T5 = Trecho Florestal.

Figura 13: (A) Diagrama de ordenação resultante da análise de componentes principais (ACP) dos macronutrientes e biomassa de serapilheira para os tratamentos estudados no período seco. (B): Agrupamento resultante da análise de componentes principais (ACP) a partir dos atributos químicos do solo no período seco (Verão).



Em que: T1, T2 e T3 = áreas em processo de restauração, T4 = Pastagem e T5 = Trecho Florestal.

No período seco, a biomassa apresentou autovetor reduzido, implicando num grau de explicação também reduzido comparado com as demais variáveis (nutrientes). O primeiro componente (eixo 1) estar correlacionado com K, biomassa,

Mg, S, N e Ca, e apenas o P está correlacionado com o eixo 2. Já o período chuvoso, todos nutrientes e biomassa apresentaram correlações com o eixo 1.

Na ordenação de agrupamento, a localização do trecho florestal à esquerda, e os demais tratamentos à direita, semelhante ao observado para os atributos do solo, demonstram que houve dissimilaridade apenas do trecho florestal com os demais tratamentos.

Ao avaliar a ordenação de autovetores e agrupamentos dos tratamentos para o período seco pode-se notar que, com exceção do P, as variáveis e o trecho florestal se posicionaram ao lado esquerdo da ACP. Isso demonstra a influência do trecho florestal sobre os atributos da serapilheira, refletindo o efeito da estabilidade e diversidade no acúmulo e qualidade da serapilheira.

O P apresentou correlação com o T4, pois no período seco, a pastagem apresentou maiores teores desse nutriente na serapilheira. Silva e Haridasan (2007) observaram a alta taxa de retranslocação de P em gramíneas, tornando o uso desse nutriente eficiente mesmo que os solos apresentem baixa fertilidade.

## 4 CONCLUSÕES

- Os solos apresentaram baixa fertilidade aliados a elevada acidez, comum em áreas tropicais.

- Para áreas de restauração, a avaliação de atributos químicos do solo e biomassa da serapilheira acumulada de maneira geral, não obteve influências consideráveis pelos métodos de implantação adotados na Reserva Natural Vale, o que pode ser atribuído ao pouco tempo de implantação dos tratamentos.

- A riqueza arbórea afeta diretamente a quantidade de deposição de serapilheira.

- A biomassa de serapilheira acumulada, nas áreas de restauração, não foi afetada pela sazonalidade, e apresentou valores baixos, ao ser comparado com outras fisionomias semelhantes.

- Dentre os modelos de restauração, apenas o tratamento T3 apresentou algumas semelhanças com uma floresta primária. Sendo esse resultado possivelmente por apresentar maior riqueza de espécies em sua implantação (114 espécies).

## 5. REFERÊNCIAS

AMORIM, L. B. de; SALCEDO, I. H.; GALINDO, I. C. de L.; PETRERE, V. G.; TORRES, F. J. V. Variação sazonal da concentração de carbono orgânico total em área desmatada ou sob vegetação de caatinga preservada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32. 2009, Fortaleza. **O solo e a produção de bioenergia: perspectivas e desafios**. Fortaleza: UFC: SBCS, 2009. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/256774>> Acesso em: 26 mai. 2014.

ANDRADE, N. R. L.; SANCHES, L.; JÚNIOR, O. B. P.; DIAS, A. A.; NOGUEIRA, J. de S. Macro-nutrientes no lençol freático em Floresta Intacta, Floresta de Manejo e Pastagem no norte de Mato Grosso. **Acta Amazônica**. Manaus v. 38, n. 4, p. 667-672, 2008.

ARAÚJO, E. A.; LANI, J. L.; AMARAL, E. F.; GUERRA, A. Uso da terra e propriedades físicas e químicas de um Argissolo Amarelo distrófico na Amazônia Ocidental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 28, p. 307-315, 2004.

BACKES, A.; PRATES, F. L.; VIOLA, M. G. Produção de serapilheira em floresta ombrófila mista, em São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, Porto Alegre, v. 19, n. 1, p. 155-160, jan/abr. 2005.

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 serapilheira e transferência de nitrogênio ao solo em plantios de *Pseudosamanea guachapele* e *Eucalyptus grandis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 6, p. 597-601, 2004.

BARBOSA, J. H. C.; RODRIGUESIA, S. M. de F. Aporte de serapilheira ao solo em estágios sucessionais florestais na reserva biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil. **Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. v. 57, n. 3, p. 461-476, 2006.

BARRETO, A. C.; LIMA, F. H. S.; FREIRE, M. B. G. S.; ARAÚJO, Q. R.; FREIRE, F. J. Características químicas e físicas de um solo sob floresta, sistema agroflorestal e pastagem no sul da Bahia. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 19, n. 4, p. 415-425, 2006.

BARRETO, P. A. B.; GAMA-RODRIGUES, E. F. da; GAMA-RODRIGUES, A. C da; BARROS, N. F. de, FONSECA, S. Atividade microbiana, carbono e nitrogênio da biomassa microbiana em plantações de eucalipto, em sequência de idades. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 32, p. 611-619, 2008.

BOEGER, M. R. T.; WISNIEWSKI, C.; REISSMANN, C. B. Nutrientes foliares de espécies arbóreas de três estágios sucessionais de floresta ombrófila densa no sul do Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v. 19, p. 167-181, 2005.

BOMFIM, B. de O. **Atributos do solo e da serapilheira em áreas de floresta de terra firme sob manejo florestal explorada de 2003 a 2009 no estado do**

**amazonas**. UnB, 2013. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Departamento de engenharia florestal da Universidade de Brasília, 2013.

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

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos**. Brasília, MMA/SBF, 2000. 40p. Disponível em: <<http://www.conservation.org.br/publicacoes/files/Sumario.pdf>>. Acesso em: 10 de Maio de 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2º edição. Rio de Janeiro. 271p. 2012.

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

CALDEIRA, M. V. W.; SCHUMACHER, M. V.; VIEIRA, M.; GONÇALVES, E. O.; GODINHO, T. O. Ciclagem de nutrientes, via deposição e acúmulo de serapilheira, em ecossistemas florestais. In: CHICHORRO, J.F.; GARCIA, G.O.; BAUER, M.O.; CALDEIRA, M. V. W. (Eds.). **Tópicos em ciências florestais**. Visconde do Rio Branco: Suprema, cap. 2, p. 57-82, 2010.

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.

CALVALCANTI FILHO, K. F. M.; SANTOS, M. V. F.; FERREIRA, M. A.; LIRA, M. A.; MODESTO, E. C.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, M. J. Caracterização de pastagem de *Brachiaria decumbens* na zona da mata de Pernambuco. **Archivos de Zootecnia**, v. 57, n. 220, p. 391-402, 2008.

CARDOSO, E. L.; SILVA, M. L. N.; MOREIRA, F. M. de S.; CURI, N. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em pastagem cultivada e nativa no Pantanal. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 44, n. 6, p. 631-637, jun. 2009.

CARDOZO, S. V.; PEREIRA, M. G.; RAVELLI, A.; LOSS, A. Caracterização de propriedades edáficas em áreas sob manejo orgânico e natural na região serrana do Estado do Rio de Janeiro. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 3, p. 515-528, jul./set. 2008

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. 99f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, 2014.

CORSI, M.; JÚNIOR, G. B. M.; PAGOTTO, D.S. Sistema radicular: Dinâmica e resposta a regimes de desfolha. In: MATTOS, W.R.S., ed. **A produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba, FEALQ. p. 838- 852, 2001.

COSTA, C. C. de A.; CAMACHO, R. G. V.; MACEDO, I. D. de; SILVA, P. C. M da; Análise comparativa da produção de serapilheira em fragmentos arbóreos e arbustivos em área de caatinga na flona de açu- RN. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 259-265, 2010.

COSTA, C. F. **Solos e outros fatores ambientais associados à diversidade fenotípica de macaúba no Estado de São Paulo**. Campinas, 2009. 54f. Dissertação (Mestrado) – Instituto Agrônomo de Campinas, 2009.

COSTA, M. G. da C.; GAMA-RODRIGUES, A. C. da; ZAIA, F. C.; GAMA-RODRIGUES, E. F. da. Leguminosas arbóreas para recuperação de áreas degradadas com pastagem em Conceição de Macabu, Rio de Janeiro, Brasil. **Scientia Forestalis**, v. 42, n. 101, p.101-112, mar., 2014.

COSTA, O. V.; CANTARUTTI, R. B.; FONTES, L. E. F.; COSTA, L. M. da C.; NACIF, P. G. S.; FARIA, J. C. Estoque de carbono do solo sob pastagem em área de tabuleiro costeiro no sul da Bahia. **Revista Brasileira de ciências do solo**. v. 33, p. 1137-1145, 2009

CUNHA, G. C.; GRENDENE, L. A.; DURLO, M. A.; BRESSAN, D. A. Nutrient cycling in a seasonal deciduous forest with special respect to the mineral content produced by the litter fall. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 3, n. 1, p. 36-64, 1993.

DELITTI, W. B. C. Estudos de ciclagem de nutrientes: instrumentos para a análise funcional de ecossistemas terrestres. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 1, p. 469-486, 1984.

DIAS, H. C. T.; OLIVEIRA FILHO, T. de. Variação temporal e espacial da produção de serapilheira em uma área de floresta estacional semidecídua montana em Lavras-MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 21, n. 1, p. 11-26, 1997.

DINIZ, L. T.; RAMOS, M. L. G.; VIVALDI, L. J.; ALENCAR, C. M. de; JUNQUEIRA, N. T. V. Alterações microbianas e químicas de um gleissolo sob macaúbeiras nativas em função da variação sazonal e espacial. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 3, p. 750-762, May/June, 2014

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

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Mapa de solos do Brasil. Escala 1:5.000.000. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_impresao.php?id\\_noticia=169](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_impresao.php?id_noticia=169)>. Acesso em: 21 Abril 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**, 3.ed. ver, ampl. Brasília, DF , 2013.

EFFGEN, E. M.; NAPPO, M. E.; CECÍLIO, R. A.; MENDONÇA, A. R. de; MANZOLE, R.; BOCARTE, M. Atributos químicos de um latossolo vermelho-amarelo distrófico sob cultivo de eucalipto e pastagem no sul do Espírito Santo. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 40, n. 95, p. 375-381, set. 2012

ERNANI, P. R.; ALMEIRA, J. A.; SANTOS, F. C. dos. Potássio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciências do solo, 991p., 2007.

FÁVERO, C.; LOVO, I. C.; MENDONÇA, E. de S. Recuperação de área degradada com sistema agroflorestal no vale do rio doce, minas gerais. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 32, n. 5, p. 861-868, 2008

FEITOSA, A. A. N.; ESPIG, S. A.; FREIRE, B. G. S. Teores de matéria orgânica em sub-áreas de um fragmento de mata de Pernambuco. In: **IV Simpósio de Pesquisa e Pós-Graduação da UFRPE**. 2003, Recife. IV SIMPÓS. Recife: Imprensa Universitária, 2003.

FERNANDES, M. M. F.; PEREIRA, M. G.; MAGALHÃES, L. M. S.; CRUZ, A. R.; GIÁCOMO, R. G. Aporte e decomposição de serapilheira em áreas de floresta secundária, plantio de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) e andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) na flona Mário Xavier, RJ. **Ciência Florestal**, v. 16, n. 2, 2006.

FERREIRA, R. L. C.; LIRA JÚNIOR, M. de A.; ROCHA, M. S. da; SANTOS, M. V. F.; LIRA, A. M de; BARRETO, L. P. Deposição e acúmulo de matéria seca e nutrientes em serapilheira em um bosque de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 31, n. 1, p. 7-12, 2007.

GAMA-RODRIGUES, A. C. da; GAMA-RODRIGUES, E. F. da; BARROS, N. F. de; Balanço de carbono e nutrientes em plantio puro e misto de espécies florestais nativas no sudeste da Bahia. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 32, p. 1165-1179, 2008.

GOLLEY, F. B.; MCGINNIS, J. T.; CLEMENTS, R. G.; CHILD, G. I.; DUERVER, M. J. **Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida**. São Paulo, EPUEDUSP. 256p. 1978.

GUEDES, M. C.; ANDRADE, C. A. de; POGGIANI, F.; MATTIAZZO, M. E. Propriedades químicas do solo e nutrição do eucalipto em função da aplicação de lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciências do solo**, v. 30, p. 267-280, 2006.

HAYASHI, S.N. **Dinâmica da serapilheira em uma cronosequência de florestas no município de capitão Poço-PA**. 2006. 61 p. Dissertação (Mestrado em Botânica Tropical) - Universidade Rural da Amazônia, Belém, 2006.

IWATA, B. de F.; LEITE, L. F. C.; ARAÚJO, A. S. F.; NUNES, L. A. P. L.; GEHRING, C.; CAMPOS, L. P. Sistemas agroflorestais e seus efeitos sobre os atributos químicos em Argissolo Vermelho-Amarelo do Cerrado piauiense. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 16, n. 7, p. 730–738, 2012.

SILVA, J. S. O.; HARIDASAN, M. Acúmulo de biomassa aérea e concentração de nutrientes em *Melinis minutiflora* P. Beauv. e gramíneas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, n. 2, p. 337-344, abr.-jun. 2007

KLIPPEL, V. H. **Avaliação de métodos de restauração florestal de Mata Atlântica de Tabuleiros**. 2011. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, 2011.

KUMMER, L.; MELO, V. de F.; BARROS, Y. J.; AZEVEDO, J. C. Usos da análise de componentes principais para agrupamento de amostras de solos com base na granulometria e em características químicas e mineralógicas. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 11, n. 6, p. 469-480, Nov./Dez. 2010.

LEITÃO-FILHO, H. F.; TIMONI, R.; PAGANO, S. N.; CESAR, O. **Ecologia da Mata Atlântica em Cubatão**. Editora UNESP, Editora UNICAMP, São Paulo, 184p. 1993.  
LIMA, S. S.; LEITE, L. F. C.; AQUINO, A. M. de; OLIVEIRA, F. das C.; CASTRO, A. A. J. F. Serapilheira e teores de nutrientes em argissolo sob diferentes manejos no norte do Piauí. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 34, n. 1, p. 75-84, 2010.

LOBATO, F. A. O.; ANDRADE, E. M.; MEIRELES, A. C. M.; SANTOS, J. C. N.; LOPES, J. F. B. Perdas de solo e nutrientes em área de Caatinga decorrente de diferentes alturas pluviométricas. **Revista Agroambiente**, v. 3, p. 65-71, 2009.

LONGHI, R. V.; LONGHI, S. J.; CHAMI, L. B.; WATZLAWICK, L. F.; EBLING, A. A. Produção de serapilheira e retorno de macronutrientes em três grupos florísticos de uma Floresta Ombrófila Mista, RS. **Ciência florestal**. v. 21, n. 4, 2011.

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; BERNINI, T. A.; ZATORRE, N. P.; WADT, P. G. S. Fertilidade do solo e matéria orgânica em vertissolo e argissolo sob cobertura florestal e pastagem. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 5, n. 1, p. 01-10, Jan./Mar. 2014.

MACHADO, M. R.; PIÑ-RODRIGUES, F. C. M.; PEREIRA, M. G. Produção de serapilheira como bioindicador de recuperação em plantio andensado de revegetação. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 143-151, 2008.

MAFRA, A. L.; GUEDES, S. de F. F.; FILHO, O. K.; SANTOS, J. C. P.; ALMEIDA, J. A. de A.; ROSA, J. D. Carbono orgânico e atributos químicos do solo em áreas florestais. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 32, n. 2, p. 217-224, 2008.

MAMAN, A. P. de; SILVA, C. J da; SQUAREZI, E. de M.; BLEICH, M. E. Produção e acúmulo de serapilheira e decomposição foliar em mata de galeria e cerradão no sudoeste de Mato Grosso. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v. 5, n. 1, p. 71- 84, 2007.

MARAFIGA, J. S.; VIERA, M.; SZYMCZAK, D. A.; SCHUMACHER, M. V.; TRUBY, P. Deposição de nutrientes pela serapilheira em um fragmento de Floresta Estacional Decidual no Rio Grande do Sul. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 6, p. 765-771, nov/dez, 2012

MARTINS, C. M.; GALINDO, I. C de L.; SOUZA, E. R de; POROCA, H. A. Atributos químicos e microbianos do solo de áreas em processo de desertificação no semiárido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**. v. 34, p. 1883-1890, 2010.

MATEUS, F. A.; MIRANDA, C. do C.; VALCARCEL, R.; FIGUEIREDO, P. H. A. Estoque e Capacidade de Retenção Hídrica da Serrapilheira Acumulada na Restauração Florestal de Áreas Perturbadas na Mata Atlântica. **Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 3, p. 336-343, 2013.

MELÉM JÚNIOR, N. J. et al. Análise de componentes principais para avaliação de resultados analíticos da fertilidade de solos do Amapá. **Ciências Agrárias**, v. 29, p. 449-506, 2008.

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

MONTEIRO, M. T; GAMA-RODDRIGUES, E. F. Carbono, nitrogênio e atividade da biomassa microbiana em diferentes estruturas de serapilheira de uma floresta natural. **Revista Brasileira de Ciência do. Solo**, v. 28, p. 819-826, 2004.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2.ed. Lavras: UFLA, 729p, 2006.

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

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J.; NUNES, F. N. Fósforo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciências do solo, 991p., 2007.

NUNES, F. P.; PINTO, M. T. C. Produção de serapilheira em mata ciliar nativa e reflorestada no alto São Francisco, Minas Gerais. **Biota Neotropica**. , v. 7, n. 3, p. 97-102, 2007.

ODUM, E.P. **Ecologia**. Ed. Guanabara S.A., Rio de janeiro, 434p, 1983.

PEREIRA, A. S.; OLIVEIRA, G. C. de; SEVERIANO, E. da C.; BALBINO, L. C.; OLIVEIRA, J. P de. Análise de componentes principais dos atributos físicos de um latossolo vermelho distrófico típico sob pastagem e mata. **Global Science and Technology**. v. 03, n. 2, p. 87-97, mai/ago. 2010.

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

PEREIRA, W. L. M.; VELOSO, C. A. C.; GAMA, J. R. N. F. Propriedades químicas de um latossolo amarelo cultivado com pastagens na Amazônia oriental. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 3, p. 531-537, jul./set. 2000

PEZZATTO, A. Q.; WISNIEWKI, C. Produção de serapilheira em diferentes seres sucessionais da floresta estacional semidecidual no oeste do Paraná. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 36, n. 1, jan./abr. 2006

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

PORTUGAL, A. F.; COSTA, O. V. D.; COSTA, L. M. Propriedades físicas e químicas do solo em áreas com sistema produtivos e mata na região da zona da Mata mineira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 34, p. 575-585, 2010.

PULROLNIK, K.; BARROS, N. F. de; SILVA, I. R.; NOVAIS, R. F.; BRANDANI, C. B. Estoques de carbono e nitrogênio em frações lábeis e estáveis da matéria orgânica de solos sob eucalipto, pastagem e cerrado no vale do Jequitinhonha-MG. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 33, n. 5, p. 1125-1136, 2009.

RAIJ, B. V.; ADRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 285 p. 2001.

RIBEIRO, P. H. **Matéria orgânica e atributos químicos em solo de tabuleiros costeiros sob diferentes coberturas vegetais**. Jerônimo Monteiro, ES: UFES, 2011. 41 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, 2011.

RODRIGUES, G. B.; MALTONI, K. L.; CASSIOLATO, A. M. R. Dinâmica da regeneração do subsolo de áreas degradadas dentro do bioma cerrado. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 11, n. 1, p. 73-80, 2007.

SALCEDO, I. H.; SAMPAIO, E. V. S. B. Matéria orgânica do solo no bioma caatinga. In: Santos, G.S.; Silva, L.S.; Canellas, L.P.; Camargo, F.A.O. (eds). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2.ed. Porto Alegre, p. 419-441, 2008,

SANTOS, P. F.; ELKINS, N. Z.; STEINBERGER, Y.; WHITFORD, W. G. A comparison of surface and buried *Larrea tridentata* leaf litter decomposition in North American hot deserts. **Ecology**, Washington, v. 65, n. 1, p. 278-284, 1984.

SCORIZA, R. N. **Indicadores ambientais na interface solo-serrapilheira e suas interações em fragmentos de Floresta Atlântica**. UFRRJ, 2012. 62 f. Dissertação (Mestrado em ciências ambientais e florestais) – Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2012

SILVA, D. C.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; OLIVEIRA, A. H.; SOUZA, F. S. de; MARTINS, S. G.; MACEDO, R. L. G. Atributos do solo em sistemas agroflorestais, cultivo convencional e floresta nativa. **Revista de estudos ambientais** (Online). v. 13, n. 1, p. 77-86, jan./jun. 2011.

SILVA, S. A.; LIMA, J. S. de S.; XAVIER, A. C.; TEIXEIRA, M. M. Variabilidade espacial de atributos químicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo húmico cultivado com café. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 15-22, 2010b.

SILVEIRA, N. D.; PEREIRA, M. G.; POLIDORO, J. C.; TAVARES, S. R. L.; MELLO, R. B. Aporte de nutrientes e biomassa via serapilheira em sistemas agroflorestais em Paraty (RJ). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 2, p. 129-136, 2007.

SOUSA, D. M. G.; MIRANDA, L. N.; OLIVEIRA, S. A. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V. V. H.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciências do solo, 991p., 2007.

SPERANDIO, H. V.; CECÍLIO, R. A.; SILVA, V. H.; LEAL, G. F.; BRINATE, I. B.; CALDEIRA, M. V. W. Emprego da Serapilheira Acumulada na Avaliação de Sistemas de Restauração Florestal em Alegre-ES. **Floresta e Ambiente**, v.19, n. 4, p. 460-467, 2012

TAQUES, R. C.; DADALTO, G. G. Zoneamento Agroclimático para a Cultura do Café Conilon no Estado do Espírito Santo. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; MUNER, L. H. de. (Ed). **Café Conilon**. Vitória, ES,. p. 53-63, 2007.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análise de solos, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: UFRG, Departamento de Solos/Faculdade de Agronomia, 174 p. 1995. (Boletim Técnico).

TORRES, A. Q. A. **Dinâmica da matéria orgânica do solo em área degradada em recuperação com plantio de leguminosas arbóreas, no município de angra dos reis. RJ**. 2011. 42 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2011.

VICENTE, G. C. M. P. **Atributos microbiológicos, físicos e químicos de solos na região oeste paulista**. Presidente Prudentes, 2010. 39 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de agronomiA, São Paulo, 2010.

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

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

ZILLER, S. R.; RIBASKI, J.; NEVES, E. J.M.; WISNIEWSKI, C.; CURSIO, R. G.; RACHWAL, M. F. G.; MARTINS, W. G.; MARTINEZ, C. M.; SOUZA, S. L. de; PANZERI, C. G.; MASCHIO, W. Relação entre serapilheira acumulada, características fitossociológicas e pedológicas em quatro capoeiras de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth) na região metropolitana de Curitiba – PR. **Arq. Biol. Tecnol.**, v. 39, n. 4, p. 911-921, dez., 1996.

## **CAPITULO II**

### **CARACTERIZAÇÃO DA FAUNA EPÍGEA COMO INDICADORA DE QUALIDADE DO SOLO EM ÁREAS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL**

## RESUMO

CALÓ, Luana Oliveira. **Caracterização da fauna epígea como indicadora de qualidade do solo em áreas de restauração florestal.** 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, ES. Orientador: Prof. D.Sc. Marcos Vinicius Winckler Caldeira. Coorientador: Prof. D.Sc. Adriana Maria de Aquino.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a diferentes modelos de restauração de áreas a partir da caracterização, composição e distribuição da comunidade da fauna epígea e sua correlação com os atributos químicos do solo e serapilheira acumulada, elegendo possíveis indicadores de qualidade do solo. Três modelos de restauração (T1, T2, T3) com diferentes riquezas arbóreas (29, 58 e 114 espécies) foram comparadas com pastagem não degradada (T4) e uma floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (T5). Foram demarcadas três parcelas de 50x50 m em cada tratamento. Para cada parcela foram implantadas cinco armadilhas de queda “pitfall”. Foram feitas coletas nos períodos chuvoso e seco. As armadilhas foram coletadas, e os indivíduos triados e classificação em 36 grupos taxonômicos e distribuídos em 8 grupos funcionais de acordo com o hábito alimentar predominante de cada grupo. Foi realizada análise de diversidade através dos índices de Shannon e Pielou, além da frequência relativa, riqueza média e total dos grupos. Foi realizada por análise de componentes principais e agrupamento dos tratamentos, seguidos por análise de co-inércia dos atributos químicos do solo e serapilheira acumulada. Os resultados mostraram que a pastagem apresentou os menores índices. As áreas em processo de restauração florestal apresentaram maiores densidades totais de organismos edáficos, porém, no trecho florestal foi obtido maior riqueza, índice de diversidade e Pielou. O período correspondente as maiores precipitações e maiores temperaturas apresentaram maior número de indivíduos para T1 e T2. A pastagem apresentou menor riqueza total, e o T1 menor riqueza média dentre as áreas de restauração Os grupos mais abundantes para todos os tratamentos foram os collembolos, Formicidae e Acari, que juntos corresponderam a 90,33% da totalidade dos indivíduos coletados. Em relação aos grupos funcionais, foi observado que as áreas

em restauração apresentaram maiores frequências de sociais e de saprófagos. Já a pastagem apresentou maior frequência de fitófagos, e a o trecho florestal de grupos mais diversos, como Coleópteros e Hymenópteros. A ACP no período chuvoso explicou 44,19% da variabilidade dos dados, e no período seco 46,46%. A riqueza dos grupos da fauna apresentou maiores correlações com ambientes que apresentaram melhores qualidades. Através da análise de co-inéncia da fauna com o solo, foi explicado 82,66% dos dados no período seco e 89,98% no período chuvoso. Já a relação fauna com a serapilheira obteve 94,59% de explicação no período seco e 97,68% no período chuvoso. Esse trabalho mostrou a influência de características químicas do solo sob a comunidade epígea.

**Palavras-chaves:** Bioindicadores, Fauna de solo, Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, Grupos funcionais.

## ABSTRACT

CALÓ, Luana Oliveira. **Characterization of epigeal fauna as an indicator of soil quality in areas forest restoration.** 2014. Dissertation (Master's degree on Forest Science) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, ES. Adviser: Prof. D.Sc. Marcos Vinicius Winckler Caldeira. Co-adviser: Prof. D.Sc. Adriana Maria de Aquino.

The present study aimed to evaluate the different models of restoration areas from the characterization, composition and distribution of the epigeal fauna and its correlation with soil chemical properties and accumulated litter, selecting possible indicators of soil quality. Three models of restoration (T1, T2, T3) with different arboreal riches (29, 58, and 114 species) were compared with non-degraded pasture (T4) and Dense Forest of Lowland (T5). Three plots of 50x50 m were demarcated in each treatment. For each plot five pitfall traps "pitfall" were implemented. Collections were made in the rainy and dry seasons. Traps were collected and screened individuals and classification in 36 taxonomic groups and assigned to 8 functional groups according to their predominant feeding habits of each group. Diversity analysis by the Shannon and evenness was performed in addition to the relative frequency, and total average richness groups. Was performed by principal component analysis and clustering of treatments, followed by co-inertia analysis of soil chemical properties and accumulated litter. The results show that pasture had the lowest rates. The areas of forest restoration process had higher total densities of soil organisms, however, the forest area was obtained greater wealth, diversity index and evenness. The corresponding period the highest rainfall and higher temperatures had a greater number of individuals to T1 and T2. The pasture had lower total wealth, and the lowest average wealth among T1 restoration areas. The most abundant for all treatment groups were collembolos, Acari and Formicidae, which together accounted for 90,33% of all individuals collected. Regarding functional groups, it was observed that the areas under restoration had higher frequencies of social and saprophages. Already pasture showed higher frequency of phytophagous, and forest area of more diverse groups such as Coleoptera and Hymenópteros. The ACP in the rainy season explained 44,19% of data variability, and 46,46% in the dry period. The richness of the faunal groups showed higher correlations with environments that had better

qualities. Through the analysis of co-inécia fauna with the soil, explained 82,66% of the data in the dry period and 89,98% in the rainy season. Already fauna compared with 94,59% obtained burlap explanation of the dry period and 97,68% in the rainy season. This work showed the influence of soil chemical characteristics under the epigeal community.

**Keywords:** Bioindicators, Soil Fauna, Dense Forest of the Lowlands, Functional Groups.

## 1 INTRODUÇÃO

Já há algum tempo, vem crescendo a preocupação com os recursos naturais visando o equilíbrio entre meio ambiente, economia e sociedade. Reuniões como a ECO-92 tornou-se crucial para uma mudança na conscientização de toda a sociedade a respeito da importância da preservação ambiental. Partir do qual, tem-se definido conceitos importantes para entendimento do planeta e visando criações de políticas públicas, comuns a todos os países em prol do desenvolvimento sustentável.

A diminuição crescente dos ecossistemas naturais vem causando preocupações, elevando à necessidade de estudos voltados a qualidade do solo. Na década de 70, a qualidade do solo era relacionada diretamente à fertilidade (ZILLI et al., 2003), entretanto, foi observado que não depende apenas dos fatores nutricionais, mas especialmente por apresentar estruturas suficientes para abrigar e suprir uma alta diversidade de organismos (OLIVEIRA; SOUTO, 2011).

Basicamente, o solo pode ser definido como um ecossistema complexo, no qual suas propriedades químicas e físicas são resultantes de processos decorrentes das interações dos seres vivos e a matéria orgânica e mineral. Grupos pertencentes da fauna do solo são vistos como responsáveis principais pela fragmentação e decomposição do material senescente, função esta, crucial na disponibilidade dos nutrientes as plantas (SOUZA et al., 2008; SILVA et al., 2013). A baixa fertilidade encontrada em solos tropicais reforça a importância da biota do solo na ciclagem de nutrientes para a manutenção e equilíbrio nesses ambientes (BARETTA et al., 2003; AZEVEDO et al., 2008).

Os atributos químicos do solo e diversidade de invertebrados edáficos são aspectos fundamentais para o entendimento dos processos de decomposição, fertilidade e ciclagem de nutrientes do solo (BARETTA et al., 2008). Por conta da íntima relação das propriedades químicas e físicas com a atividade biológica viva do solo, estimulou-se estudos da fauna edáfica como bioindicador da qualidade do solo (AQUINO et al., 2005; MENEZES et al., 2009).

Os indicadores podem ser classificados e três principais tipos: Físicos, químicos e biológicos, porém os indicadores biológicos ou bioindicadores, fornecem rápidas respostas às mudanças na qualidade do solo no qual não pode ser

observada através de indicadores químicos ou físicos. (ARAÚJO; MONTEIRO, 2007; SILVA; JUCKSCH; TAVARES, 2012). A fauna edáfica é marcada por sua complexidade e sensibilidade a ações antrópicas (FERNANDES et al., 2011), seu conhecimento, tanto em termos quantitativos quanto em diversidade, pode contribuir para avaliar o grau de modificações submetidas em uma área, seja em processos de restauração ou interferência em florestas naturais (ZILLI et al., 2003; AZEVEDO et al., 2008; SOUZA et al, 2008; SILVA; JUCKSCH; TAVARES; 2012), refletindo seu estado de funcionamento.

Por sua importância na qualidade do solo, a fauna edáfica não é apenas organismos prestadores de serviços, mas também como agentes da restauração de ambientes degradados (MENEZES et al., 2009). Para Wink e Jerson (2005), cada grupo da fauna edáfica possui uma forma diferenciada de resposta a interferências ambientais, sendo de vital importância o estudo das interações desses organismos com as alterações de cada ambiente, bem como entender a sua evolução, tanto em locais naturais, degradados e em áreas em processo de restauração.

A abundância e a diversidade da fauna do solo podem ser afetadas por fatores como: tipo de solo, minerais predominantes, pH, matéria orgânica, tipo de vegetação, cobertura, precipitação fluvial, temperatura, vento e umidade relativa do ar (MELO et al., 2009). Vários estudos têm demonstrado os efeitos de diferentes atributos do solo e serapilheira (MOÇO et al., 2005; ALVES; BARETTA; CARDOSO, 2006; BARETTA et al., 2008; LIMA et al., 2010; PEREIRA; CORREIA, 2013), práticas de manejo (CORDEIRO et al, 2004; SILVA et al., 2006; BARETTA et al., 2006; SANTOS et al., 2008; DRESCHER et al., 2011) estádios sucessionais (MENEZES et al., 2009), uso de leguminosas (DIAS et al., 2006; DIAS et al., 2007) e condições hídricas (ARAUJO et al., 2009) sobre a colonização e atividade da fauna do solo. No entanto, é necessário compreender como estes atributos interagem com a comunidade da fauna.

A fauna da serapilheira e solo são bastante estudados em áreas de florestas remanescentes, monocultura e áreas degradadas, no entanto não é priorizada nos estudos de áreas em restauração através de plantio de mudas, os quais esses se preocupam mais com a dinâmica da vegetação e presença de vertebrados. Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar diferentes modelos de restauração de áreas a partir da caracterização, composição e distribuição da

comunidade da fauna epígea e sua correlação com os atributos químicos do solo e serapilheira acumulada, elegendo possíveis indicadores de qualidade do solo.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 AMOSTRAGEM DA FAUNA DE SOLO

Foram instaladas para cada uma das três parcelas (repetição) cinco armadilhas tipo “pitfall traps”, totalizando 15 armadilhas por tratamento com diâmetro de 12 cm conforme o método de Aquino et al. (2006). As armadilhas foram dispostas nas parcelas ao acaso, há uma distância mínima de 10 m entre si na mesma parcela. Cada armadilha foi adicionada com 200 a 250 ml de solução fixadora de formol a 4% para preservar o material biológico (Figura 14). O tópico de descrição da área de estudo e parcelas está inserido nos itens 2.1, 2.2, respectivamente, do Capítulo I desta dissertação.

Figura 1. Processo de implantação das armadilhas de solo “pitfall traps” para captura da fauna epígea, na Reserva Natural Vale, Linhares, ES.



FONTE: O autor.

As armadilhas permaneceram no campo por sete dias para a coleta dos invertebrados. Foram feitas duas coletas, sendo uma no mês de março (período chuvoso) e outra no mês de julho (período seco). A fauna coletada foi filtrada em coador de malha fina, lavada em água corrente para retirada do conservante, e transferido para recipientes de plástico menores com solução de álcool 70% a fim de preservar as estruturas morfológicas do material. Esses recipientes foram levados ao laboratório de Lupas do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santos, Alegre, para contagem da meso e macrofauna e identificação a níveis taxonômicos (classe, ordem e família) ou estágio de desenvolvimento (larva

ou adulto) com auxílio de um microscópio estereoscópio. A densidade de cada grupo foi expressa em número de indivíduos por armadilha por dia.

### 2.1.1 Análise de diversidade

A diversidade foi obtida a partir do índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) e o de Equabilidade de Pielou ( $U$ ) utilizando-se a densidade e o número de grupos.

#### 2.1.1.1 Índice de Shannon-Wiener ( $H'$ )

Método mais simples para caracterizar a comunidade, e que leva em consideração tanto o padrão de abundância quanto a riqueza de espécies. Calcula o grau de incerteza que existe em relação à espécie de um indivíduo tomado ao acaso de uma população (BEGON, TOWNSEND e HARPER, 2007).

$$H' = - \sum_{i=1}^N \frac{n_i}{N} \log \left( \frac{n_i}{N} \right) \quad (1)$$

Em que:

$n_i$  = Densidade de cada grupo;

$N$  = Número total de grupos.

#### 2.1.1.2 Equabilidade de Pielou ( $U$ )

É um índice de equitabilidade ou uniformidade, em que a uniformidade refere-se ao padrão de distribuição dos indivíduos entre as espécies, definido por:

$$U = \frac{H'}{\log_2 R} \quad (2)$$

Em que:

$H'$  = Índice de Shannon-Wiener

$R$  = É a riqueza definida como o número de grupos taxonômicos encontrados em cada área avaliada.

### 2.1.1.2 Frequência (F)

Corresponde à porcentagem de indivíduos da correspondente a cada grupo taxonômico em relação ao total de indivíduos:

$$F = \frac{N}{T} 100 \quad (3)$$

Em que:

N = Total de indivíduos de cada grupo taxonômico;

T = Total de indivíduos.

### 2.1.2 Análises estatísticas

Para análise de cada grupo taxonômico entre os tratamentos, foi realizado o teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade. Para abundância total de indivíduos entre as estações foi realizado o teste de Mann-Whitney a 5%. Já a riqueza total e riqueza média, foram submetidas ao teste de normalidade dos dados, e posteriormente ao teste Tukey a 5%.

Os grupos taxonômicos foram divididos e distribuídos em oito grupos funcionais de acordo com o hábito alimentar da maioria dos indivíduos.

A fauna epígea relativa a cada tratamento nas diferentes épocas avaliadas foi submetida à análise de componentes principais (PCA) resultando em um diagrama de ordenação.

A partir da relação entre esses componentes, foram formados diagramas de ordenação bidimensionais, para visualização da distinção dos cinco ambientes, e diagramas de projeção de vetores, para os grupos taxonômicos.

Para testar a influência dos atributos químicos do solo, serapilheira e biomassa acumulada, na abundância de grupos da fauna epígea encontrada nos tratamentos estudados, foi realizada uma análise multivariada de ordenação denominada Análise de Co-inércia utilizando o programa ADE-4 (Thioulouse et al., 2001), seguida de um teste de permutação de Monte Carlo (10.000 interações).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 NÚMEROS DE INDIVÍDUOS, COMPOSIÇÃO E FREQUÊNCIA DA FAUNA EPÍGEA.

Foi encontrada a média de 55 indivíduos por armadilha por dia distribuído em 35 grupos taxonômicos. Deste total, 44,15% foram coletados na época seca (222,24 ind.arm<sup>-1</sup>dia<sup>-1</sup>) e 55,85% na época chuvosa (280,40 ind.arm<sup>-1</sup>dia<sup>-1</sup>) (Tabela 1).

Tabela 1 – Número de indivíduos da fauna epígea encontradas nas áreas de estudo na Reserva Natural Vale, Linhares – ES. Em que: (T1, T2, T3) Áreas em processo de restauração; (T4) Pastagem; (T5) Trecho Florestal.

| Cobertura florestal | Número Total de indivíduos<br>ind.arm <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> |          |
|---------------------|---|----------|
|                     | Chuvoso   | Seco     |
| <b>T1</b>           | 61,33 Aa  | 48,41 Ba |
| <b>T2</b>           | 70,90 Aa  | 38,31 Ba |
| <b>T3</b>           | 70,98 Aa  | 49,17 Aa |
| <b>T4</b>           | 21,31 Aa  | 40,11 Aa |
| <b>T5</b>           | 55,99 Aa  | 46,19 Aa |

Médias seguidas por uma mesma letra minúscula não diferem entre si, entre os tratamentos ao nível de 5% pelo teste de Kruskal-Wallis. As médias seguidas por uma mesma letra maiúscula não diferem entre si, entre as estações para cada tratamento pelo teste de Mann-Whitney a 5%.

Araújo et al. (2009) ao estudarem a influência da precipitação sobre a mesofauna em área de Caatinga na Paraíba e Moço et al. (2005) ao caracterizarem a distribuição da fauna epígea em cinco diferentes coberturas vegetais do Norte Fluminense, concluíram que, períodos de elevada precipitação e temperatura favorece o estabelecimento e mobilidade de maior número de organismos de solo. Já na área de pastagem foi observada maior densidade no período seco, corroborando com Dias et al. (2007) e Silva et al. (2008), que pode ser explicado, em parte, pelo constante aporte orgânico da pastagem, criando assim microclimas no solo favoráveis a sobrevivência e desenvolvimento de invertebrados.

As áreas em restauração não apresentaram diferenças estatísticas em relação ao número de indivíduos com o trecho florestal em ambos os períodos da avaliação. Laurente et al. (2007) estudando a composição da fauna edáfica em diferentes tipos

de solo, observaram que as áreas de floresta nativa apresentaram menor número de indivíduos da fauna que ambientes que tiveram alguma ação antrópica. Lima et al. (2010) ao estudarem a macrofauna e suas relações com atributos químicos do solo em diferentes agroecossistemas, observaram que a densidade de indivíduos edáficos em floresta nativa foi menor que em outros sistemas agroflorestais, no período chuvoso. De acordo com Odum (1989) ambientes com menor cobertura vegetal e heterogeneidade de habitat e estabilidade, a densidade da fauna do solo tende a ser alta e a diversidade tende a diminuir.

Tabela 2 - Número médio de indivíduos ( $\pm$  erro-padrão) da fauna epígea ( $n^\circ$  indivíduos.armadilha<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>), e frequência relativa de cada grupo (%) no período seco em diferentes áreas na Reserva Natural Vale (Linhares – ES)

...(continua)

| Grupo taxonômico (ind.arm <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> ) | T1      |                 | T2           |         | T3              |              | T4      |                 | T5           |          | Média Total %   |              |         |                 |              |              |
|---|---------|-----------------|--------------|---------|-----------------|--------------|---------|-----------------|--------------|----------|-----------------|--------------|---------|-----------------|--------------|--------------|
|   |         | %               |              | %       |                 | %            |         | %               |              | %        |                 |              |         |                 |              |              |
| <b>Acari</b>  | 6,10 a  | ( $\pm 6,51$ )  | <b>12,59</b> | 3,13 a  | ( $\pm 3,06$ )  | <b>8,18</b>  | 4,77 a  | ( $\pm 5,96$ )  | <b>9,70</b>  | 4,21 a   | ( $\pm 4,02$ )  | <b>10,50</b> | 6,54 a  | ( $\pm 15,02$ ) | <b>14,18</b> | <b>11,03</b> |
| <b>Araneae</b>  | 0,60 a  | ( $\pm 0,45$ )  | <b>1,24</b>  | 0,69 a  | ( $\pm 0,60$ )  | <b>1,79</b>  | 0,88 a  | ( $\pm 1,29$ )  | <b>1,78</b>  | 0,71 a   | ( $\pm 0,67$ )  | <b>1,78</b>  | 0,74 a  | ( $\pm 0,57$ )  | <b>1,61</b>  | <b>1,64</b>  |
| <b>Archaeognatha</b>  | 0,00 a  | ( $\pm 0,00$ )  | <b>0,00</b>  | 0,00 a  | ( $\pm 0,00$ )  | <b>0,00</b>  | 0,00 a  | ( $\pm 0,00$ )  | <b>0,00</b>  | 0,00 a   | ( $\pm 0,00$ )  | <b>0,00</b>  | 0,01 a  | ( $\pm 0,07$ )  | <b>0,02</b>  | <b>0,00</b>  |
| <b>Auchenorryncha</b>                                       | 0,24 a  | ( $\pm 0,44$ )  | <b>0,49</b>  | 0,39 a  | ( $\pm 0,84$ )  | <b>1,02</b>  | 0,18 a  | ( $\pm 0,25$ )  | <b>0,37</b>  | 0,21 a   | ( $\pm 0,46$ )  | <b>0,52</b>  | 0,14 a  | ( $\pm 0,26$ )  | <b>0,31</b>  | <b>0,54</b>  |
| <b>Blattodea</b>  | 0,11 a  | ( $\pm 0,22$ )  | <b>0,24</b>  | 0,11 a  | ( $\pm 0,28$ )  | <b>0,30</b>  | 0,10 ab | ( $\pm 0,29$ )  | <b>0,19</b>  | 0,00 b   | ( $\pm 0,00$ )  | <b>0,00</b>  | 0,05 ab | ( $\pm 0,13$ )  | <b>0,10</b>  | <b>0,17</b>  |
| <b>Chilopoda</b>  | 0,01 a  | ( $\pm 0,07$ )  | <b>0,02</b>  | 0,01 a  | ( $\pm 0,07$ )  | <b>0,02</b>  | 0,03 a  | ( $\pm 0,11$ )  | <b>0,06</b>  | 0,00 a   | ( $\pm 0,00$ )  | <b>0,00</b>  | 0,03 a  | ( $\pm 0,11$ )  | <b>0,06</b>  | <b>0,03</b>  |
| <b>Collembola</b>   | 23,80 a | ( $\pm 20,63$ ) | <b>49,10</b> | 21,82 a | ( $\pm 16,81$ ) | <b>56,93</b> | 15,50 a | ( $\pm 14,75$ ) | <b>31,49</b> | 21,65    | ( $\pm 25,93$ ) | <b>53,99</b> | 28,89 a | ( $\pm 36,81$ ) | <b>62,59</b> | <b>50,82</b> |
| Entomobryomorpha  | 13,47 a | ( $\pm 13,31$ ) | <b>27,78</b> | 11,10 a | ( $\pm 7,24$ )  | <b>28,95</b> | 10,48 a | ( $\pm 11,87$ ) | <b>21,29</b> | 14,26 a  | ( $\pm 18,36$ ) | <b>35,56</b> | 10,83 a | ( $\pm 11,93$ ) | <b>23,46</b> | <b>27,41</b> |
| Podumorpha  | 6,20 ab | ( $\pm 13,04$ ) | <b>12,79</b> | 3,68 ab | ( $\pm 5,54$ )  | <b>9,59</b>  | 2,26 b  | ( $\pm 4,43$ )  | <b>4,59</b>  | 4,33 ab  | ( $\pm 6,27$ )  | <b>10,81</b> | 8,04 a  | ( $\pm 8,57$ )  | <b>17,42</b> | <b>11,04</b> |
| Symphypleona  | 4,13 a  | ( $\pm 4,36$ )  | <b>8,53</b>  | 7,05 a  | ( $\pm 12,90$ ) | <b>18,39</b> | 2,76 a  | ( $\pm 2,88$ )  | <b>5,61</b>  | 3,06 a   | ( $\pm 5,41$ )  | <b>7,62</b>  | 10,02 a | ( $\pm 22,08$ ) | <b>21,71</b> | <b>12,37</b> |
| <b>Coleoptera</b>   | 0,61 b  | ( $\pm 0,47$ )  | <b>1,26</b>  | 0,70 b  | ( $\pm 0,95$ )  | <b>1,81</b>  | 0,71 b  | ( $\pm 1,18$ )  | <b>1,45</b>  | 0,26 b   | ( $\pm 0,51$ )  | <b>0,64</b>  | 3,45 a  | ( $\pm 4,16$ )  | <b>7,47</b>  | <b>2,53</b>  |
| <b>Dermaptera</b>   | 0,01 a  | ( $\pm 0,07$ )  | <b>0,02</b>  | 0,00 a  | ( $\pm 0,00$ )  | <b>0,00</b>  | 0,01 a  | ( $\pm 0,07$ )  | <b>0,02</b>  | 0,00 a   | ( $\pm 0,00$ )  | <b>0,00</b>  | 0,02 a  | ( $\pm 0,09$ )  | <b>0,04</b>  | <b>0,02</b>  |
| <b>Diplopoda</b>  | 0,01 a  | ( $\pm 0,07$ )  | <b>0,02</b>  | 0,02 a  | ( $\pm 0,09$ )  | <b>0,05</b>  | 0,00 a  | ( $\pm 0,00$ )  | <b>0,00</b>  | 0,00 a   | ( $\pm 0,00$ )  | <b>0,00</b>  | 0,02 a  | ( $\pm 0,09$ )  | <b>0,04</b>  | <b>0,02</b>  |
| <b>Diplura</b>  | 0,00 a  | ( $\pm 0,00$ )  | <b>0,00</b>  | 0,00 a  | ( $\pm 0,00$ )  | <b>0,00</b>  | 0,00 a  | ( $\pm 0,00$ )  | <b>0,00</b>  | 0,00 a   | ( $\pm 0,00$ )  | <b>0,00</b>  | 0,00 a  | ( $\pm 0,00$ )  | <b>0,00</b>  | <b>0,00</b>  |
| <b>Diptera</b>  | 0,54 c  | ( $\pm 0,70$ )  | <b>1,12</b>  | 1,43 ba | ( $\pm 1,91$ )  | <b>3,73</b>  | 0,68 bc | ( $\pm 0,98$ )  | <b>1,37</b>  | 1,33 abc | ( $\pm 1,82$ )  | <b>3,33</b>  | 1,78 a  | ( $\pm 1,62$ )  | <b>3,86</b>  | <b>2,68</b>  |
| <b>Formicidae</b>   | 14,14 a | ( $\pm 13,88$ ) | <b>29,17</b> | 8,15 a  | ( $\pm 10,30$ ) | <b>21,27</b> | 22,23 a | ( $\pm 46,46$ ) | <b>45,18</b> | 10,29 a  | ( $\pm 9,48$ )  | <b>25,65</b> | 2,80 b  | ( $\pm 4,31$ )  | <b>6,07</b>  | <b>25,47</b> |
| <b>Gastropoda</b>   | 0,01 a  | ( $\pm 0,07$ )  | <b>0,02</b>  | 0,01 a  | ( $\pm 0,07$ )  | <b>0,02</b>  | 0,00 a  | ( $\pm 0,00$ )  | <b>0,00</b>  | 0,01 a   | ( $\pm 0,07$ )  | <b>0,02</b>  | 0,01 a  | ( $\pm 0,07$ )  | <b>0,02</b>  | <b>0,02</b>  |
| <b>Heteroptera</b>  | 0,16 ba | ( $\pm 0,29$ )  | <b>0,33</b>  | 0,24 a  | ( $\pm 0,40$ )  | <b>0,62</b>  | 0,45 a  | ( $\pm 1,70$ )  | <b>0,91</b>  | 0,06 b   | ( $\pm 0,24$ )  | <b>0,14</b>  | 0,09 ab | ( $\pm 0,32$ )  | <b>0,19</b>  | <b>0,44</b>  |
| <b>Hymenoptera</b>  | 0,39 ba | ( $\pm 0,46$ )  | <b>0,81</b>  | 0,32 b  | ( $\pm 0,56$ )  | <b>0,84</b>  | 0,71 a  | ( $\pm 0,67$ )  | <b>1,45</b>  | 0,25 b   | ( $\pm 0,38$ )  | <b>0,62</b>  | 0,56 ab | ( $\pm 0,87$ )  | <b>1,22</b>  | <b>0,99</b>  |
| <b>Isopoda</b>  | 1,10 a  | ( $\pm 2,24$ )  | <b>2,28</b>  | 0,46 a  | ( $\pm 0,73$ )  | <b>1,19</b>  | 2,11 a  | ( $\pm 7,67$ )  | <b>4,30</b>  | 0,31 ab  | ( $\pm 0,66$ )  | <b>0,78</b>  | 0,10 b  | ( $\pm 0,21$ )  | <b>0,23</b>  | <b>1,76</b>  |
| <b>Isoptera</b>   | 0,07 a  | ( $\pm 0,24$ )  | <b>0,14</b>  | 0,04 a  | ( $\pm 0,12$ )  | <b>0,10</b>  | 0,09 a  | ( $\pm 0,24$ )  | <b>0,17</b>  | 0,00 a   | ( $\pm 0,00$ )  | <b>0,00</b>  | 0,08 a  | ( $\pm 0,24$ )  | <b>0,17</b>  | <b>0,12</b>  |
| <b>Larvas coleoptera</b>                                    | 0,10 a  | ( $\pm 0,27$ )  | <b>0,20</b>  | 0,13 a  | ( $\pm 0,57$ )  | <b>0,35</b>  | 0,14 a  | ( $\pm 0,37$ )  | <b>0,29</b>  | 0,04 a   | ( $\pm 0,12$ )  | <b>0,10</b>  | 0,16 a  | ( $\pm 0,36$ )  | <b>0,35</b>  | <b>0,26</b>  |
| <b>Larvas diptera</b>                                       | 0,17 a  | ( $\pm 0,47$ )  | <b>0,35</b>  | 0,12 a  | ( $\pm 0,24$ )  | <b>0,32</b>  | 0,06 a  | ( $\pm 0,21$ )  | <b>0,12</b>  | 0,08 a   | ( $\pm 0,19$ )  | <b>0,19</b>  | 0,16 a  | ( $\pm 0,34$ )  | <b>0,35</b>  | <b>0,27</b>  |

Em que: (T1, T2, T3) Áreas em processo de restauração; (T4) Pastagem, (T5) Trecho Florestal. Médias seguidas por uma mesma letra minúscula não diferem entre si, entre os tratamentos ao nível de 5% pelo teste de Kruskal-Wallis.

Tabela 2 - Número médio de indivíduos ( $\pm$  erro-padrão) da fauna epígea ( $n^{\circ}$  indivíduos.armadilha<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>), e frequência relativa de cada grupo (%) no período seco em diferentes áreas na Reserva Natural Vale ( Linhares – ES)

(conclusão)

| Grupo taxonômico<br>(ind.arm <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup> ) | T1      |                 | T2          |        | T3              |             | T4      |                 | T5          |         | Média<br>Total % |             |        |                 |             |             |
|---|---------|-----------------|-------------|--------|-----------------|-------------|---------|-----------------|-------------|---------|------------------|-------------|--------|-----------------|-------------|-------------|
|   |         | %               |             | %      |                 | %           |         | %               |             | %       |                  |             |        |                 |             |             |
| <b>Lepidoptera</b>  | 0,01 a  | ( $\pm 0,07$ )  | <b>0,02</b> | 0,01 a | ( $\pm 0,07$ )  | <b>0,02</b> | 0,01 a  | ( $\pm 0,07$ )  | <b>0,02</b> | 0,00 a  | ( $\pm 0,00$ )   | <b>0,00</b> | 0,00 a | ( $\pm 0,00$ )  | <b>0,00</b> | <b>0,01</b> |
| <b>Opilionida</b>   | 0,01 a  | ( $\pm 0,07$ )  | <b>0,02</b> | 0,01 a | ( $\pm 0,07$ )  | <b>0,02</b> | 0,03 a  | ( $\pm 0,11$ )  | <b>0,06</b> | 0,01 a  | ( $\pm 0,07$ )   | <b>0,02</b> | 0,01 a | ( $\pm 0,07$ )  | <b>0,02</b> | <b>0,03</b> |
| <b>Orthoptera</b>   | 0,00 b  | ( $\pm 0,00$ )  | <b>0,00</b> | 0,03 b | ( $\pm 0,11$ )  | <b>0,07</b> | 0,03 b  | ( $\pm 0,14$ )  | <b>0,06</b> | 0,58 a  | ( $\pm 0,69$ )   | <b>1,45</b> | 0,34 a | ( $\pm 0,47$ )  | <b>0,74</b> | <b>0,46</b> |
| <b>Pseudoscorpionida</b>  | 0,00 b  | ( $\pm 0,00$ )  | <b>0,00</b> | 0,00 b | ( $\pm 0,00$ )  | <b>0,00</b> | 0,00 b  | ( $\pm 0,00$ )  | <b>0,00</b> | 0,00 b  | ( $\pm 0,00$ )   | <b>0,00</b> | 0,03 a | ( $\pm 0,11$ )  | <b>0,06</b> | <b>0,01</b> |
| <b>Psocoptera</b>   | 0,06 ab | ( $\pm 0,19$ )  | <b>0,12</b> | 0,17 a | ( $\pm 0,33$ )  | <b>0,45</b> | 0,10 ab | ( $\pm 0,23$ )  | <b>0,19</b> | 0,04 ab | ( $\pm 0,15$ )   | <b>0,10</b> | 0,01 b | ( $\pm 0,07$ )  | <b>0,02</b> | <b>0,17</b> |
| <b>Sternorrhyncha</b>   | 0,11 a  | ( $\pm 0,24$ )  | <b>0,24</b> | 0,10 a | ( $\pm 0,19$ )  | <b>0,25</b> | 0,28 a  | ( $\pm 0,93$ )  | <b>0,56</b> | 0,02 a  | ( $\pm 0,13$ )   | <b>0,05</b> | 0,06 a | ( $\pm 0,19$ )  | <b>0,12</b> | <b>0,24</b> |
| <b>Symphyla</b>   | 0,00 a  | ( $\pm 0,00$ )  | <b>0,00</b> | 0,04 a | ( $\pm 0,15$ )  | <b>0,10</b> | 0,03 a  | ( $\pm 0,11$ )  | <b>0,06</b> | 0,04 a  | ( $\pm 0,15$ )   | <b>0,10</b> | 0,00 a | ( $\pm 0,00$ )  | <b>0,00</b> | <b>0,05</b> |
| <b>Thysanoptera</b>   | 0,05 a  | ( $\pm 0,19$ )  | <b>0,10</b> | 0,08 a | ( $\pm 0,19$ )  | <b>0,20</b> | 0,06 a  | ( $\pm 0,13$ )  | <b>0,12</b> | 0,00 a  | ( $\pm 0,00$ )   | <b>0,00</b> | 0,03 a | ( $\pm 0,11$ )  | <b>0,06</b> | <b>0,10</b> |
| <b>Thysanura</b>  | 0,00 a  | ( $\pm 0,00$ )  | <b>0,00</b> | 0,00 a | ( $\pm 0,00$ )  | <b>0,00</b> | 0,00 a  | ( $\pm 0,00$ )  | <b>0,00</b> | 0,00 a  | ( $\pm 0,00$ )   | <b>0,00</b> | 0,00 a | ( $\pm 0,00$ )  | <b>0,00</b> | <b>0,00</b> |
| <b>Protura</b>  | 0,05 a  | ( $\pm 0,13$ )  | <b>0,10</b> | 0,12 a | ( $\pm 0,29$ )  | <b>0,32</b> | 0,04 a  | ( $\pm 0,15$ )  | <b>0,08</b> | 0,01 a  | ( $\pm 0,07$ )   | <b>0,02</b> | 0,02 a | ( $\pm 0,13$ )  | <b>0,04</b> | <b>0,11</b> |
| <b>Mantodea</b>   | 0,01 a  | ( $\pm 0,07$ )  | <b>0,02</b> | 0,00 a | ( $\pm 0,00$ )  | <b>0,00</b> | 0,00 a  | ( $\pm 0,00$ )  | <b>0,00</b> | 0,00 a  | ( $\pm 0,00$ )   | <b>0,00</b> | 0,02 a | ( $\pm 0,09$ )  | <b>0,04</b> | <b>0,01</b> |
| <b>Embioptera</b>   | 0,00 a  | ( $\pm 0,00$ )  | <b>0,00</b> | 0,00 a | ( $\pm 0,00$ )  | <b>0,00</b> | 0,00 a  | ( $\pm 0,00$ )  | <b>0,00</b> | 0,00 a  | ( $\pm 0,00$ )   | <b>0,00</b> | 0,01 a | ( $\pm 0,07$ )  | <b>0,02</b> | <b>0,00</b> |
| Densidade total   | 48,48   | ( $\pm 48,48$ ) |             | 38,32  | ( $\pm 38,97$ ) |             | 49,20   | ( $\pm 84,04$ ) |             | 40,10   | ( $\pm 45,80$ )  |             | 46,15  | ( $\pm 66,92$ ) |             |             |

Em que: (T1, T2, T3) Áreas em processo de restauração; (T4) Pastagem, (T5) Trecho Florestal. Médias seguidas por uma mesma letra minúscula não diferem entre si, entre os tratamentos ao nível de 5% pelo teste de Kruskal-Wallis.

Tabela 3 - Número médio de indivíduos ( $\pm$  erro-padrão) da fauna epígea ( $n^{\circ}$  indivíduos.armadilha<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>), e frequência relativa de cada grupo (%) no período chuvoso em diferentes áreas na Reserva Natural Vale (Linhares – ES)

...(continua)

| Grupo taxonômico<br>(ind.arm <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> ) | Período Chuvoso |                 |              |          |                 |              |          |                 |              |         |                 |              |                     |                 |              |              |
|--|-----------------|-----------------|--------------|----------|-----------------|--------------|----------|-----------------|--------------|---------|-----------------|--------------|---------------------|-----------------|--------------|--------------|
|  | T1              |                 | T2           |          | T3              |              | T4       |                 | T5           |         |                 |              | Média<br>Total<br>% |                 |              |              |
|  | erro            | %               | erro         | %        | erro            | %            | erro     | %               | erro         | %       |                 |              |                     |                 |              |              |
| <b>Acari</b>   | 6,52 ab         | ( $\pm 6,47$ )  | <b>10,64</b> | 8,89 ab  | ( $\pm 8,84$ )  | <b>12,54</b> | 9,61 a   | ( $\pm 27,30$ ) | <b>13,54</b> | 2,79 c  | ( $\pm 2,59$ )  | <b>13,09</b> | 4,81 bc             | ( $\pm 9,14$ )  | <b>8,59</b>  | <b>11,68</b> |
| <b>Araneae</b>   | 0,73 a          | ( $\pm 1,41$ )  | <b>1,20</b>  | 0,51 a   | ( $\pm 0,58$ )  | <b>0,73</b>  | 0,69 a   | ( $\pm 1,00$ )  | <b>0,97</b>  | 0,49 a  | ( $\pm 0,65$ )  | <b>2,28</b>  | 0,70 a              | ( $\pm 1,19$ )  | <b>1,24</b>  | <b>1,28</b>  |
| <b>Archaeognatha</b>   | 0,00 a          | ( $\pm 0,00$ )  | <b>0,00</b>  | 0,00 a   | ( $\pm 0,00$ )  | <b>0,00</b>  | 0,00 a   | ( $\pm 0,00$ )  | <b>0,00</b>  | 0,00 a  | ( $\pm 0,00$ )  | <b>0,00</b>  | 0,00 a              | ( $\pm 0,00$ )  | <b>0,00</b>  | <b>0,00</b>  |
| <b>Auchenorrhyncha</b>   | 0,11 a          | ( $\pm 0,26$ )  | <b>0,19</b>  | 0,16 a   | ( $\pm 0,32$ )  | <b>0,23</b>  | 0,14 a   | ( $\pm 0,26$ )  | <b>0,20</b>  | 0,21 a  | ( $\pm 0,50$ )  | <b>0,98</b>  | 0,10 a              | ( $\pm 0,27$ )  | <b>0,17</b>  | <b>0,35</b>  |
| <b>Blattodea</b>   | 0,13 a          | ( $\pm 0,36$ )  | <b>0,22</b>  | 0,08 a   | ( $\pm 0,29$ )  | <b>0,11</b>  | 0,05 a   | ( $\pm 0,13$ )  | <b>0,07</b>  | 0,01 a  | ( $\pm 0,07$ )  | <b>0,04</b>  | 0,03 a              | ( $\pm 0,14$ )  | <b>0,05</b>  | <b>0,10</b>  |
| <b>Chilopoda</b>   | 0,01 a          | ( $\pm 0,07$ )  | <b>0,02</b>  | 0,00 a   | ( $\pm 0,00$ )  | <b>0,00</b>  | 0,00 a   | ( $\pm 0,00$ )  | <b>0,00</b>  | 0,01 a  | ( $\pm 0,07$ )  | <b>0,04</b>  | 0,02 a              | ( $\pm 0,09$ )  | <b>0,03</b>  | <b>0,02</b>  |
| <b>Collembola</b>  | 27,47 a         | ( $\pm 18,64$ ) | <b>44,79</b> | 44,13 a  | ( $\pm 52,49$ ) | <b>62,24</b> | 30,89 ab | ( $\pm 48,01$ ) | <b>43,51</b> | 10,25 b | ( $\pm 13,25$ ) | <b>48,08</b> | 39,34 a             | ( $\pm 45,29$ ) | <b>70,27</b> | <b>53,78</b> |
| Entomobryomorpha   | 12,22 a         | ( $\pm 11,15$ ) | <b>19,93</b> | 18,60 a  | ( $\pm 23,89$ ) | <b>26,25</b> | 13,90 a  | ( $\pm 22,33$ ) | <b>19,59</b> | 3,02 b  | ( $\pm 3,26$ )  | <b>14,16</b> | 16,56 a             | ( $\pm 29,98$ ) | <b>29,58</b> | <b>21,90</b> |
| Podumorpha   | 4,06 b          | ( $\pm 5,69$ )  | <b>6,62</b>  | 8,03 ab  | ( $\pm 27,04$ ) | <b>11,33</b> | 2,24 b   | ( $\pm 3,14$ )  | <b>3,15</b>  | 2,19 b  | ( $\pm 3,63$ )  | <b>10,28</b> | 15,70 a             | ( $\pm 18,56$ ) | <b>28,03</b> | <b>11,88</b> |
| Symphyleona  | 11,19 a         | ( $\pm 12,63$ ) | <b>18,25</b> | 17,50 a  | ( $\pm 33,83$ ) | <b>24,71</b> | 14,74 a  | ( $\pm 34,01$ ) | <b>20,78</b> | 5,04 a  | ( $\pm 8,81$ )  | <b>23,64</b> | 7,09 a              | ( $\pm 7,42$ )  | <b>12,66</b> | <b>20,01</b> |
| <b>Coleoptera</b>  | 0,16 bc         | ( $\pm 0,31$ )  | <b>0,26</b>  | 0,41bc   | ( $\pm 0,89$ )  | <b>0,58</b>  | 0,45 b   | ( $\pm 0,80$ )  | <b>0,63</b>  | 0,08 c  | ( $\pm 0,13$ )  | <b>0,36</b>  | 1,77 a              | ( $\pm 2,50$ )  | <b>3,16</b>  | <b>1,00</b>  |
| <b>Dermaptera</b>  | 0,01 a          | ( $\pm 0,07$ )  | <b>0,02</b>  | 0,00 a   | ( $\pm 0,00$ )  | <b>0,00</b>  | 0,02 a   | ( $\pm 0,13$ )  | <b>0,03</b>  | 0,00 a  | ( $\pm 0,00$ )  | <b>0,00</b>  | 0,00 a              | ( $\pm 0,00$ )  | <b>0,00</b>  | <b>0,01</b>  |
| <b>Diplopoda</b>   | 0,06 a          | ( $\pm 0,13$ )  | <b>0,09</b>  | 0,05 a   | ( $\pm 0,16$ )  | <b>0,07</b>  | 0,23 a   | ( $\pm 1,46$ )  | <b>0,32</b>  | 0,00 a  | ( $\pm 0,00$ )  | <b>0,00</b>  | 0,04 a              | ( $\pm 0,15$ )  | <b>0,07</b>  | <b>0,11</b>  |
| <b>Diplura</b>   | 0,02 a          | ( $\pm 0,09$ )  | <b>0,03</b>  | 0,00 a   | ( $\pm 0,00$ )  | <b>0,00</b>  | 0,03 a   | ( $\pm 0,20$ )  | <b>0,04</b>  | 0,01 a  | ( $\pm 0,07$ )  | <b>0,04</b>  | 0,00 a              | ( $\pm 0,00$ )  | <b>0,00</b>  | <b>0,02</b>  |
| <b>Diptera</b>   | 0,15 b          | ( $\pm 0,36$ )  | <b>0,25</b>  | 0,56 a   | ( $\pm 0,73$ )  | <b>0,79</b>  | 0,34 ab  | ( $\pm 0,65$ )  | <b>0,48</b>  | 0,06 b  | ( $\pm 0,16$ )  | <b>0,27</b>  | 2,00 a              | ( $\pm 6,48$ )  | <b>3,57</b>  | <b>1,07</b>  |
| <b>Formicidae</b>  | 23,88 a         | ( $\pm 22,96$ ) | <b>38,95</b> | 13,60 ab | ( $\pm 14,63$ ) | <b>19,20</b> | 26,62 ab | ( $\pm 72,32$ ) | <b>37,51</b> | 6,65 bc | ( $\pm 4,29$ )  | <b>31,19</b> | 4,77 c              | ( $\pm 4,15$ )  | <b>8,52</b>  | <b>27,07</b> |
| <b>Gastropoda</b>  | 0,01 a          | ( $\pm 0,07$ )  | <b>0,02</b>  | 0,00 a   | ( $\pm 0,00$ )  | <b>0,00</b>  | 0,00 a   | ( $\pm 0,00$ )  | <b>0,00</b>  | 0,01 a  | ( $\pm 0,07$ )  | <b>0,04</b>  | 0,01 a              | ( $\pm 0,07$ )  | <b>0,02</b>  | <b>0,02</b>  |
| <b>Heteroptera</b>   | 0,14 a          | ( $\pm 0,60$ )  | <b>0,23</b>  | 0,15 a   | ( $\pm 0,40$ )  | <b>0,22</b>  | 0,09 a   | ( $\pm 0,19$ )  | <b>0,12</b>  | 0,01 a  | ( $\pm 0,07$ )  | <b>0,04</b>  | 0,07 a              | ( $\pm 0,17$ )  | <b>0,12</b>  | <b>0,15</b>  |
| <b>Hymenoptera</b>   | 0,20 ab         | ( $\pm 0,35$ )  | <b>0,33</b>  | 0,25 ab  | ( $\pm 0,37$ )  | <b>0,35</b>  | 0,32 ab  | ( $\pm 0,77$ )  | <b>0,46</b>  | 0,11 b  | ( $\pm 0,24$ )  | <b>0,54</b>  | 0,53 a              | ( $\pm 0,84$ )  | <b>0,95</b>  | <b>0,52</b>  |
| <b>Isopoda</b>   | 0,31 a          | ( $\pm 0,46$ )  | <b>0,51</b>  | 0,50 a   | ( $\pm 1,51$ )  | <b>0,71</b>  | 0,26 ab  | ( $\pm 0,79$ )  | <b>0,36</b>  | 0,01 b  | ( $\pm 0,07$ )  | <b>0,04</b>  | 0,11 ab             | ( $\pm 0,30$ )  | <b>0,20</b>  | <b>0,37</b>  |
| <b>Isoptera</b>  | 0,07 a          | ( $\pm 0,19$ )  | <b>0,11</b>  | 0,12 a   | ( $\pm 0,66$ )  | <b>0,17</b>  | 0,07 a   | ( $\pm 0,34$ )  | <b>0,09</b>  | 0,02 a  | ( $\pm 0,09$ )  | <b>0,09</b>  | 0,12 a              | ( $\pm 0,31$ )  | <b>0,22</b>  | <b>0,14</b>  |
| <b>Larvas coleoptera</b>                                       | 0,08 a          | ( $\pm 0,19$ )  | <b>0,12</b>  | 0,22 a   | ( $\pm 0,45$ )  | <b>0,31</b>  | 0,19 a   | ( $\pm 0,29$ )  | <b>0,27</b>  | 0,08 a  | ( $\pm 0,29$ )  | <b>0,36</b>  | 0,19 a              | ( $\pm 0,35$ )  | <b>0,34</b>  | <b>0,28</b>  |
| <b>Larvas diptera</b>  | 0,22 ab         | ( $\pm 0,49$ )  | <b>0,36</b>  | 0,37 ab  | ( $\pm 1,06$ )  | <b>0,52</b>  | 0,50 ab  | ( $\pm 1,35$ )  | <b>0,70</b>  | 0,02 b  | ( $\pm 0,13$ )  | <b>0,09</b>  | 0,53 a              | ( $\pm 1,37$ )  | <b>0,95</b>  | <b>0,52</b>  |

Em que: (T1, T2, T3) Áreas em processo de restauração; (T4) Pastagem, (T5) Trecho Florestal. Médias seguidas por uma mesma letra minúscula não diferem entre si, entre os tratamentos ao nível de 5% pelo teste de Kruskal-Wallis.

Tabela 3 - Número médio de indivíduos ( $\pm$  erro-padrão) da fauna epígea ( $n^\circ$  indivíduos.armadilha<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>), e frequência relativa de cada grupo (%) no período chuvoso em diferentes áreas na Reserva Natural Vale (Linhares – ES)

| Grupo taxonômico<br>(ind.arm <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> ) | Período Chuvoso |                |             |         |                |             |         |                 |             |         |                |             | Média<br>Total<br>% |                |             |             |
|--|-----------------|----------------|-------------|---------|----------------|-------------|---------|-----------------|-------------|---------|----------------|-------------|---------------------|----------------|-------------|-------------|
|  | T1              |                | T2          |         | T3             |             | T4      |                 | T5          |         |                |             |                     |                |             |             |
|  | erro            | %              | erro        | %       | erro           | %           | Erro    | %               | erro        | %       |                |             |                     |                |             |             |
| <b>Lepidoptera</b>   | 0,00 a          | ( $\pm$ 0,00)  | <b>0,00</b> | 0,01 a  | ( $\pm$ 0,07)  | <b>0,01</b> | 0,02 a  | ( $\pm$ 0,09)   | <b>0,03</b> | 0,00 a  | ( $\pm$ 0,00)  | <b>0,00</b> | 0,01 a              | ( $\pm$ 0,07)  | <b>0,02</b> | <b>0,01</b> |
| <b>Opilionida</b>  | 0,00 b          | ( $\pm$ 0,00)  | <b>0,00</b> | 0,04 a  | ( $\pm$ 0,12)  | <b>0,05</b> | 0,01 ab | ( $\pm$ 0,07)   | <b>0,01</b> | 0,00 b  | ( $\pm$ 0,00)  | <b>0,00</b> | 0,00 b              | ( $\pm$ 0,00)  | <b>0,00</b> | <b>0,01</b> |
| <b>Orthoptera</b>  | 0,01 b          | ( $\pm$ 0,07)  | <b>0,02</b> | 0,03 b  | ( $\pm$ 0,11)  | <b>0,04</b> | 0,02 b  | ( $\pm$ 0,13)   | <b>0,03</b> | 0,24 a  | ( $\pm$ 0,27)  | <b>1,12</b> | 0,53 a              | ( $\pm$ 0,71)  | <b>0,95</b> | <b>0,43</b> |
| <b>Pseudoscorpionida</b>                                       | 0,00 b          | ( $\pm$ 0,00)  | <b>0,00</b> | 0,00 b  | ( $\pm$ 0,00)  | <b>0,00</b> | 0,00 b  | ( $\pm$ 0,00)   | <b>0,00</b> | 0,00 b  | ( $\pm$ 0,00)  | <b>0,00</b> | 0,09 a              | ( $\pm$ 0,21)  | <b>0,15</b> | <b>0,03</b> |
| <b>Psocoptera</b>  | 0,06 a          | ( $\pm$ 0,16)  | <b>0,09</b> | 0,07 a  | ( $\pm$ 0,22)  | <b>0,09</b> | 0,05 a  | ( $\pm$ 0,16)   | <b>0,07</b> | 0,02 a  | ( $\pm$ 0,09)  | <b>0,09</b> | 0,04 a              | ( $\pm$ 0,21)  | <b>0,07</b> | <b>0,08</b> |
| <b>Sternorrhyncha</b>  | 0,33 a          | ( $\pm$ 0,81)  | <b>0,54</b> | 0,30 ab | ( $\pm$ 1,31)  | <b>0,43</b> | 0,20 ab | ( $\pm$ 0,88)   | <b>0,28</b> | 0,09 ab | ( $\pm$ 0,19)  | <b>0,40</b> | 0,01 b              | ( $\pm$ 0,07)  | <b>0,02</b> | <b>0,33</b> |
| <b>Symphyla</b>  | 0,50 a          | ( $\pm$ 0,62)  | <b>0,82</b> | 0,10 b  | ( $\pm$ 0,28)  | <b>0,15</b> | 0,06 b  | ( $\pm$ 0,24)   | <b>0,08</b> | 0,10 b  | ( $\pm$ 0,35)  | <b>0,45</b> | 0,07 b              | ( $\pm$ 0,22)  | <b>0,12</b> | <b>0,32</b> |
| <b>Thysanoptera</b>  | 0,02 a          | ( $\pm$ 0,09)  | <b>0,03</b> | 0,06 a  | ( $\pm$ 0,19)  | <b>0,08</b> | 0,03 a  | ( $\pm$ 0,11)   | <b>0,04</b> | 0,01 a  | ( $\pm$ 0,07)  | <b>0,04</b> | 0,02 a              | ( $\pm$ 0,09)  | <b>0,03</b> | <b>0,05</b> |
| <b>Thysanura</b>   | 0,01 a          | ( $\pm$ 0,07)  | <b>0,02</b> | 0,00 a  | ( $\pm$ 0,00)  | <b>0,00</b> | 0,00 a  | ( $\pm$ 0,00)   | <b>0,00</b> | 0,00 a  | ( $\pm$ 0,00)  | <b>0,00</b> | 0,02 a              | ( $\pm$ 0,09)  | <b>0,03</b> | <b>0,01</b> |
| <b>Protura</b>   | 0,09 a          | ( $\pm$ 0,16)  | <b>0,14</b> | 0,23 a  | ( $\pm$ 0,53)  | <b>0,32</b> | 0,10 a  | ( $\pm$ 0,28)   | <b>0,15</b> | 0,07 a  | ( $\pm$ 0,22)  | <b>0,31</b> | 0,07 a              | ( $\pm$ 0,17)  | <b>0,12</b> | <b>0,21</b> |
| <b>Mantodea</b>  | 0,00 a          | ( $\pm$ 0,00)  | <b>0,00</b> | 0,00 a  | ( $\pm$ 0,00)  | <b>0,00</b> | 0,00 a  | ( $\pm$ 0,00)   | <b>0,00</b> | 0,00 a  | ( $\pm$ 0,00)  | <b>0,00</b> | 0,00 a              | ( $\pm$ 0,00)  | <b>0,00</b> | <b>0,00</b> |
| <b>Embioptera</b>  | 0,00 a          | ( $\pm$ 0,00)  | <b>0,00</b> | 0,00 a  | ( $\pm$ 0,00)  | <b>0,00</b> | 0,00 a  | ( $\pm$ 0,00)   | <b>0,00</b> | 0,00 a  | ( $\pm$ 0,00)  | <b>0,00</b> | 0,00 a              | ( $\pm$ 0,00)  | <b>0,00</b> | <b>0,00</b> |
| Densidade Total  | 61,30           | ( $\pm$ 55,44) |             | 70,85   | ( $\pm$ 86,21) |             | 70,96   | ( $\pm$ 157,93) |             | 21,31   | ( $\pm$ 23,91) |             | 55,99               | ( $\pm$ 74,65) |             |             |

Em que: (T1, T2, T3) Áreas em processo de restauração; (T4) Pastagem, (T5) Trecho Florestal. Médias seguidas por uma mesma letra minúscula não diferem entre si, entre os tratamentos ao nível de 5% pelo teste de Kruskal-Wallis.

Entre os invertebrados capturados, destacou-se a abundância dos grupos Collembola, Formicidae, e Acari, que juntos corresponderam a 90,33% da totalidade de indivíduos coletados (87,28% no período seco e 92,76% no período chuvoso). Esses resultados são similares aos observados por outros autores que mencionam sobre a intensa mobilidade desses grupos na superfície do solo. (GIRACCA et al., 2003; ROVEDDER et al., 2004; ANTONIOLLI et al., 2006; BARETTA et al., 2006; ALVES, BARETTA; CARDOSO, 2006; LEIVAS; FICHER, 2008; ARAUJO et al., 2009; FERNANDES et al., 2011).

A maior frequência relativa média de Formicidae em ambos os períodos (Tabelas 2 e 3) foi observada em duas áreas em processo de restauração, 34,05% na T1, 20,23% na T2 e 41,34% na T3. Já na área de pastagem e trecho florestal apresentaram 28,41% e 7,29% respectivamente. De acordo com os resultados de Barreta et al. (2006), este grupo foi mais frequente durante os processos de recuperação de áreas degradadas. Considerado como “engenheiros do ecossistema”, podem afetar as propriedades físicas do solo em decorrência da criação das galerias e câmaras dos ninhos (LIMA et al., 2010), melhora o arejamento e infiltração de água, fragmentar o material decíduo e incorporar material orgânico ao solo (SILVA et al., 2013).

Em relação ao Collembola, a maior frequência foi observada no trecho florestal com uma média de 66,38% (70,27% no período chuvoso e 62,5% no período seco) do total de indivíduos coletados. Isso ocorreu, provavelmente, devido à qualidade e quantidade de resíduos vegetais depositados na superfície do solo pela floresta, criando um micro-habitat favorável para o desenvolvimento desses artrópodes. Segundo Gomes et al. (2007), esse grupo é frequentemente encontrado em solos de florestas nativas, são extremamente sensíveis a variações de umidade no solo, (BETTIOL et al., 2002) e apresentam tendência em elevar sua população com o aumento do teor da matéria orgânica (MUSSURY et al., 2002). A maior densidade dos collembolas para as áreas em restauração e trecho florestal foram obtidos no período chuvoso, que pode ser atribuído justamente pelo aumento de umidade do solo. Já na pastagem foi encontrada maior abundância desse grupo no período seco, que possivelmente pode ser resultado do aumento do aporte de serapilheira nessa época, servindo não apenas como proteção contra ressecamento, mas como alimento.

Posteriormente, aos grupos dos Collembola e Formicidae, o maior número de indivíduos foi encontrado no trecho florestal (26,35 ind.arm<sup>-1</sup>dia<sup>-1</sup>), seguidos pelas áreas em processo de restauração T3 (24,96 ind.arm<sup>-1</sup>dia<sup>-1</sup>), T2 (21,52 ind.arm<sup>-1</sup>dia<sup>-1</sup>) e T1 (20,51 ind.arm<sup>-1</sup>dia<sup>-1</sup>), e por fim, pela pastagem (12,58 ind.arm<sup>-1</sup>dia<sup>-1</sup>), sendo as áreas de restauração T2 e T3 com maiores densidades no período chuvoso, sendo explicada pela elevada presença de acari. Resultados semelhantes foram obtidos por Moço et al. (2005), evidenciando a dominância de poucos grupos, e a influência da composição da riqueza arbórea e heterogeneidade de um ambiente sobre a densidade total de indivíduos da fauna epígea (CORREIA; ANDRADE, 1999).

Buscando peculiaridades em cada ambiente, foi analisado separadamente os 10 grupos que obtiveram maior frequência em cada tratamento (Tabela 2 e 3). Neste contexto, para as áreas em processo de restauração os Isópodes foram mais abundantes que os demais tratamentos, provavelmente pela oferta de alimento e microclima adequado à preferência deles. De acordo com Fulan (2011), esses procuram locais mais úmidos a fim de evitarem a dessecação. Menezes et al. (2009) ao caracterizarem a macrofauna epígea em estádios sucessionais de floresta e pastagem mista no Rio de Janeiro, observaram que o grupo ocorria apenas em estágios florestais mais avançados, ainda segundo o autor, os isópodes são essencialmente saprófagos e afeta a colonização microbiana, regulando o processo de decomposição.

Em relação ao trecho florestal os coleópteros representaram 19,35% dos indivíduos encontrados. Os besouros são caracterizados pela grande diversidade presente no grupo taxonômico, sendo estimada em mais de 40% da totalidade de espécies de insetos descritas (NUNES et al., 2006), possuindo funcionalidades diferentes como predador, fitófagos, necrófagos ou saprófagos. Por essas características, Favero, Souza e Oliveira (2011), associaram o elevado número de coleópteros a maior diversidade de recurso da flora.

O trecho florestal apresentou quatro ordens exclusivas, Archeognatha, Pseudoscorpionida, Mantodea e Embioptera. A exclusividade de grupos nas áreas de floresta, que representa, um ambiente complexo e heterogêneo na oferta de recurso vegetal e fonte de nutrientes, pode ser um indicativo de que as demais áreas ainda precisam de um tempo para estabelecerem esse tipo de ambiente para a fauna do solo.

Moço et al. (2005), Cunha-Neto et al. (2012) e Silva et al. (2013) relataram ocorrência do grupo Pseudoscorpionidas apenas sob floresta preservada ou que não apresente degradação e ações antrópicas, sugerindo que o grupo está relacionado a uma boa estruturação do ambiente, e da comunidade epígea.

### 3.1.1 Índices ecológicos

A riqueza total, representada pelo número de diferentes grupos coletados e identificados por área, resultou em 27 a 30 grupos taxonômicos nas áreas em processo de restauração, 29 a 30 no trecho florestal e 22 a 26 na pastagem (Tabela 4).

Tabela 4 - Abundância dos grupos e riqueza total e média da fauna epígea encontrada nas áreas de estudo na Reserva Natural Vale, Linhares – ES

| Cobertura florestal | Riqueza |       |          |           |
|---------------------|---------|-------|----------|-----------|
|                     | Total   |       | Média    |           |
|                     | Chuvoso | Seco  | Chuvoso  | Seco      |
| <b>T1</b>           | 30 Aa   | 28 Aa | 14,60 Aa | 13,67 Abc |
| <b>T2</b>           | 27 Aa   | 27 Aa | 15,13 Aa | 15,67 Aa  |
| <b>T3</b>           | 27 Aa   | 27 Aa | 13,73 Aa | 15,00 Aab |
| <b>T4</b>           | 26 Ab   | 22 Ab | 10,87 Ba | 12,60 Ac  |
| <b>T5</b>           | 29 Aa   | 30 Aa | 15,33 Aa | 14,60 Aab |

Em que: T1, T2, T3, Áreas em processo de restauração; T4, Pastagem; T5, Trecho Florestal. Médias seguidas por uma mesma letra minúscula não diferem entre si, entre os tratamentos. As médias seguidas por uma mesma letra maiúscula não diferem entre si, entre as estações para cada tratamento pelo teste de Tukey a 5%.

Nunes et al (2012) em diferentes sistemas para produção de forragens encontraram riqueza variando de 14 no período seco até 20 grupos no período chuvoso. Para estudos em fragmento secundário de floresta nativa Vicente et al. (2010) em Governador Valdares, MG, Calvi et al. (2010) em Santa Maria de Jetibá, ES e Pereira et al. (2013) em Pinheiral, Rj encontraram riqueza de 27 grupos taxonômicos, sendo similar ao encontrados nesse estudo nas áreas em restauração.

A riqueza total e média observada nas áreas em processo de restauração foi similar à do trecho florestal e maior que a da pastagem (Tabela 4).

Essa semelhança de acordo com Copatti e Daudt (2009) se deve, dentre outros, ao nível de heterogenidade do habitat, qualidade nutritiva da matéria

orgânica, e a cobertura da superfície do solo pela serapilheira. Estas características proporcionam um microclima favorável, preservando a água disponível e reduzindo a variação da temperatura do solo, o que por sua vez, favorece a colonização e fixação da fauna edáfica (CALVI et al., 2010). Já em relação à sazonalidade, apenas a pastagem apresentou diferenças significativas entre os períodos de coleta. Para Menezes et al. (2009) variações sazonais de riqueza é um padrão em que as limitações impostas à comunidade epígea em um dos períodos, foram capazes de afetar a população de organismos em níveis que dificultem a sua detecção em outra amostragem.

Apesar da pastagem apresentar os menores valores de riquezas em relação aos demais ambientes estudados, ainda sim, pode-se considerar como um número elevado ao comparar com outros autores (MENEZES et al., 2009; NUNES et al., 2012). Silva et al. (2008) em estudos da macrofauna em sistemas integrados de produção agropecuária, atribui a riqueza de grupos na pastagem contínua a disponibilidade de alimento do sistema, não apenas da serapilheira com por vias das fezes do gado.

O índice de diversidade e uniformidade foram maiores no período seco para todos os tratamentos, sendo semelhante aos resultados encontrados por Araújo et al. (2009) e contrarias a Moço et al. (2005) (Tabela 5).

O índice de Pielou representa a uniformidade da distribuição do número de indivíduos nos diferentes grupos para cada área (MENEZES et al., 2009), sendo valores superiores no período chuvoso para o pasto, seguido pelo trecho florestal e áreas em processo de restauração T2, T1 e T3. O que pode ser explicado pela baixa riqueza e elevada dominância dos grupos Formicidae e Collembola. Já no período seco, a maior uniformidade foi no trecho florestal, e assemelham a resultados de Candido et al. (2012), que verificaram o valor do índice de Pielou na mata maior que as áreas em recuperação, e os estudos de Menezes et al. (2009), as áreas secundárias avançadas obteve maiores índice de uniformidade ao ser comparado a florestas em estágios iniciais de sucessão. Ou seja, os maiores valores de riqueza estão relacionados a menor dominância de grupos, o que eleva a uniformidade de uma área.

Tabela 5 - Índice de diversidade de Shannon para os grupos da fauna epígea encontrados nas áreas de estudo na Reserva Natural Vale, Linhares – ES

| Cobertura florestal | Shannon |      | Pielou  |      |
|---------------------|---------|------|---------|------|
|                     | Chuvoso | Seco | Chuvoso | Seco |
| <b>T1</b>           | 2,45    | 2,57 | 0,53    | 0,60 |
| <b>T2</b>           | 2,54    | 2,81 | 0,55    | 0,62 |
| <b>T3</b>           | 2,29    | 2,62 | 0,50    | 0,59 |
| <b>T4</b>           | 2,63    | 2,57 | 0,63    | 0,63 |
| <b>T5</b>           | 2,74    | 2,89 | 0,60    | 0,64 |

Em que: T1, T2, T3, Áreas em processo de restauração; T4, Pastagem; T5, Trecho Florestal.

O índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ) é composto de duas variáveis: A riqueza de grupos e a uniformidade de repartição dos espécimes entre os grupos (SILVA; JUCKSCH; TAVARES, 2012). O maior valor de  $H'$  foi observado no trecho florestal em ambos os períodos de amostragem, sendo semelhantes aos resultados encontrados por outros autores (MOÇO et al., 2005; LAURENTE et al., 2007; COPATTI; DAUDT, 2009; CÂNDIDO et al., 2012). A maior diversidade e estrutura vegetal do habitat implica em maior diversidade de espécies epígeas, já que florestas fornecem a heterogeneidade ambiental necessária para fixação e desenvolvimento de uma comunidade de organismos invertebrados.

Com exceção da pastagem, os índices de diversidade para os demais tratamentos foram maiores no período seco, corroborando com resultados encontrados por Neto et al. (2001), Nunes et al. (2008) e Córdova, Chaves e Manfredi-Coimbra (2009). É possível que este resultado seja em decorrência da menor abundância de indivíduos encontrados na época seca, pois há menor chance de ocorrer predomínio de algum grupo.

Menores valores do índice  $H'$  pode ser atribuído a maior riqueza, aliada a maior dominância de alguns grupos (AZEVEDO, et al. 2008) em cada tratamento, no caso do presente estudo Colêmbolas e Formicidade, levando ao declínio dos índices de diversidade das mesmas.

### 3.1.2 Grupos funcionais

Os grupos taxonômicos encontrados no presente estudo foram reunidos em oito grupos funcionais adaptados de Manhães (2010) (Tabela 6).

Vale ressaltar que os espécimes do grupo Acari não foram considerados, uma vez que há muitas diferenças funcionais características dentro deste grupo, necessitando uma separação taxonômica em níveis mais específicos, como família ou gênero. Nesse sentido, atribuir funções gerais para esse grupo poderia induzir a afirmativas errôneas (SILVA; JUCKSCH; TAVARES, 2012).

Tabela 6 - Distribuição da fauna epígea em grupos funcionais

| <b>Grupo funcional</b> | <b>Grupos taxômicos</b>  |
|------------------------|--|
| Micrófagos             | Collembola.  |
| Sociais                | Formicidae, Isoptera   |
| Saprófagos             | Blattodea, Diplopoda, Embioptera, Gastropoda, Isopoda, Larvas de diptera, Protura, Psocoptera, Symphyla, Thysanura, Archaeognatha. |
| Predadores             | Araneae, Chilopoda, Diplura, Pseudoscorpionida, Dermaptera, Mantodea, Larvas de Neuroptera, Opilionida                             |
| Fitófagos              | Heteroptera, Larvas de Lepidoptera, Orthoptera, Thysanoptera, Auchenorrhyncha, Sternorrhyncha.                                     |
| Outros                 | Coleoptera, Larvas de Coleoptera, Hymenoptera  |
| Não edáficos           | Diptera, Lepidoptera.  |

Fonte: Manhães (2010), adaptado pelo autor.

No gráfico 1 observa-se que a ocorrência dos micrófagos foi elevada no trecho florestal.

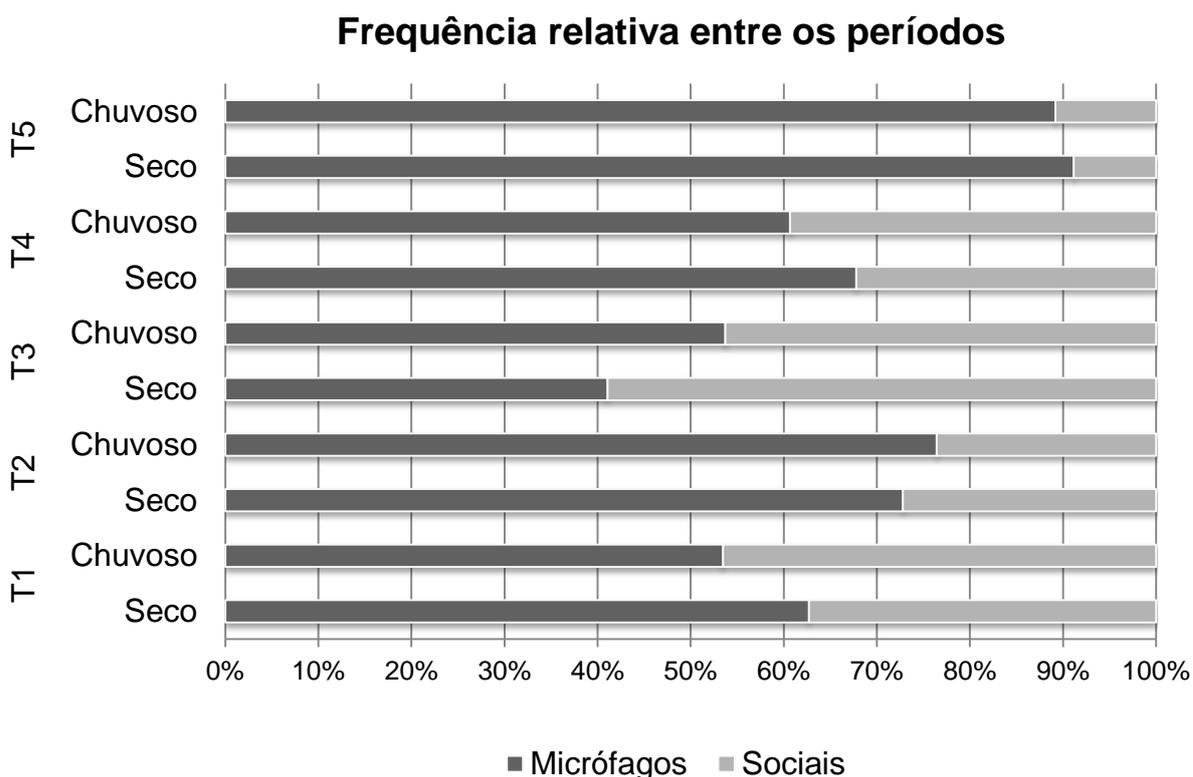


Gráfico 1: Frequência relativa da fauna epígea dos grupos funcionais Sociais e Micrófagos nas áreas de estudos da Reserva Natural Vale, ES. (T1, T2, T3) Áreas em processo de restauração; (T4) Pastagem, (T5) Trecho Florestal.

Os grupos taxonômicos pertencentes aos saprófagos obtiveram frequência superior nas áreas em processo de restauração, seguidos pela pastagem e trecho florestal (Gráfico 2). Um fato relevante, visto que a ciclagem de nutrientes é um dos processos mais importantes para o estabelecimento da flora e auxílio para a restauração da área degradada e sua respectiva sucessão ecológica. Possivelmente esse resultado é decorrente do uso de espécies arbóreas leguminosas (Anexo 1) na implantação das áreas em restauração, que auxiliam a elevar a qualidade nutritiva e palatabilidade da serapilheira, através dos altos teores de N (COPATTI; DAUDT, 2009). Dias et al. (2006) ao avaliarem o efeito de duas espécies fixadoras de nitrogênio e uma não fixadora na densidade de invertebrados edáficos, observaram que saprófagos se destacam em áreas formadas pelas leguminosas fixadoras.

Os grupos fitófagos e predadores foram mais frequentes no pasto para ambos os períodos, seguidos pelas áreas em processo de restauração e trecho florestal. De acordo com Aquino et al. (2008) pastagens contínuas podem aumentar a incidência de insetos fitófagos. Este grupo pertence a base da cadeia alimentar e pode ser responsável pelo mesmo padrão de frequência de predadores encontrados nesse

estudo, no qual, de acordo com Silva, Jucksch e Tavares (2012) maiores porcentagens de predadores pode indicar disponibilidade de presas.

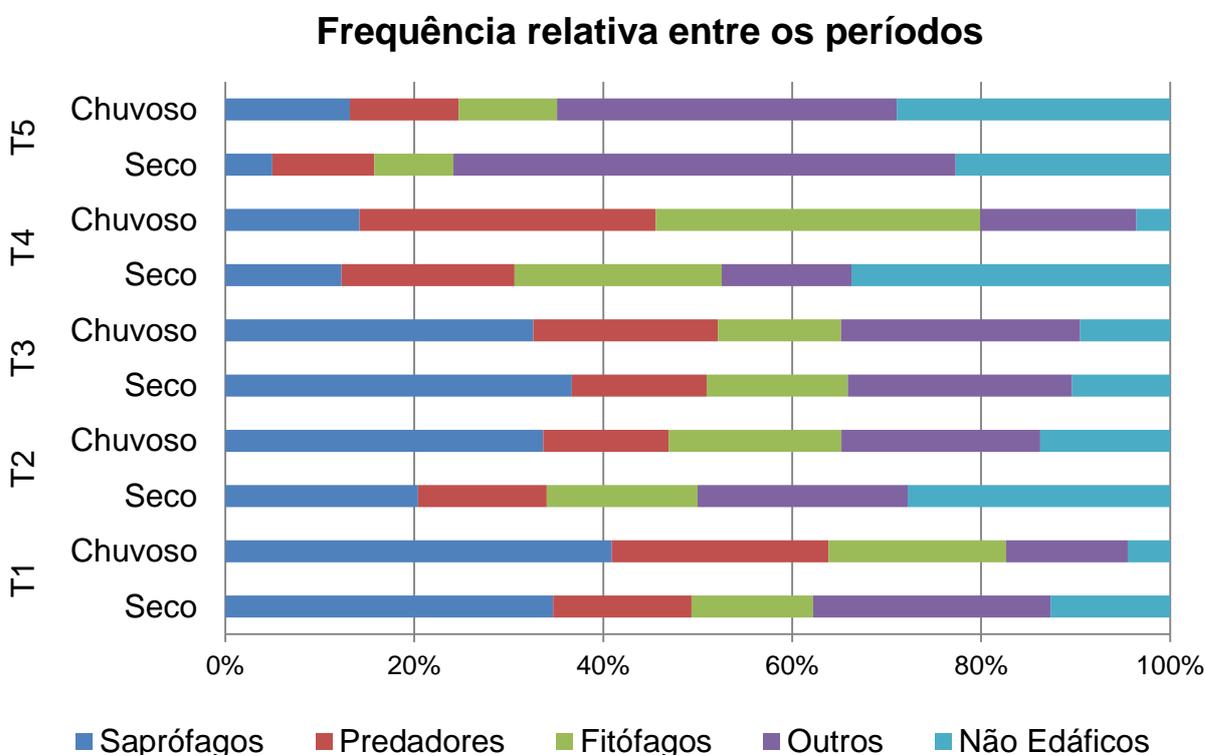


Gráfico 2: Frequência relativa da fauna epigea dos grupos funcionais nas áreas de estudos da Reserva Natural Vale, ES. Em que: (T1, T2, T3) Áreas em processo de restauração; (T4) Pastagem, (T5) Trecho Florestal.

O grupo considerado como outros foi superior no trecho florestal, seguidos das áreas em restauração e pasto. Esse grupo funcional possui em sua maior totalidade composta por coleópteros (Adultos e imaturos). Segundo Favero, Souza e Oliveira (2011), a diversidade de plantas eleva a produção de frutos atrativos a mamíferos e aves, no qual se alimenta e deixam fezes que também atrai outros coleópteros específicos. Sendo assim, os indivíduos desse grupo possuem alto potencial de indicação sucessional de áreas em restauração.

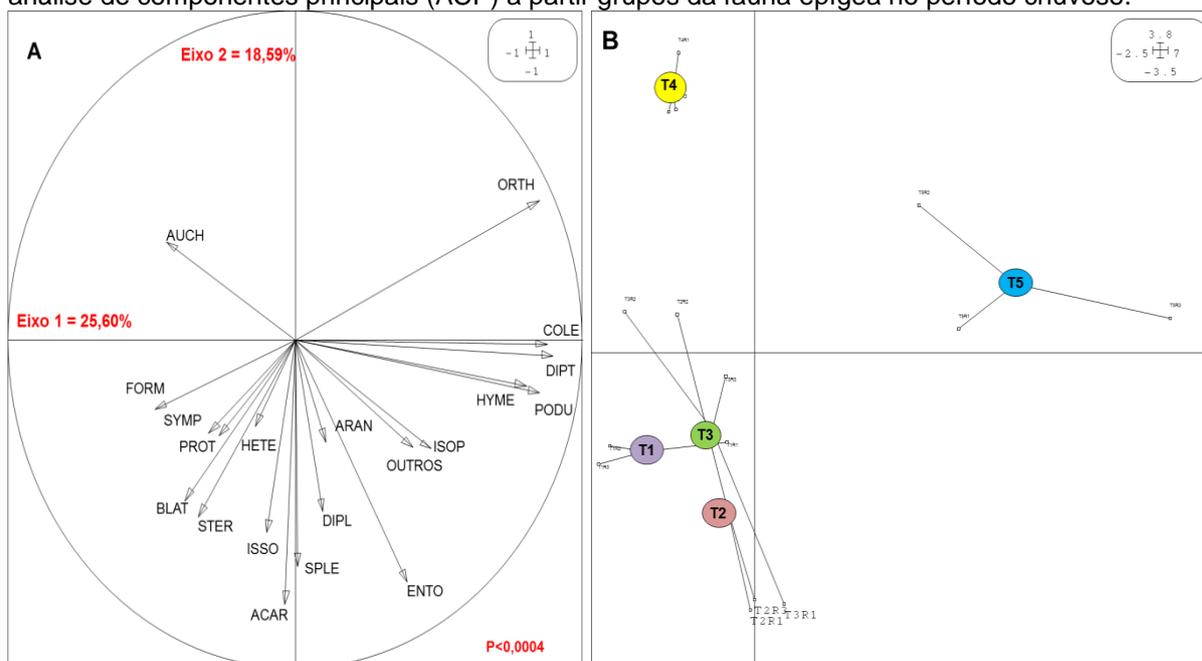
No período seco os indivíduos não edáficos apresentaram maior frequência na pastagem, seguidos do trecho florestal e áreas em processo de restauração. Porém no período chuvoso, apresentou resultados contrários, sendo mais frequente no trecho florestal, posteriormente nas áreas em restauração e por fim a pastagem. Esse grupo é formado em sua maioria pelos dípteros, sendo que, maior frequência no período seco encontrado na pastagem seja possivelmente resultante da atração dos dípteros a fezes do gado.

### 3.1.3 Análise de componentes principais

Para a Análise de Componente Principais (ACP) foram utilizados os grupos taxonômicos que apresentaram abundância média total acima de 5 indivíduos por tratamento, sendo aqueles abaixo somados e caracterizados como outros.

No período chuvoso (Figura 2), é possível observar claramente, pelo gráfico de ordenação de agrupamento, a formação de três grupos (pastagem, trecho florestal e as áreas em processo de restauração).

Figura 2 - (A) Diagrama de ordenação resultante da análise de componentes principais (ACP) da fauna epígea para os tratamentos estudados no período chuvoso. (B): Agrupamento resultante da análise de componentes principais (ACP) a partir grupos da fauna epígea no período chuvoso.

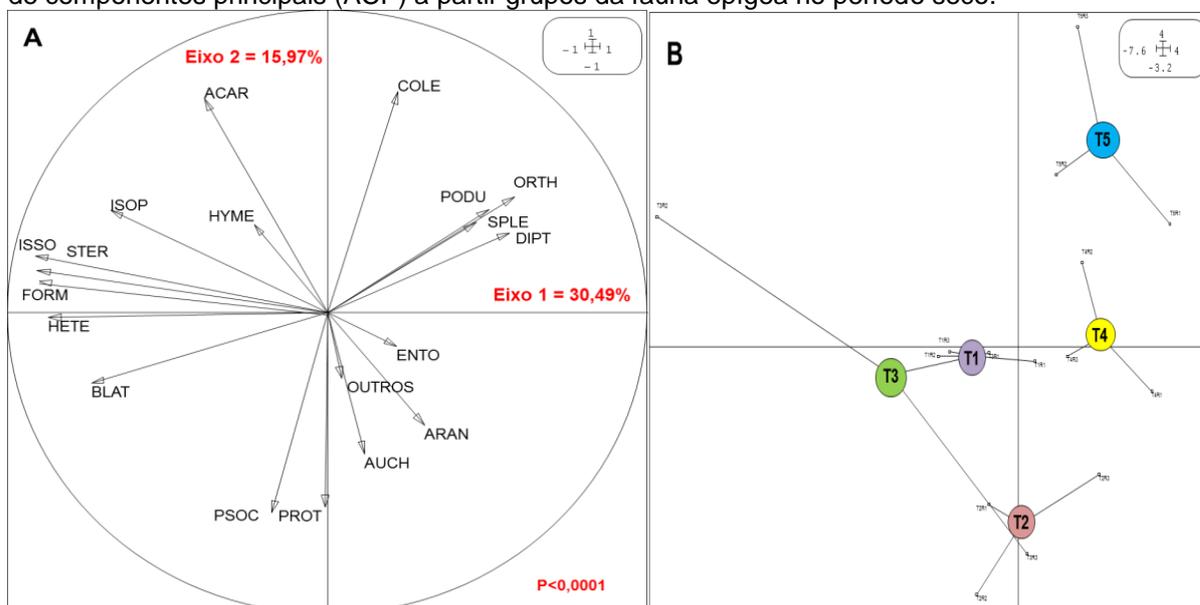


Em que: T1, T2 e T3 = áreas em processo de restauração, T4 = Pastagem e T5 = Trecho Florestal. AUCH = Auchenorrhyncha; ORTH = Orthoptera; COLE = Coleoptera; DIPT = Diptera; FORM = Formicidae; SYMP = Symphyla; PROT = Protura; BLAT = Blattaria; STER = Sternorrhyncha; HETE = Heteroptera; ISSO = Isopoda; ACAR = Acari; SPLE = Symphypleona; OPL = Opilionida; ARAN = Araneae; ISOP = Isoptera; HYME = Hymenoptera; PODU = Podumorpha; DIPT = Diptera.

Através da ACP para o período chuvoso a relação dos dados foi explicada em 25,60% pelo componente 1 (Eixo 1) e 18,59% pela componente 2 (Eixo 2), totalizando 44,19% da relação total dos atributos da fauna analisados. Já para o período seco (Figura 3A), a componente 1 explicou 30,49% e a componente 2 15,97%, totalizando 46,46% da acúmulo de variância. Esse percentual de explicação varia entre os autores, Pimentel et al. (2006) obtiveram 34,6%, Baretta et al. (2008)

55,2%, Drescher et al. (2011) 59,3%, Santos et al. (2008) 33,8% e Matos (2009) 38,6%.

Figura 3 - (A) Diagrama de ordenação resultante da análise de componentes principais (ACP) da fauna epígea para os tratamentos estudados no período seco. (B): Agrupamento resultante da análise de componentes principais (ACP) a partir grupos da fauna epígea no período seco.



Em que: T1, T2 e T3 = áreas em processo de restauração, T4 = Pastagem e T5 = Trecho Florestal. ORTH = Orthoptera; COLE = Coleóptera; DIPT = Diptera; FORM = Formicidae; SYMP = Symphyla; PROT = Protura; BLAT = Blattaria; STER = Sternorrhyncha; HETE = Heteroptera; ISSO = Isopoda; ACAR = Acari; SPLE = Symphypleona;; ARAN = Araneae; ISOP = Isoptera; HYME = Hymenoptera; PODU = Podumorpha; DIPT = Diptera; ENTOMOBRYOMORPHA = Entomobryomorpha. PSOC = Psocoptera.

Para o período chuvoso, interpretando o primeiro eixo, nota-se que o trecho florestal separou-se das demais áreas, estando associado com uma maior quantidade de grupos da fauna, confirmando a presença de maior diversidade nesta área. O eixo 1 foi principalmente influenciado pelos grupos Coleoptera, Orthoptera, Diptera, Hymenoptera e Podumorpha, e o eixo 2 pelos grupos Acari, Symphypleona e Entomobryomorpha.

A maior relação dos grupos da fauna epígea observada nas áreas em processo de restauração é composta em sua maioria por grupos saprófagos, reafirmando a possível influência da utilização de leguminosas em áreas para restauração no desenvolvimento da fauna epígea.

É possível observar que alguns grupos não se correlacionaram diretamente com nenhum dos tratamentos, sendo as setas direcionadas para o quadrante à direita. Esses grupos estiveram dispostos entre as áreas em restauração e trecho florestal e sentido oposto a pastagem, sugerindo que, quanto maior a presença de gramíneas contínuas, menor a atividade desses grupos edáficos. Já as áreas em processo de restauração, apresentaram correlação negativa com Orthoptera,

explicada pela baixa ocorrência desse grupo nos tratamentos T1, T2 e T3. Segundo Lutinski et al. (2011), a presença de habitat vegetal fechado contribui para um aumento populacional de Orthoptera, porém, ainda de acordo com os autores, algumas espécies são mais abundantes em áreas fortemente alteradas.

Ao comparar o resultado da ACP das duas épocas de amostragem simultaneamente (Figura 2B e 3B), observou-se que a disposição das áreas sofreu mudança ao longo do tempo, especialmente a pastagem. O trecho florestal foi o que menos sofreu mudanças na sua disposição no espaço temporal, sendo um possível indicador de menores oscilações nos atributos ambientais, característica essa de sistemas mais equilibrados, conforme discutido anteriormente.

No período seco, o eixo 1 foi fortemente correlacionado com os grupos Isopodas, Sternorrhyncha, Formicidae, Heteroptera, Isopoda e Blattodea, já o eixo 2 correlacionou principalmente com os grupos Protura, Psocoptera, Coleóptera e Acari.

Assim como no período chuvoso, as áreas em processo de restauração no período seco se correlacionaram com os grupos em sua maioria são saprófagos. Observando a direção dos vetores, nota-se maior correlação do pasto com os Diptera, por conta da elevada abundância desse grupo na pastagem no período de menor precipitação. Já o trecho florestal possuiu alta correlação com o grupo Coleoptera, confirmando a necessidade de equilíbrio e heterogeneidade ambiental para o desenvolvimento e sobrevivência desse grupo taxonômico.

### 3.2 RELAÇÃO ENTRE A FAUNA E OS ATRIBUTOS EDÁFICOS

A significância da análise, determinada com o teste de permutação de Monte Carlo, mostrou correlação significativa entre as matrizes dos atributos químicos do solo em serapilheira, decorrente da análise de componentes principais, evidenciando clara separação do trecho florestal (T5) e da pastagem (T4) em relação aos demais tratamentos. Em T5, em decorrência do maior aporte de serapilheira e de melhor qualidade, principalmente Ca e N relacionada a maior riqueza e atividade da fauna (Figuras 2A e 3A e Figuras 9A e 10A do capítulo 1) e em T4, principalmente em relação ao maior conteúdo de P.

Houve o agrupamento das áreas em processo de restauração (T1, T2 e T3), indicando que a interação entre o aporte, a qualidade da serapilheira e a fauna ainda não promoveu alterações no ambiente que os aproximasse do trecho florestal.

Figura 4. Análise de co-inércia entre os atributos químicos do solo na profundidade de 0-5cm e a fauna epígea no período seco (A) e no período chuvoso (B). Onde: T1, T2, T3 = modelos de restauração florestal; T4 = pastagem; T5 = Trecho florestal.

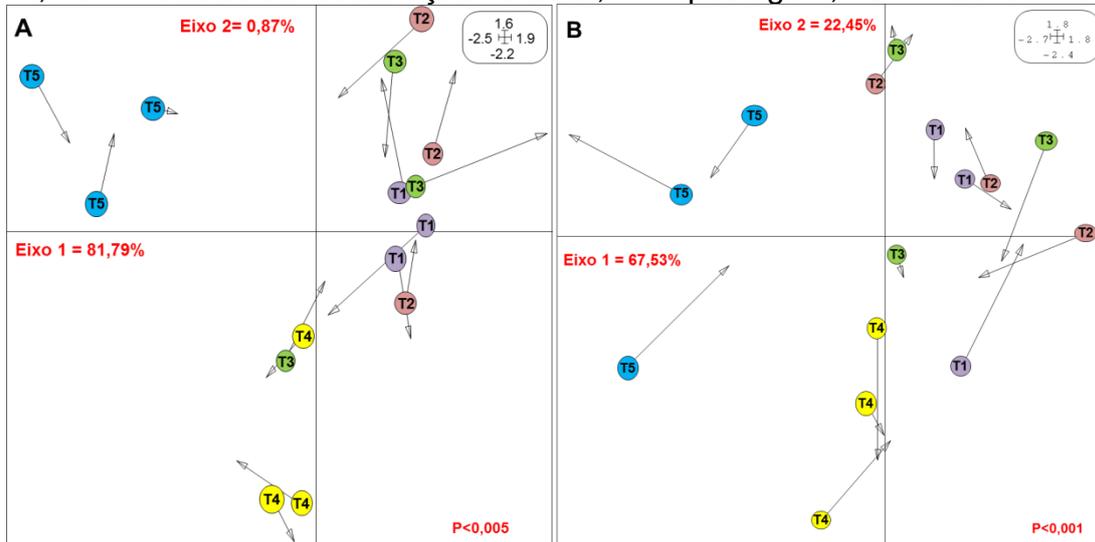
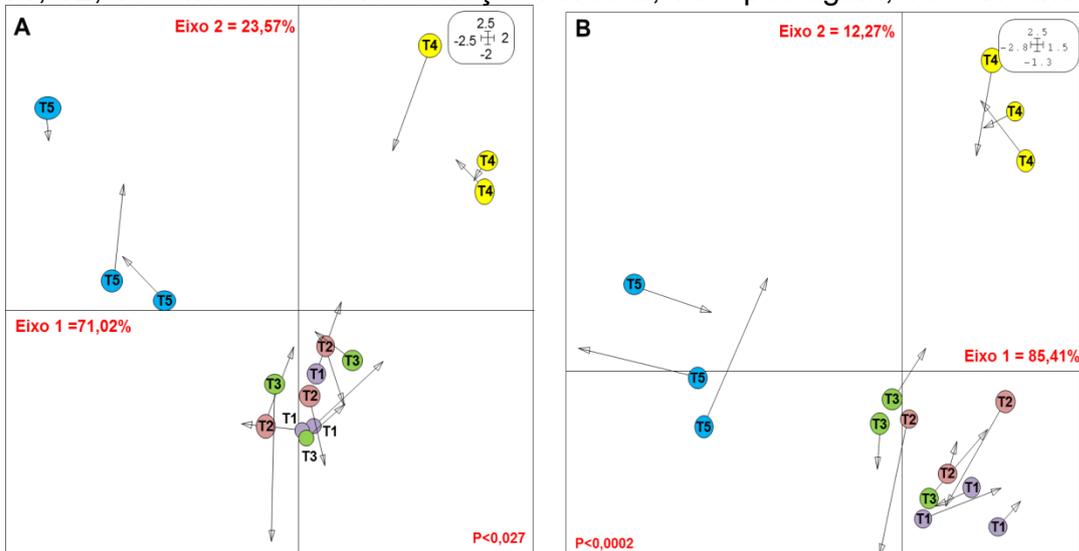


Figura 5. Análise de co-inércia entre os atributos químicos da serapilheira acumulada e a fauna epígea no período seco (A) e no período chuvoso (B). Onde: T1, T2, T3 = modelos de restauração florestal; T4 = pastagem; T5 = Trecho florestal.



Alguns grupos como Orthoptera, apresentaram maior atividade nos ambientes com maior teor de P e Mg, como na pastagem seguido trecho florestal. Já Coleoptera, em ambientes com maior teor de N, como o trecho de floresta Ombrófila densa.

Grupos menos numerosos como Peudoscorpionida, Dermaptera, Chilopoda, Opiliona, Gastropoda, Mantodea e Embioptera demonstraram estar correlacionados a um número maior de variáveis ambientais que grupos mais abundantes como Formicidae e Entomobryomorpha (Collembola).

A análise de co-inércia, mostrou que a comunidade da fauna foi influenciada pelos atributos do solo e pela qualidade da serapilheira. Indicando que uma variável biológica, como a fauna, analisada em conjunto com atributos do solo e teores de nutrientes da serapilheira, pode mostrar uma relação, e a partir, conseguir inferir nos sistemas de restauração com intuito de melhorias.

#### 4 CONCLUSÃO

- A comunidade da fauna epígea foi influenciada pela composição arbórea, assim como as alterações edafoclimáticas promovidas pelo desenvolvimento da vegetação.

- A grande variação do agrupamento dos tratamentos referente à pastagem e modelos de restauração, revela a presença de instabilidade desses sistemas, ao comparar com o trecho florestal.

- A presença de leguminosas nos modelos de restauração pode ter sido importante no estabelecimento da fauna, atraindo grupos decompositores.

- A pastagem promoveu grupos com maiores sensibilidades à interferência antrópicas constantes.

- Em relação aos atributos químicos do solo e serapilheira acumulada, a maior quantidade de grupos está relacionada a áreas em que proporcione melhores qualidades químicas, e a abundância de vários grupos a áreas que apresente algum tipo de interferência.

- Os melhores indicadores, a partir deste estudo são os coleópteros para a presença de nitrogênio, e pseudoscorpionida como indicadores de ambientes que apresente melhores estruturas como um trecho florestal primário.

## 5 REFERÊNCIAS

- ALVES, M. V.; BARETTA, D.; CARDOSO, E. J. B. N. Fauna edáfica em diferentes sistemas de cultivo no estado de São Paulo. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.5, n.1, p. 33-43, 2006.
- ALVES, M. V.; SANTOS, J. C. P.; GOIS, D. T.; ALBERTON, J. V.; BARETTA, D. Macrofauna do solo influenciada pelo uso de fertilizantes químicos e dejetos de suínos no Oeste do Estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 32, p. 589-598, 2008.
- ANTONIOLLI, Z. I.; CONCEIÇÃO, P. C.; BOCK, V.; PORT, O.; SILVA, D. M. da; SILVA, R. F. da. Método alternativo para estudar a fauna do solo. **Ciência Florestal**, v. 16, n. 4, p. 407-417, 2006.
- AQUINO, A. M.; SILVA, E. M. R.; SAGGUIN JUNIOR, O.; RUMJANEK, N., DE-POLLI, H.; REIS, V. M. A biota do solo e processos relevantes num novo contexto da agricultura. In: WADT, P. G. S. **Manejo do solo e recomendação de adubação para o Estado do Acre**. Rio Branco: Embrapa Acre, 635p, 2005.
- AQUINO, A. M. de; CORREIA, M. E. F.; ALVES, M. V. Biodiversidade da macrofauna edáfica no Brasil. In: MOREIRA, F. M. S; SIQUEIRA, J. O.; BRUSSAARD, L. (Org.). **Biodiversidade do Solo em Ecossistemas Brasileiros**. Lavras, MG: UFLA, p. 147-175, 2008.
- AQUINO, A. M.; AGUIAR-MENEZES, E. L.; QUEIROZ, J. M. Recomendações para coleta de artrópodes terrestres por armadilhas de queda ("Pitfall-Trap"). **Circular Técnico**, Seropédica, RJ, 2006.
- ARAUJO, A. S. F; MONTEIRO, R. T. R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 3, p. 66-75, 2007.
- ARAÚJO, K. D.; PARENTE, H. N.; CORREIA, K. G.; RODRIGUES, M. Q.; DANTAS, R. T.; ANDRADE, A. P. de; SOUTO, J. S. Influência da precipitação pluvial sobre a mesofauna Invertebrada do solo em área de caatinga no Semiárido da Paraíba. **Revista eletrônica do curso de Geografia – Campus Jataí – UFG**, n. 12, 2009.
- AZEVEDO, V. F. de; PEREIRA, M. G.; CORRÊA NETO, T. de A.; SCHERMACK, V.; MACHADO, D. L. Alterações na comunidade da fauna edáfica em função da queima em floresta secundária na flona mário Xavier Seropédica RJ. **Revista da Universidade Rural: Série Ciências da Vida**, v. 28, n. 1, p. 09-17, 2008.
- BARETTA, D. FERREIRA, C. S.; SOUSA, J. P.; CARDOSO, E. J. B. N. Colêmbolos (Hexapoda: Collembola) como bioindicadores de qualidade do solo em áreas como *Araucaria angustifolia*. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 32, p. 2693-2699, 2008.

BARETTA, D.; MAFRA, Á. L.; SANTOS, J. C. P.; AMARANTE, C. V. T.; BERTOL, I. Análise multivariada da fauna edáfica em diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 1675-1679, 2006.

BARETTA, D.; SANTOS, J. C. P.; BERTOL, I.; ALVES, M. V.; MANFOI, A. F.; BARETTA, C. R. D. M. Efeito do cultivo do solo sobre a diversidade da fauna edáfica no planalto sul catarinense. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.5, n.2, p. 108-117, 2006.

BARETTA, D.; SANTOS, J. C. P.; MAFRA, A. L.; WILDNER, L. P. ; MIQUELLUTI, D. J. Fauna edáfica avaliada por armadilhas e catação manual afetada pelo manejo do solo na região oeste catarinense. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 2, p. 97-106, 2003.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. 2006. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas**. 4. ed. – Porto Alegre: Artmed, p. 752. 2007.

CALVI, G. P.; PEREIRA, M. G.; JUNIOR, A. E.; MACHADO, D. L. Composição da fauna edáfica em duas áreas de floresta em Santa Maria de Jetibá-ES, Brasil. **Acta Agronômica**, v. 59, n. 1, p. 37-45, 2010.

CÂNDIDO, A. K. A. A.; SILVA, N. de M.; BARBOSA, D. S.; FARIAS, L. do N.; SOUZA, W. P. de. Fauna edáfica como bioindicadores de qualidade ambiental. **Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal**, v. 9, n. 1, p. 067-082, jan./mar., 2012.

CAPRONI, A. L.; GRANHA, J. R. D. de O.; SOUCHIE, E. L.; FIGUEIRA, A. F.; OLIVEIRA, A. C. S. de. Diversidade da macrofauna do solo em ecossistemas no município de Rolim de Moura, RO. **Global Science and technology**, v. 04, n. 03, p.48 – 57, set/dez. 2011.

COPATTI, C. E.; DAUDT, C. R.; Diversidade de artrópodes na serapilheira em fragmentos de mata nativa e *Pinus elliottii* (Engelm. Var *elliottii*). **Ciência e Natura**, v. 31, n. 1, p. 95-113, 2009.

CORDEIRO, F. C.; CARVALHO-DIAS, F. de; MERLM, A. de O.; CORREIA, M. F.; AQUINO, A. M. de; BROWN, G. Diversidade da macrofauna invertebrada do solo como indicadora da qualidade do solo em sistema de manejo orgânico de produção. **Revista Universidade Rural: Série Ciências da Vida**, v. 24, n. 2, p. 29-34, 2004.

CÓRDOVA, M.; CHAVES, C. L.; MANFREDI-COIMBRA, S. Fauna do solo x vegetação: estudo comparativo da diversidade edáfica em áreas de vegetação nativa e povoamentos de *Pinus* sp. **Revista eletrônica do curso de Geografia – Campus Jataí – UFG** n. 12, 2009.

CORREIA, M. E. F.; ANDRADE, A. G. Formação de serapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre, Genesis, cap. 13, p. 197-225,1999.

CUNHA NETO, F. V.; CORREIA, M. E. F.; PEREIRA, G. H. A.; PEREIRA, M. G.; LELES, P. S. S. Soil fauna as an indicator of soil quality in forest stands, pasture and secondary forest. **Brazilian Journal of Soil Science**, Viçosa, v. 36, p. 1407-1417, 2012.

DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; CORREIA, M. E. F.; ROCHA, G. P.; MOREIRA, J. F.; RODRIGUES, K. de M.; FRANCO, A. A. Árvores fixadoras de nitrogênio e macrofauna do solo em pastagem de híbrido de Digitaria. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 6, p. 1015-1021, jun. 2006.

DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; CORREIA, M. E. F.; ROCHA, G. P.; MOREIRA, J. F.; RODRIGUES, K. de M.; FRANCO, A. A. Efeito de leguminosas arbóreas sobre a macrofauna do solo em pastagem de Brachiaria brizantha cv. Marandu. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, n. 1, p. 38-44, mar. 2007.

DRESCHER, M. S.; ROVEDDER, A. P. M.; ANTONIOLLI, Z. I.; ELTZ, F. L. F.; DRESCHER, G. L. Fauna epigeica em sistemas de produção de Nicotiana tabacum. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 5, p. 1499-1507, 2011.

FAVEIRO, S.; SOUZA, H. A.; OLIVEIRA, A. K. M. Coleoptera (Insecta) as forest fragmentation indicators in the Rio Negro sub-region of the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 71, n. 1 (suppl.), p. 291-295, 2011.

FERNANDES, M. M.; MAGALHÃES, L. M. S.; PEREIRA, M. G.; CORREIA, M. E. F.; BRITO, R. J de; MOURA, M. R. de. Influência de diferentes coberturas florestais na fauna do solo na flona Mário Xavier, no município de Seropédica, RJ. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 41, n. 3, p. 533-540, jul./set. 2011.

FURLAN, S. A. Indicadores biogeográficos em fragmentos de mata atlântica insular e continental e suas possíveis implicações paleoambientais. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 10, p. 13-28, 2011.

GIRACCA, E. M. N.; ANTONIOLLI, Z. I.; ELTZ, F. L. F.; BENEDETTI, E.; LASTA, E.; VENTURINI, S. F.; VENTURINI, E. F.; BENEDETTI, T. Levantamento da meso e macrofauna do solo na microbacia do Arroio Lino, agudo/RS. **Revista brasileira de Agrociência**, v. 9, n. 3, p. 257-261, 2003.

GOMES, A. A.; MUSSURY, R. M.; SCALON, S. de P. Q.; WATTHIER, F.; CUNHA, K. A. A.; FILHO, H. S.; Avaliação do impacto da fragmentação de florestas nativas sobre a mesofauna edáfica na região de Dourados-MS. **Ciências Agrotécnicas.**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 612-618, maio/jun., 2007.

LAURENTE, E. R. P.; SILVA, R. F.; SILVA, D. A.; MARCHETTI, M. E.; MERCANTE, F. M. Macrofauna edáfica e sua interação com atributos químicos e físicos do solo sob diferentes sistemas de manejo. **Acta Scientia Agronomica**, v. 28, n. 1, p. 17-22, 2007.

LEIVAS, F. W. T.; FISCHER, M. L.; Avaliação da composição de invertebrados terrestres em uma área rural localizada no município de Campina Grande do Sul, Paraná, Brasil. **Revista Biotemas**, v. 21, n. 1, p. 65-73, mar., 2008.

LIMA, S. D. de; AQUINO, A. M. de; LEITE, L. F. C.; VELASQUEZ, E.; LAVELLE, P. Relação entre macrofauna edáfica e atributos químicos do solo em diferentes agroecossistemas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 3, p. 322-331, mar. 2010.

LUTINSKI, C. J.; LUTINSKI, J. A.; COSTA, M. K. M. da; GARCIA, F. R. M. Análise faunística de gafanhotos na Floresta Nacional de Chapecó, Santa Catarina. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 31, n. 65, p. 43-50, jan./mar. 2011.

MANHÃES, C. M. C. **Caracterização da Fauna edáfica de diferentes coberturas vegetais no norte do estado do Rio de Janeiro, Brasil**. 2011. 54p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, campos dos Goytacazes, RJ, 2011.

MATOS, P. N. **Fauna do Solo, Fungos Micorrízicos Arbusculares e Bactérias Diazotróficas em Áreas de Mineração de Bauxita no Noroeste do Pará Revegetadas com Dendê**. 2009. 58p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2009.

MELO, F. V.; BROWN, G. G.; CONSTANTINO, R.; LOUZADA, J. N. C.; LUIZÃO, F. J. MORAIS, J. W.; ZANETTI, R. A importância da meso e macrofauna do solo na fertilidade e como bioindicadores. *Biologia do Solo*. **Boletim informativo** da SBCS. jan.- abr. 2009.

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

MOÇO, M. K. S.; RODRIGUES, E. F. G.; RODRIGUES, A. C. G.; CORREIA, M. E. F. Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região norte fluminense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 4, p. 555-564, 2005.

MUSSURY, R. M.; SCALON, S. de P. Q.; SILVA, S. V., SOLIGO, R. V. Study of Acari and Collembolas population in four cultivation systems Dourados, MS. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 45, n. 3, p. 257-263, 2002.

NETO, T. A. C.; PEREIRA, M. G.; CORREIA, M. E. F.; ANJOS, L. H. C. dos. Deposição de serapilheira e mesofauna edáfica em áreas de eucalipto e floresta secundária. **Revista Floresta e Ambiente dos institutos da UFRRJ**, v. 8 n. 1, p. 70-75, 2001.

NUNES, L. A. P. L.; ARAÚJO-FILHO, J. A. de; MENEZES, R. Í. de Q. Recolonização da fauna edáfica em áreas de caatinga submetidas a queimadas. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 3, p. 214-220, 2008.

NUNES, L. A. P. L.; SILVA, D. I. B.; ARAUJO, A. S. F. de; LEITE, L. F. C.; CORREIA, M. E. F. Caracterização da fauna edáfica em sistemas de manejo para produção de forragens no Estado do Piauí. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 1, p. 30-37, jan-mar, 2012.

NUNES, L.; SILVA, I.; PITÉ, M.; REGO, F.; LEATHER, S.; SERRANO, A. Carabid (Coleoptera) Community Changes Following Prescribed Burning and the Potential Use of Carabids as Indicator Species to Evaluate the Effects of Fire Management in Mediterranean Regions. **Silva Lusitana** v.1, n. 14, p. 85 - 100, 2006.

OLIVEIRA, E. M. de; SOUTO, J. S. Mesofauna edáfica como indicadora de áreas degradadas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v. 6, n. 1, p. 01-09, Jan/Fev, 2011.

PEREIRA, M. G.; CORREIA, M. E. F. Influência do sistema de plantio sobre atributos dendrométricos e fauna edáfica, em área degradada pela extração de argila. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 37, p. 1742-1751, 2013

ROVEDDER, A. P.; ANTONIOLLI, Z. I.; SPAGNOLLO, E.; VENTURINI, S. F. Fauna edáfica em solo suscetível à arenização na região sudoeste do Rio Grande do Sul. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 3, n. 2, p. 87-96, 2004.

SANTOS, G. G.; SILVEIRA, P. M. da; MACHÃO, R. L.; BECQUER, T.; BALBINO, L. C. Macrofauna edáfica associada a plantas de cobertura em plantio direto em um Latossolo Vermelho do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.1, p.115-122, jan. 2008

SANTOS, G. G.; SILVEIRA, P. M. da; MARCHÃO, R. L.; BECQUE, T.; BALBINO, L. C. . Macrofauna edáfica associada a plantas de cobertura em plantio direto em um Latossolo Vermelho do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.1, p.115-122, jan. 2008.

SILVA, C. F. da; PEREIRA, G. H. A.; PEREIRA, M. G.; SILVA, A. N. da; MENEZES, L. F. T. de. Fauna edáfica em área periodicamente inundável na restinga da Marambaia, RJ. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 37, p. 587-595, 2013.

SILVA, C. F. da; PEREIRA, G. H. A.; PEREIRA, M. G.; SILVA, A. N.; MENEZES, L. F. T. de. Fauna edáfica em área periodicamente inundável na restinga da Marambaia, RJ. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 37, p. 587-595, 2013.

SILVA, J; JUCKSCH, I.; TAVARES, R. C. Invertebrados edáficos em diferentes sistemas de manejo do cafeeiro na Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 7, n. 2, p. 112-125, 2012.

SILVA, R. F. da; AQUINO A. M. de; MERCANTE, F. M.; GUIMARÃES, M, de F. Macrofauna invertebrada do solo em sistema integrado de produção agropecuária no Cerrado. **Acta Scientia Agronomica**, v. 30, (supl.), p. 725-731, 2008.

SOUZA, R. C. de; CORREIA, M. E. F.; PEREIRA, M. G.; SILVA, E. M. R. da; PAULA, R. R.; MENEZES, L. F. T. de. Estrutura da comunidade da fauna edáfica em

fragmentos florestais na Restinga da Marambaia, RJ. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 3, n. 1, p. 49-57, jan./mar., 2008.

THIOULOUSE, J.; CHESSEL, D.; DOLÉDEC, S.; OLIVER, J. M.; GOREAUD, F.; PELESSIER, R. Ecological data analysis: exploratory and Euclidean methods in Environmental sciences. Version 2001 ©CNRS 1995-2001. 2001.

WINK, C.; JERSON, V.C. Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental. **Revista de ciências agroveterinárias**, Lages, v. 4, n. 1, p. 60-70, 2005.

ZERBINO, M. S.; Evaluación de la macrofauna del suelo em rotaciones cultivos-pasturass com laboreo convencional. **Acta Zoológica Mexicana** (nueva serie), n. 2, p. 189-202, 2010.

ZILLI, J. E.; RUMJANEK, N. G.; XAVIER, G. R.; COUTINHO, H. L. da COSTA; NEVES, M. C. P. Diversidade microbiana como indicador de qualidade do solo. **Cadernos de Ciências e Tecnologia**, v. 20, n. 3, p. 391-411, 2003.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Muitos trabalhos citam a importância de estudos voltados aos aspectos químicos, físicos e biológicos do solo. Mas, o solo é bem mais além de fatores isolados, é um ecossistema submerso, dotado de características e organismos que interagem entre si e com o meio ambiente ao qual pertencem. Sendo assim, é notável a importância de estudos sobre a forma de interação dos fatores químicos, físicos e biológicos.

Apesar do estudo não demonstrar diferenças entre as áreas, é possível perceber a influência da riqueza da flora sobre os atributos químicos e biológico do solo. Estes resultados indicam a importância da cobertura florestal formada pelas florestas implantadas, que fornecem maior proteção e disponibilidade de matéria orgânica para o estabelecimento da diversidade da fauna do solo em áreas anteriormente degradadas.

Cada tratamento apresentou atributos necessários para o desenvolvimento de uma própria comunidade, ou seja, houve correlações significativas entre uma comunidade epígea com as variáveis edáficas de cada sistema. A fauna epígea apresenta alta potencial indicadora de qualidade do solo, por conta da sua elevada sensibilidade a alterações ambientais.

Ainda implica a necessidade de pesquisas futuras na área utilizando as metodologias desse estudo, afim de averiguar o comportamento ao longo do tempo. Comparação com demais modelos de restauração que apresentem diferentes tratamentos silviculturais, além da riqueza arbórea, se faz necessário.

## ANEXOS

Anexo I: Lista de espécies utilizadas na implantação das áreas em processo de restauração na Reserva Natural Vale, ES.

(continua)

| FAMÍLIA        | ESPÉCIE  |
|----------------|--|
| ACHARIACEAE    | <i>Carpotroche brasiliensis</i> (Raddi) Endl.                    |
|                | <i>Astronium concinnum</i> (Engl.) Schott                        |
|                | <i>Astronium graveolens</i> Jacq.                                |
| ANACARDIACEAE  | <i>Astronium</i> sp.   |
|                | <i>Spondias macrocarpa</i> Engl.                                 |
|                | <i>Spondias venulosa</i> (Engl.) Engl.                           |
|                | <i>Tapirira guianensis</i> Aubl.                                 |
| APOCYNACEAE    | <i>Aspidosperma cylindrocarpon</i> Müll. Arg.                    |
|                | <i>Aspidosperma pyricollum</i> Müll. Arg.                        |
|                | <i>Geissospermum laeve</i> (Vell.) Baill.                        |
|                | <i>Himatanthus bracteatus</i> (A. DC.) Woodson                   |
|                | <i>Macoubea guianensis</i> Aubl.                                 |
| ARECACEAE      | <i>Syagrus botryophora</i> (Mart.) Mart.                         |
|                | <i>Cybistax antisiphilitica</i> (Mart.) Mart.                    |
|                | <i>Handroanthus arianae</i> (A.H. Gentry) S. O. Grose            |
|                | <i>Handroanthus cristatus</i> (A.H. Gentry) S. O. Grose          |
|                | <i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos                  |
| BIGNONIACEAE   | <i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos                     |
|                | <i>Paratecoma peroba</i> (Record & Mell.) Kuhlm.                 |
|                | <i>Sparattosperma leucanthum</i> (Vell.) K. Schum.               |
|                | <i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridley) Sandwith                      |
|                | <i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau                       |
| BIXACEAE       | <i>Bixa arborea</i> Huber  |
| BORAGINACEAE   | <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Cham.                      |
| BURSERACEAE    | <i>Crepidospermum atlanticum</i> Daly                            |
|                | <i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand subsp. heptaphyllum |
| CALOPHYLLACEAE | <i>Kielmeyera</i> sp.  |
| CANNABACEAE    | <i>Trema micrantha</i> (L.) Blume                                |
| CARICACEAE     | <i>Jacaratia heptaphylla</i> (Vell.) A.DC.                       |
| CELASTRACEAE   | <i>Maytenus obtusifolia</i> Mart.                                |
| CLUSIACEAE     | <i>Vismia</i> sp.  |
|                | <i>Buchenavia pabstii</i> Marquete & C.Valente                   |
| COMBRETACEAE   | <i>Terminalia argentea</i> Mart.                                 |
|                | <i>Terminalia kuhlmannii</i> Alwan & Stace                       |
| CORDIACEAE     | <i>Cordia magnoliaefolia</i> Cham.                               |
|                | <i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Stend.                |
| EBENACEAE      | <i>Diospyros apeibocarpos</i> Raddi                              |
|                | <i>Diospyros inconstans</i> Jacq.                                |

Anexo I: Lista de espécies utilizadas na implantação das áreas em processo de restauração na Reserva Natural Vale, ES.

(continuação)

| FAMÍLIA   | ESPÉCIE  |
|---|--|
| EUPHORBIACEAE   | <i>Croton floribundus</i> Spreng.  |
|   | <i>Glycydendron espiritosantense</i> Kuhlmann.                               |
|   | <i>Joannesia princeps</i> Vell.  |
| FABACEAE  | <i>Abarema barnebyana</i> Iganci & M.P.Morim                                 |
|   | <i>Acrocarpus fraxinifolius</i> Arn.   |
|   | <i>Andira anthelmia</i> (Vell.) J.F. Macbr.                                  |
|   | <i>Andira fraxinifolia</i> Benth.  |
|   | <i>Andira ormosioides</i> Benth.   |
|   | <i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr.                                 |
|   | <i>Bauhinia forficata</i> Link subsp. <i>forficata</i>                       |
|   | <i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth  |
|   | <i>Caesalpinia echinata</i> Lam.   |
|   | <i>Caesalpinia ferrea</i> Mart   |
|   | <i>Chamaecrista ensiformis</i> (Vell.) H.S.Irwin & Barneby                   |
|   | <i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.  |
|   | <i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemão ex Benth.                             |
|   | <i>Deguelia longeracemosa</i> (Benth.) A.M.G.Azevedo                         |
|   | <i>Dimorphandra jorgei</i> M.F. Silva  |
|   | <i>Dimorphandra</i> sp. nov.   |
|   | <i>Diploptropis incexis</i> Rizzini & A.Mattos                               |
|   | <i>Goniorrhachis marginata</i> Taub.   |
|   | <i>Grazielodendron riocensense</i> H.C. Lima                                 |
|   | <i>Hymenaea courbaril</i> var. <i>stilbocarpa</i> (Hayne) Y.T.Lee & Langenh. |
|   | <i>Hymenaea rubriflora</i> Ducke var. <i>rubriflora</i>                      |
|   | <i>Inga</i> aff. <i>cylindrica</i> (Vell.) Mart.                             |
|   | <i>Inga cabelo</i> T.D. Penn.  |
| <i>Inga hispida</i> Schott. ex Benth.                               |  |
| <i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.                                    |  |
| <i>Inga striata</i> Benth.  |  |
| <i>Inga thibaudiana</i> subsp. <i>thibaudiana</i> T.D. Penn.        |  |
| <i>Lonchocarpus cultratus</i> (Vell.) A.M.G. Azevedo & H.C. Lima    |  |
| <i>Machaerium fulvovenosum</i> H.C.Lima                             |  |
| <i>Macrobium latifolium</i> Vogel                                   |  |
| <i>Melanoxylon brauna</i> Schott                                    |  |
| <i>Mimosa artemisiana</i> Heringer & Paula                          |  |
| <i>Moldenhawera papillanthera</i> L.P.Queiroz, G.P.Lewis & R.Allkin |  |
| <i>Myrocarpus fastigiatus</i> Allemão                               |  |
| <i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harnu                                |  |
| <i>Parapiptadenia pterosperma</i> (Benth.) Brenan                   |  |
| <i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth.                               |  |
| <i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.                           |  |

Anexo I: Lista de espécies utilizadas na implantação das áreas em processo de restauração na Reserva Natural Vale, ES.

(continuação)

| FAMÍLIA                        | ESPÉCIE  |
|--------------------------------|--|
| FABACEAE                       | <i>Platypodium elegans</i> Vog.  |
|                                | <i>Pseudopiptadenia contorta</i> (DC.) G.P.Lewis & M.P.M.de Lima               |
|                                | <i>Pterogyne nitens</i> Tul.   |
|                                | <i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake                                |
|                                | <i>Senna multijuga</i> var. <i>verrucosa</i> (Vogel) H.S. Irwin & R.C. Barneby |
|                                | <i>Vatairea heteroptera</i> (Allem.) Ducke ex de Assis Iglesias                |
| LAMIACEAE                      | <i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) Moldenke                                 |
|                                | <i>Vitex</i> cf. <i>megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke                        |
| LAURACEAE                      | <i>Ocotea fasciculata</i> (Nees) Mez   |
|                                | <i>Ocotea spectabilis</i> (Meisn.) Mez   |
|                                | <i>Ocotea velutina</i> (Nees) Rohwer   |
| LECYTHIDACEAE                  | <i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi.) Kuntze                                  |
|                                | <i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze  |
|                                | <i>Couratari asterotricha</i> Prance   |
|                                | <i>Lecythis lanceolata</i> Poir.   |
|                                | <i>Lecythis marcgraaviana</i> Miers  |
|                                | <i>Lecythis pisonis</i> Cambess.   |
| MALPIGHIACEAE                  | <i>Byrsonima sericea</i> DC.   |
| MALVACEAE                      | <i>Basiloxylon brasiliensis</i> (All.) K.Schum.                                |
|                                | <i>Ceiba pubiflora</i> (A. St.-Hil.) K. Schum.                                 |
|                                | <i>Eriotheca candolleana</i> (K. Schum.) A. Robyns                             |
|                                | <i>Hydrogaster trinervis</i> Kuhlman   |
|                                | <i>Pachira stenopetala</i> Casar.  |
|                                | <i>Pseudobombax</i> cf. <i>grandiflorum</i> (Cav.) A. Robyns                   |
|                                | <i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A. Robyns var. <i>majus</i> A. Robyns  |
|                                | <i>Quararibea penduliflora</i> (A.St.Hil.) K. Schum.                           |
|                                | <i>Sterculia elata</i> Ducke   |
| <i>Sterculia excelsa</i> Mart. |  |
| MELASTOMATACEAE                | <i>Miconia</i> cf. <i>cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin                          |
| MELIACEAE                      | <i>Cedrela fissilis</i> Vell.  |
|                                | <i>Cedrela odorata</i> L.  |
|                                | <i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer  |
|                                | <i>Trichilia lepidota</i> subsp. <i>schumanniana</i> (Harms) T.D.Pennington    |
| MORACEAE                       | <i>Brosimum glaucum</i> Taub.  |
|                                | <i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.   |
|                                | <i>Ficus arpazusa</i> Casar.   |
|                                | <i>Ficus clusiifolia</i> Schott  |
|                                | <i>Ficus gomelleira</i> Kunth  |
|                                | <i>Sorocea guillemianiana</i> Gaudich.   |

Anexo I: Lista de espécies utilizadas na implantação das áreas em processo de restauração na Reserva Natural Vale, ES.

(continuação)

| FAMÍLIA        | ESPÉCIE   |
|----------------|---|
| MYRSINACEAE    | <i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.                        |
|                | <i>Calyptranthes brasiliensis</i> var. <i>mutabilis</i> (O. Berg) C.D.Legrand |
|                | <i>Campomanesia espiritosantensis</i> Landrum                                 |
|                | <i>Eugenia astringens</i> Cambess.  |
|                | <i>Eugenia brasiliensis</i> Lam.  |
|                | <i>Eugenia bunchosiifolia</i> Nied.   |
|                | <i>Eugenia fluminensis</i> O.Berg   |
|                | <i>Eugenia involucrata</i> DC.  |
|                | <i>Eugenia platyphylla</i> O.Berg   |
| MYRTACEAE      | <i>Eugenia</i> sp.  |
|                | <i>Eugenia sulcata</i> Spring. ex Mart.                                       |
|                | <i>Myrcia ovata</i> Cambess   |
|                | <i>Myrcia racemosa</i> (O.Berg) Kiaersk.                                      |
|                | <i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.   |
|                | <i>Neomitranthes langsdorffii</i> (O.Berg) J.R. Mattos                        |
|                | <i>Plinia grandifolia</i> (Mattos) Sobral                                     |
|                | <i>Plinia renatiana</i> G.M.Barroso & Peixoto                                 |
|                | <i>Psidium guineense</i> Sw.  |
|                | <i>Psidium longipetiolatum</i> D.Legrand                                      |
| PHYLLANTHACEAE | <i>Margaritaria nobilis</i> L. f.   |
| PHYTOLACCACEAE | <i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms.                                 |
| PUTRANJIVACEAE | <i>Drypetes</i> sp.   |
| RHIZOPHORACEAE | <i>Paradrypetes ilicifolia</i> Kuhlmann                                       |
|                | <i>Chomelia pubescens</i> Cham. & Schltdl.                                    |
|                | <i>Genipa infundibuliformis</i> Zappi & Semir                                 |
| RUBIACEAE      | <i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge) Roem & Schult.                            |
|                | <i>Riodocea pulcherrima</i> Delprete  |
|                | <i>Simira</i> cf. <i>sampaioana</i> (Standl.) Steyermark                      |
|                | <i>Simira glaziovii</i> (K. Schum.) Steyermark                                |
| SALICACEAE     | <i>Casearia</i> sp. nov.  |
|                | <i>Xylosma prockia</i> (Turcz.) Turcz.  |
|                | <i>Allophylus petiolulatus</i> Radlk.   |
|                | <i>Cupania</i> cf. <i>vernalis</i> Cambess.                                   |
|                | <i>Cupania emarginata</i> Cambess.  |
|                | <i>Dilodendron elegans</i> (Radlk.) A.H. Gentry & Steyermark                  |
| SAPINDACEAE    | <i>Matayba guianensis</i> Aubl.   |
|                | <i>Melicoccus espiritosantensis</i> Acev.-Rodr.                               |
|                | <i>Melicoccus oliviformis</i> subsp. <i>intermedius</i> (Radlk.) Acev.-Rodr.  |
|                | <i>Pseudima frutescens</i> Radlk.   |
|                | <i>Toulicia patentinervis</i> Radlk.  |

Anexo I: Lista de espécies utilizadas na implantação das áreas em processo de restauração na Reserva Natural Vale, ES.

(conclusão)

| FAMÍLIA      | ESPÉCIE  |
|--------------|--|
| SAPOTACEAE   | <i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler ex Miq. ) Engl.   |
|              | <i>Chrysophyllum lucentifolium</i> Cronquist. subsp. lucentifolium |
|              | <i>Manilkara salzmannii</i> (A.DC.) Lam.                           |
|              | <i>Pouteria bangii</i> (Rusby) T.D. Penn.                          |
|              | <i>Pouteria butyrocarpa</i> (Kuhl.) T.D. Penn.                     |
|              | <i>Pouteria coelomatica</i> Rizzini                                |
|              | <i>Pradosia lactescens</i> (Vellozo) Radlk.                        |
| URTICACEAE   | <i>Cecropia pachystachya</i> Trécul.                               |
| VOCHYSIACEAE | <i>Qualea cryptantha</i> (Spreng.) Warm.                           |

Fonte: Reserva Natural Vale (2013).

Nota: Dados adaptado pelo autor,