

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS E DA MADEIRA

BIANCA LISBÔA GONÇALVES

IMPACTOS DO FOGO SOBRE A ENTOMOFAUNA NA REGIÃO DE  
ALEGRE, ESPÍRITO SANTO

JERÔNIMO MONTEIRO  
ESPIRITO SANTO  
2012

BIANCA LISBÔA GONÇALVES

IMPACTOS DO FOGO SOBRE A ENTOMOFAUNA NA REGIÃO DE  
ALEGRE, ESPÍRITO SANTO

Monografia na área de Ciências do Solo apresentada ao Departamento de Engenharia Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.  
Orientador: Dr. Sc. Eduardo de Sá Mendonça.

JERÔNIMO MONTEIRO  
ESPÍRITO SANTO  
2012

BIANCA LISBÔA GONÇALVES

IMPACTOS DO FOGO SOBRE A ENTOMOFAUNA NA REGIÃO DE  
ALEGRE, ESPÍRITO SANTO

Monografia na área de Ciências do Solo apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

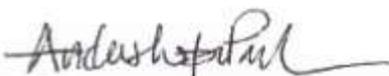
Aprovada em 05 de outubro de 2012

COMISSÃO EXAMINADORA



---

PhD. Eduardo de Sá Mendonça  
UFES  
Orientador



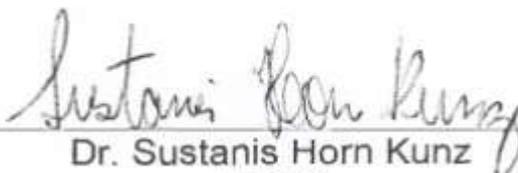
---

Dr. Anderson Lopes Peçanha  
UFES



---

Dr. Hugo José Gonçalves dos Santos Junior  
UFES



---

Dr. Sustanis Horn Kunz  
UFES

Dedico este trabalho a memória do meu irmão Antonio, meus avós maternos Vicentina e Serafim e meu avô paterno Antônio.

Aos meus pais, Elizabete e Florisvaldo, que me ensinaram o verdadeiro significado da palavra perseverança.

Ao meu irmão, Lucas, que representa o que há de mais gratificante na minha vida.

“Existe apenas um bem, o saber, e apenas um mal, a ignorância.”

Sócrates

## AGRADECIMENTOS

Á Deus.

Ao meu Orientador, Eduardo, que me guiou durante essa conquista.

Ao professor Hugo Gonçalves que me auxiliou no processo de identificação dos insetos coletados em campo.

A todos os integrantes da banca pela disponibilidade.

Aos meus colegas; Artur, Guilherme, Nauan e Winy, pela indispensável ajuda na hora de coletar os dados.

A todos os meus Professores, que de forma direta e/ou indireta, contribuíram para a minha evolução intelectual e pessoal.

As minhas amigas, companheiras e confidentes; Alliny, Bruna, Danielle, Fernanda, Renèe e Sara, que nunca deixaram de me apoiar em minhas conquistas acadêmicas e pessoais.

## RESUMO

O uso do fogo como prática agropecuária se estende por gerações e seus impactos estão sendo amplamente estudados. A distribuição e a permanência dos organismos no solo varia em função de fatores como disponibilidade de alimentos, umidade, espaço poroso, teor de oxigênio, variações de temperatura, inundação, tipos e manejo de culturas, agrotóxicos utilizados, teor de matéria orgânica, sistemas de cultivo, tipos de vegetação, predação e hábito alimentar. Os efeitos do fogo sobre o solo impacta diretamente a quantidade e distribuição dos organismos presentes no solo, pois altera significativamente os fatores que influem a existência dos mesmos, principalmente logo após a queima. Diante da premissa o presente trabalho teve como objetivo de estudar o impacto do fogo sobre a quantidade e diversidade dos organismos presentes no solo, em três distintos momentos e duas situações diferentes. O período de coleta foi dividido em três, onde a primeira foi 6 dias após a incidência do fogo, a segunda foi após 36 dias e a terceira 68 dias após a incidência do fogo. As coletas foram realizadas em uma propriedade particular, localizada no município de Alegre de declividade média de 45%, a área foi dividida em 2 grandes talhões de 1,5ha , com e sem incidência de fogo. Os talhões foram seccionados conforme a posição topográfica, totalizando 3 secções; topo, intermediário e base do morro, nas três secções foram realizados três repetições cada. A ANOVA dos dados mostrou diferença significativa na maioria das variáveis analisadas, isso mostrou que o manejo de adoção de matéria orgânica no solo aumenta a disponibilidade de alimento, promovendo o aumento de indivíduos da fauna do solo, amenizando o impacto do fogo sobre a entomofauna. Na área queimada foram encontradas 9 ordens diferentes, com predominância da Hymenoptera, com índice de Shannon igual a 0,358 e o índice de Pielou igual a 0,375, enquanto que na área que não ocorreu queima foram encontrados 6 ordens, com predominância da Hymenoptera, com índice de Shannon igual a 0,397 e o índice de Pielou igual a 0,510. Independente dos tratamentos, a distribuição da fauna edáfica em relação ao diâmetro corporal, podem ser mais associados as condições físicas do solo.

**Palavras-chave:** Alegre, biota do solo, fogo e impacto.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	Vii
LISTA DE FIGURAS.....	Viii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 OBJETIVOS.....	3
2.1 Geral.....	3
2.2 Específicos.....	3
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	4
3.1 Fogo.....	4
3.1.1 O fogo no contexto ambiental.....	5
3.1.2 O fogo no contexto produtivo.....	6
3.1.3 A biota do solo.....	7
3.1.4 O fogo e a biota do solo.....	9
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	11
4.1 Área de estudo.....	11
4.1.1 Histórico da área.....	12
4.1.2 Condições climáticas.....	12
4.1.3 Condições florísticas.....	14
4.1.4 Regime hídrico.....	15
4.1.5 Focos de incêndios.....	16
4.2 Delineamento experimental e instalações das parcelas.....	17
4.3 Análises química e física do solo.....	19
4.4 Análise da entofauna.....	20
4.5 Estatística.....	22
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
5.1 Caracterização da área.....	24
5.1.1 Características físicas da área.....	24
5.1.2 Características químicas da área.....	25
5.2 Análise da entomofauna.....	26
5.2.1 Densidade de organismos.....	26
5.2.2 Abundância relativa de organismos.....	31
5.2.3 Riqueza, índice de Shannon (h) e índice de Pielou (j).....	32
6 CONCLUSÕES.....	34
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35
APÊNDICES.....	41
Apêndice A – Organismos da biota do solo identificados em ecossistema de mata atlântica no Espírito Santo.....	42

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Valores médios das variáveis: densidade do solo g/cm <sup>3</sup> (DS), densidade de partícula g/cm <sup>3</sup> (DP) e porosidade % (P). O teste de Tukey não apresentou diferença significativa à 1 e 5% de probabilidade.....	24
Tabela 2 -	Valores médios da umidade (%).....	24
Tabela 3 -	Valores médios dos atributos químicos da área.....	25
Tabela 4 -	Valores médios de P e N para cada tratamento.....	26
Tabela 5 -	Densidade Média Total de cada ordem e densidade média Total para cada tratamento.....	30
Tabela 6 -	Abundância Relativa de cada ordem da macrofauna em relação ao valor de densidade total.....	31
Tabela 7-	Valores de riqueza, índice de Shannon, índice de equitabilidade de Pielou e as ordens taxonômicas encontradas nos tratamentos.....	32

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Imagem Google Earth com localização da propriedade particular onde foi desenvolvido o estudo.....	11
Figura 2-	Imagem INCAPER das zonas naturais do município de Alegre.....	13
Figura 3-	Temperaturas média máxima e mínima mensais para a região de estudo para o ano de 2011, segundo o INCAPER.....	13
Figura 4-	Precipitação pluviométrica acumulada mensalmente para a região onde o estudo foi realizado, segundo o INCAPER.....	14
Figura 5-	Imagem SOS Mata Atlântica com a distribuição das remanescentes do bioma mata atlântica no Estado do Espírito Santo.....	15
Figura 6 -	Imagem IEMA com a distribuição hidrográfica completa do município de Alegre.....	16
Figura 7 -	Imagem do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais apresentando os focos de queimadas da área e período em que o estudo foi realizado, e redondezas. Os focos estão representados por pontos vermelhos.....	17
Figura 8 -	Representação visual do esquema de parcelamento e subdivisão das parcelas para estudo. Parcela A= com incidência de fogo; parcela B= sem incidência de fogo. Subparcela x= topo, y= intermediário; e z= base.....	18
Figura 9 -	Esquema do delineamento experimental, onde; B = bloco, X = topo, Y = intermediário, Z = base e R = repetição.....	19
Figura 10 -	Esquema de armadilha PROVID.....	20
Figura 11 -	Processo de triagem realizado no laboratório de microscopia da Universidade Federal do Espírito Santo .....	22
Figura 12 -	Identificação, separação e contagem dos organismos capturados pela armadilha PROVID, por ordem taxônômica, no laboratório de microscopia da Universidade Federal do Espírito Santo.....	24
Figura 13 -	Gráfico referente à taxa de crescimento da quantidade e distribuição da entomofauna ao longo do período de coleta de dados na área queimada em cada posição topográfica.....	27
Figura 14 -	Gráfico referente à taxa de crescimento da quantidade e distribuição da entomofauna ao longo do período de coleta de dados na área não queimada em cada posição topográfica.....	27
Figura 15 -	Número de indivíduos para cada tratamento nas diferentes declividades.....	28
Figura 16 -	Média de número de indivíduos por tratamento ao longo do período de coleta .....	29

## 1 INTRODUÇÃO

As queimadas são práticas agrícolas onde o fogo é utilizado como fator de produção ou de manejo de combustível seco para evitar a propagação de incêndios florestais. Essas práticas são responsáveis por alterações químicas, físicas e biológicas do solo por interferir na dinâmica da biota do solo.

Caso típico é observado na Amazônia, onde as queimadas estão amplamente inseridas no processo produtivo e constituem um dos elementos que impulsionam a expansão agrícola na região.

Considerado um método economicamente mais viável de preparo do solo para o plantio de culturas e para a limpeza e renovação de pastagens, o fogo queima as árvores derrubadas, produzindo cinzas ricas em nutrientes que fertilizam o solo e, no curto prazo, aumentam sua produtividade. O fogo também estimula o crescimento das gramíneas forrageiras e eliminam as plantas invasoras lenhosas das pastagens, além de combater diretamente o controle de pragas, especialmente as formigas cortadeiras (NEPSTAD et al., 2007).

As queimadas são uma fonte global de gases do “efeito estufa” como CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O (óxido nitroso) além de contribuírem com emissões de CO, NO<sub>2</sub> (dióxido de nitrogênio), HCNM (Hidrocarbonetos não metano) cloreto e brometo de metila, compostos orgânicos voláteis (VOCs), entre outros (ARTAXO, 2005).

De particular importância sobre as características químicas e radiativas são as emissões de precursores da formação de ozônio pelas queimadas, fazendo com que as concentrações deste importante gás atinjam níveis que podem ser danosos à floresta não queimada, a milhares de quilômetros das áreas queimadas, pois o ozônio é fitotóxico, danificando os estômatos das folhas (ARTAXO, 2005).

Dentre os maiores impactos causados pelo fogo na vegetação atingida podem ser incluídas a emissão de gases de efeito estufa, desestruturação dos solos e ação sobre a fauna. A função da fauna no solo varia conforme os organismos em questão, tais como: organismos que vivem em associação com as plantas, de forma benéfica (micorrizas e bactérias fixadoras de nitrogênio) ou prejudicial (consomem material de raízes), funções detritívoras e predatórias nas teias tróficas de detritos da serapilheira e do interior do solo, e organismos responsáveis pela criação de

microhabitats para outros organismos do solo através do revolvimento do solo, movimentam partículas, vertical e horizontalmente, formam agregados e aumentam a porosidade, aeração, infiltração e drenagem do solo (MELO *et al.*, 2009).

Existem várias formas de classificar a biota do solo. O tamanho corporal geralmente é o critério básico, pois apresenta relação com o tamanho do tubo digestivo e do aparelho bucal sendo a classificação mais utilizada segundo o diâmetro dos organismos (MELO *et al.*, 2009). A microfauna são classificados como organismos com diâmetro corporal de 4  $\mu\text{m}$  a 100  $\mu\text{m}$ , mesofauna são organismos com diâmetro de 100  $\mu\text{m}$  a 2 mm, a macrofauna são organismos com tamanho corporal entre 2 mm e 20 mm e a megafauna são organismos com diâmetro corporal maior que 20 mm. (CORREIA & ANDRADE, 1999).

A forma como o fogo impacta os componentes biológicos de um dado ecossistema é função de um vasto número de parâmetros bióticos e abióticos que fazem com que seu impacto na biodiversidade seja muito variável e, por vezes, inesperado, como; tipo de vegetação atingida, solo desprotegido, tipo de solo, compactação, topografia, clima, umidade, tipo de fogo e intensidade do fogo.

Segundo Gomes (2007), no Cerrado, em áreas com práticas conservacionistas, ou seja, sem o uso de fogo, foram encontrados 124 insetos pertencentes a 18 famílias, enquanto 84 foram encontrados na área queimada, pertencentes às 13 famílias. Constatando-se que não apenas a abundância é reduzida na área com histórico de fogo, mas também a riqueza.

A biota do solo exerce inúmeras contribuições na produção de alimentos, sendo primordial sua preservação. Portanto o levantamento da diversidade de espécies, população e o impacto que a prática de queimadas tem sobre a cadeia trófica é de fundamental importância para avaliação das interações biológicas no sistema solo-planta. Assim, avaliou-se a biodiversidade da entomofauna sobre a influencia da queimada, para aprimorar os conhecimentos sobre o impacto dessa no ecossistema.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Geral

Estudar o impacto do fogo sobre a quantidade e diversidade da entomofauna do solo em diferentes períodos após a queimada.

### 2.2 Específico

- i. Quantificar a diversidade e densidade da entomofauna presente no solo em três posições topográficas diferentes: topo, intermediário e base do morro.
- ii. Quantificar a diversidade e densidade da entomofauna presente no solo com e sem incidência de fogo.

## 3 REVISÃO DE LITERATURA

### 3.1 Fogo

O fogo se caracteriza por uma fonte natural de energia, proveniente da combustão de um combustível na presença de oxigênio e calor (triângulo do fogo). Pode agir de duas formas: queimada e incêndio.

Estes dois se diferem no que se refere à forma em que o fogo age. A queimada é uma prática agrícola ou florestal onde o fogo é utilizado de forma racional e circunscrito atuando como fator de produção ou no manejo de combustíveis. Enquanto incêndio trata do fogo sem controle que incide sobre qualquer forma de vegetação, podendo tanto ser provocado pelo homem, ou por causa natural.

Os efeitos do fogo podem ser diretos e indiretos. Como efeito direto temos a destruição de florestas e paisagens naturais, perda da fertilidade dos solos, poluição atmosférica e das águas, perda de patrimônio, paralisação de aeroportos, prejuízos com desligamento das linhas de transmissão de energia elétrica, além de poder causar mortalidade humana e de animais. Como dano indireto podemos citar a perda da biodiversidade e o desequilíbrio ecológico em um bioma ou em todo o ecossistema. Tais prejuízos reduzem os serviços ambientais que a floresta, mantida em seu padrão natural, poderia proporcionar ao Planeta (BARBOSA & FEARNside, 1999).

Alguns biomas têm o fogo como importante componente ecológico. Por exemplo, o bioma do Cerrado depende das queimadas naturais, provocadas por raios, tornando as comunidades da flora mais heterogênea, ocorrendo principalmente na transição seca-chuva. Apesar de freqüentes, a chuva posterior impede o desenvolvimento de incêndios de maior magnitude (FIEDLER & MEDEIROS, 2002). As queimadas são estratégias adaptativas da vegetação do cerrado ao fogo, proporcionando forte suberização do tronco e dos galhos, o que permite certo grau de isolamento térmico dos tecidos internos, (GUEDES, 1993), e

também a capacidade que os frutos têm de proteger as sementes (LANDIM& HAY, 1995).

Entre outros efeitos positivos do fogo, está a dispersão de sementes em relação à indução de floração do estrato herbáceo. Entre as espécies lenhosas, é comum a rebrota através da copa, dos rizomas, do caule, da raiz e das estruturas subterrâneas (LANDIM & HAY, 1995).

### 3.1.1 O fogo no contexto ambiental

O intenso processo de ocupação e expansão territorial e, principalmente, o padrão de uso do solo representa significativas alterações no ecossistema. Estas alterações no uso do solo são responsáveis por emissões significativas de gases e partículas de aerossóis para a atmosfera, através das queimadas, tanto de áreas de pastagem quanto de floresta primária (ARTAXO *et al.*, 1998).

Os incêndios geralmente iniciam em áreas próximas a fragmentos de floresta nativa, e são amplamente favorecidos pela existência de uma estação seca, bem definida, durante o inverno e pelos fortes ventos que sopram nessa época do ano (LIMA *et al.*, 2006).

Na Argentina, na região de Chubut, na Patagônia, chamas provenientes do Sul do Chile consumiram 3 mil hectares de florestas, no período de seca da região (janeiro de 2012). De acordo com as autoridades, a situação se agravou devido às elevadas temperaturas e aos ventos que ajudaram a espalhar as chamas. Foram utilizados três navios-tanque e um helicóptero, porém as cinzas dificultaram o manuseio dos maquinários (AGÊNCIA BRASIL, 2012).

As queimadas são uma fonte global de gases do “efeito estufa” como CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), CH<sub>4</sub> (metano) e N<sub>2</sub>O (óxido nitroso) além de contribuem com emissões de CO, NO<sub>2</sub> (dióxido de nitrogênio), HCNM (Hidrocarbonetos não metano) cloreto e brometo de metila, compostos orgânicos voláteis (VOCs), entre outros (ARTAXO, 2005).

Dentre os principais fatores modificadores do clima destacam-se os impactos da energia liberada pelo fogo, a alteração do albedo da superfície, as modificações no balanço radioativo da atmosfera e nos ciclos hidrológicos causados

principalmente pelos aerossóis, além de provocar problemas de saúde das populações situadas próximas as áreas de incidência de queimadas (ICHOKU e KAUFMAN, 2005).

Alguns gases emitidos na queimada (monóxido de carbono, hidrocarbonetos não-metanos, ácido nítrico, entre outros) são quimicamente ativos e interagem com as concentrações de hidroxilas (OH) presentes na atmosfera, alterando a eficiência de oxidação e modificando a quantidade de ozônio troposférico (PEREIRA *et al.*, 2009).

O fogo compromete os serviços ecológicos prestados pela natureza, por perturbar a condição ótima do ecossistema, afugentando e comprometendo a existência de certas espécies que são sujeitas a condições ótimas de sobrevivência, onde em alguns casos são específicas de determinado local (BARBOSA & FEARNside, 1999).

Além da emissão de gases do efeito estufa, as queimadas ocasionam a redução da biota do solo que exercem funções ecológicas como; decomposição da matéria orgânica, ciclagem de nutrientes e bioturbação. Assim, reduz a biomassa e o estoque de nutrientes, que alterarão o ciclo hidrológico. Os incêndios florestais reduzem a biodiversidade e substituem a riqueza da mata por uma vegetação mais propensa a outras incidências de incêndio (MELO *et al.*, 2009).

Apesar do exposto, o fogo também é uma prática utilizada para prevenir a ocorrência de incêndios através da queimada controlada que visa reduzir a quantidade de material combustível, vivo ou morto. Já que este é o único elemento do triângulo de fogo que o homem consegue controlar (combustível, calor e oxigênio) (FIEDLER & MEDEIROS, 2002).

### 3.1.2 O fogo no contexto produtivo

O uso do fogo no sistema produtivo agrícola teve início quando os agricultores perceberam que a vegetação das áreas recentemente queimadas era mais nutritiva e preferida pelos animais, então passaram a queimar as pastagens ao final da estação de crescimento, prática usada ainda hoje em várias regiões do mundo (SOARES, 1995).

Com relação aos nutrientes do solo, o fogo pode promover redução no teor total, mais em contrapartida, aumenta a disponibilização rápida destes em virtude da mineralização. Contudo, quando utilizado com frequência, o fogo pode promover o empobrecimento do solo, uma vez que a combustão nunca é completa e gera, além de água, dióxido de carbono e calor (COSTA, 2009).

Segundo Lima (2006) a produtividade de alguns ecossistemas é incrementada com a disponibilidade de nutrientes, como fósforo, com aumento de 77,1% no índice de diversidade Shannon-Wiener no solo sob efeitos de incêndio. O mesmo autor observou decréscimo de 51% no índice de diversidade Shannon-Wiener em solos sob condições de incêndio superficial.

Para Brewen (1994) isto ocorre por que, no solo, os cátions advindos da queima da serrapilheira e das plantas tendem a substituir os íons de hidrogênio após ocorrência de chuvas ocupando o sitio de troca do solo, e aumentando a saturação de bases e o pH dos solos ácidos.

Os nutrientes prontamente disponíveis são facilmente lixiviados com a ação da água, que age de forma livre, já que o solo está desprotegido, podendo ocasionar a perda de 3,3 t/ha ano de solo em cambissolos com declividade elevada (BONO, 2008). A erosão hídrica é um dos principais problemas relacionados ao manejo do solo, contribuindo para o empobrecimento e redução/perda da sustentabilidade dos agroecossistemas, decorrente do arraste do solo, água, nutrientes e carbono orgânico a ela associada (SILVA, 2005).

### 3.1.3 A biota do solo

Segundo Antonioli (2006) a vasta e complexa relação existente entre os seres que habitam o solo, os quais o usam como abrigo e fonte de nutriente para seu desenvolvimento, é uma importante característica do solo, sendo um dos mais complexos habitats dos ecossistemas terrestres. Os processos de um ecossistema são influenciados por uma gama de fatores incluindo clima, vegetação, solo e fauna. Ao interferir na dinâmica da decomposição dos resíduos orgânicos do solo, a fauna edáfica desempenha importante papel na manutenção da cadeia alimentar e do fluxo energético (WRIGHT & COLEMAN, 2000).

A biota do solo pode ser agrupada conforme seu hábito alimentar: animais fitófagos (consumidores de plantas), zoófagos (predadores e parasitóides de outros animais), saprófagos (consumidores de animais e vegetais em decomposição), necrófagos (consumidores de animais e vegetais mortos) e geófagos (alimentam-se de terra). Também pode ser agrupada, segundo Correira & Andrade (1999), de acordo com o tamanho do corpo, em: micro (<0,2 mm), meso (0,2 mm a 2 mm) e macrofauna (>2 mm). Os animais da macrofauna do solo representam quase a totalidade das ordens encontradas, excetuando-se ácaros, colêmbolos, proturos e dipluros (EMBRAPA, 2002).

Acima de 20 mm de diâmetro corporal, os invertebrados do solo passam a pertencer à categoria da megafauna (CORREIRA & ANDRADE, 1999), composta por algumas espécies de oligoquetos, diplópodes, quilópodes e coleópteros (EMBRAPA, 2002). Essas duas categorias têm como principais funções a fragmentação de detritos vegetais e animais da liteira, a predação de outros invertebrados e a modificação da estrutura do solo através da atividade da construção de galerias que alcançam profundidades variáveis no solo, contribuindo diretamente na estruturação do solo (SWIFT *et al.*, 1979 citado por MOÇO, 2005).

A microfauna, composta por protozoários, nematóides, rotíferos, pequenos indivíduos do grupo Collembola, Acarina e outros, atuam, de maneira indireta, na ciclagem de nutrientes, regulando as populações de bactérias e fungos (WARDLE, 1993). Já a mesofauna é constituída pelos grupos Araneida, Acari, Collembola, Hymenoptera, Diptera, Protura, Diplura, Symphyla, Enchytraeidae, Isoptera, Chilopoda, Diplopoda e Mollusca; podendo incluir pequenos indivíduos do grupo Coleoptera. Esta animais são inteiramente dependentes de umidade, movimentando-se nos poros do solo e na interface entre a serapilheira e o solo e desempenham a função da regulação da população microbiana. (SWIFT *et al.*, 1979 citado por CARTER, D. O. *et al.*, 2007).

O volume de poros, a umidade, a ventilação e a temperatura do solo são os fatores abióticos que mais influenciam na ocorrência e na seleção de artrópodes de solo (EMBRAPA, 2002). Em florestas, o solo apresenta espaços amplos na camada superficial orgânica.

Independente da classe ou ordem da fauna do solo há quatro formas de movimentação destes no solo que influem diretamente na sua função ecológica, podendo ser; pela ingestão do solo, que atravessa todo o tubo digestivo e é eliminado na forma de fezes, tendo como resultado a formação de galerias; pela retirada de partículas ou pequenos agregados, como ocorre com os cupins de terra solta e formigas saúvas; pela pressão de perfuração, que é bem observada em diplópodes da subclasse Chilognatha; e por escavação, muito utilizada por artrópodes (HOPKIN & READ, 1992).

### 3.1.4 O fogo e a biota do solo

O entendimento dos processos biológicos dos solos florestais tem se mostrado de grande importância para inferir sobre o grau de maturidade, perturbação ou recuperação a que tais sistemas estão sujeitos, além da influência direta na produtividade das florestas, já que são indispensáveis a ciclagem de nutrientes (REIS *et al.*, 2000).

Entre os integrantes da biota do solo, a mesofauna é um importante indicador biológico que contribui para a manutenção da qualidade do solo na medida em que controlam a decomposição dos resíduos orgânicos e são, principalmente, responsáveis pela fragmentação da serrapilheira e pela agregação das partículas do solo (LIMA *et al.*, 2006).

O estudo do impacto do fogo na biota do solo é de extrema importância devido ao serviço ecológico que estes exercem, sendo alguns deles; decomposição da matéria orgânica, ciclagem de nutrientes e bioturbação, e, indicadora da qualidade do solo. Porém a falta de metodologia padrão, elevado número de espécies, dificuldade de qualificação taxonômica, dificuldade de implantação e condução e algumas espécies não apresentarem descrição taxonômica representam limitações consideráveis ao conduzir este tipo de estudos (LIMA, *et al.*, 2006).

Com o uso do fogo como prática agrícola, além de promover a redução nos teores de magnésio, aumenta a acidez potencial e reduz a cobertura e umidade nas camadas superficiais do solo (HERINGER & JACQUER, 2002), influenciando a

distribuição e frequência da entomofauna, pois são extremamente sujeitos a umidade do solo, e estão mais presentes na parte superficial do solo.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Área de estudo

O presente trabalho foi realizado no município de Alegre, ES, numa propriedade particular, localizada a 3 km do centro comercial do município, sob as coordenadas geográficas de  $-20,78^{\circ}\text{S}$  de latitude e  $-41,53^{\circ}\text{W}$  de longitude, as margens da estrada municipal que liga o município ao distrito do Café. Com uma área total de 19,36 hectares e declividade média de 45% (Figura 1).



Figura 1 - Imagem Google Earth com a localização da propriedade particular onde foi desenvolvido o estudo, no município de Alegre, Espírito Santo.

#### 4.1.1 Histórico da área

Desde 2007 os donos da propriedade mudaram o sistema adotado da produção para práticas conservacionistas de incorporação de material orgânico ao solo, proveniente de esterco bovino, destinando corretamente os excrementos animais da propriedade, sendo aplicado cerca de 44 m<sup>3</sup>/ha e realizado 5 aplicações anuais, distribuídas de forma irregular ao longo do ano.

Esta prática, além da prática de rodízio de área onde os animais pastoreiam, possibilita maiores condições de recuperação natural das pastagens. Sendo 5% da área destinada a produção de cana-de-açúcar para fins da agricultura familiar.

Além do exposto, em 2007 os proprietário começaram a destinar uma área permanente de 10% da área total da propriedade a produção de cana-de-açúcar à ser destinadas a produção de cachaça artesanal. Porém nesta área há prática do uso do fogo.

#### 4.1.2 Condições climáticas.

Segundo o Incaper (2011) Alegre é dividido em seis zonas naturais (Figura 2), tendo sua maior porcentagem (40,8) centrada em terras quentes, acidentadas e com transição bem característica chuvosa/seca. A propriedade estudada pertence a zona 5, caracterizada por temperaturas médias, no período de inverno, mínima de 9,4° C e máxima de 11,8° C, e no período de verão por temperaturas medias mínima de 27,8° C e máxima de 30,7° C .

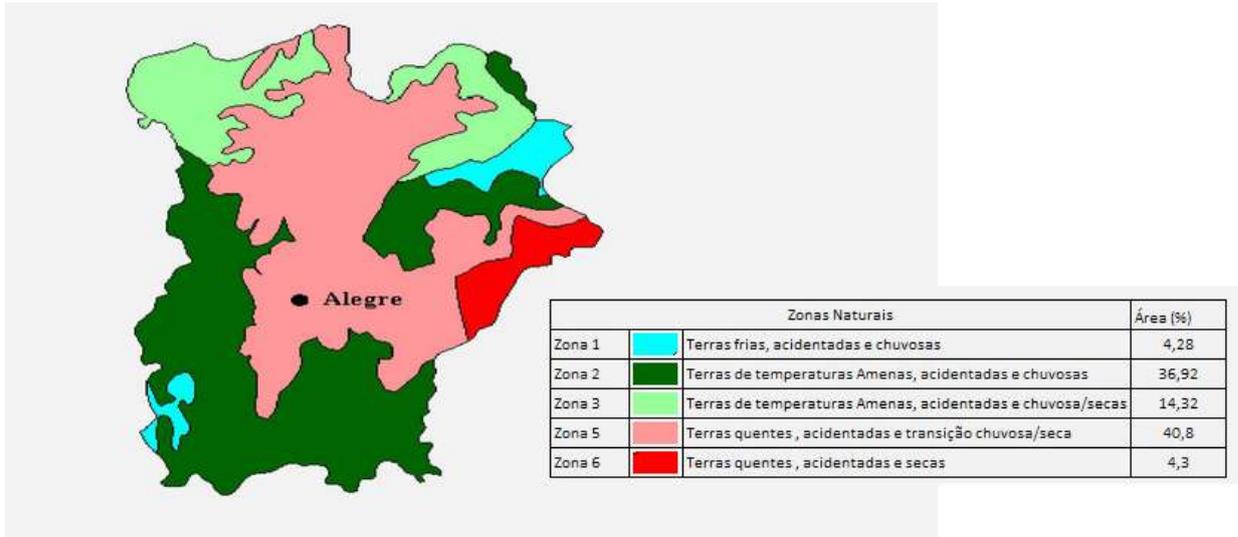


Figura 2. Imagem INCAPER das Zonas Naturais do município de Alegre.

A Figura 3 apresenta os valores de temperatura média mínima e máxima mensal para o município de Alegre para o ano de 2011, onde a média máxima durante o período de estudo foi de 32° C e média mínima de 17° C.

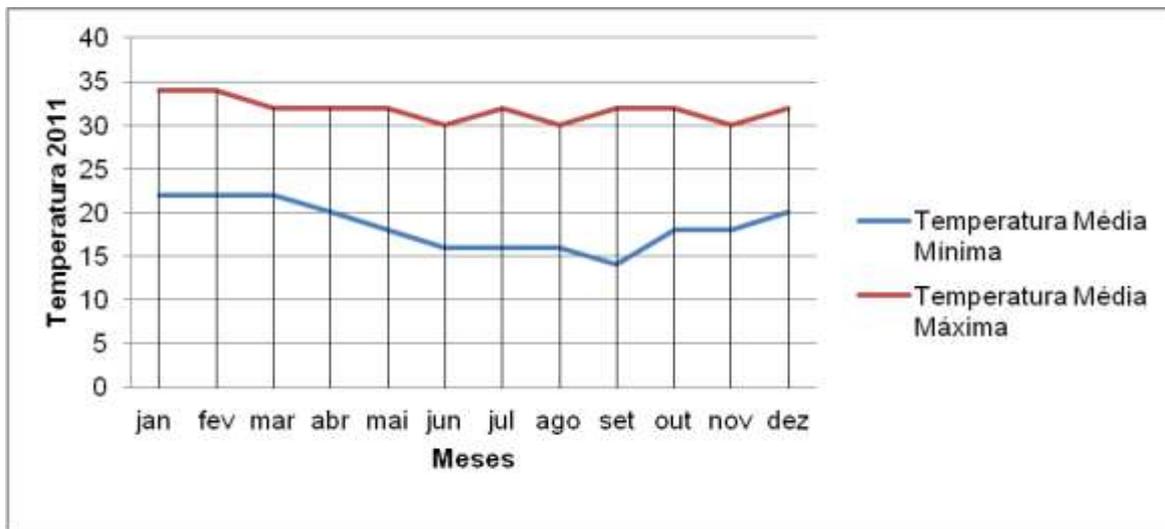


Figura 3. Temperaturas média máxima e mínima mensais para a região de estudo para o ano de 2011, segundo o INCAPER.

A Figura 4 apresenta os valores de precipitação acumulada (mm) para a região onde o estudo foi realizado para o ano de 2011. Durante o período de coleta de dados a precipitação média foi de 149 mm.

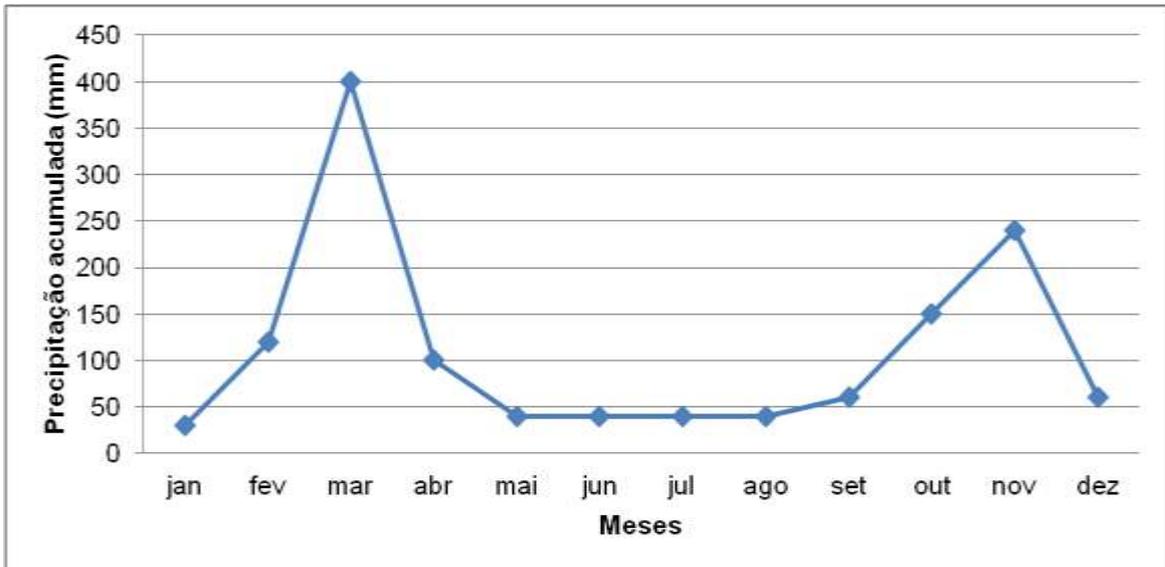


Figura 4. Precipitação pluviométrica acumulada mensalmente para a região onde o estudo foi realizado para o ano de 2011, segundo o INCAPER.

#### 4.1.3 Condições florísticas.

Segundo o Instituto Brasileiro de Florestas (IBF) apenas 13% do território nacional é constituída pelo Bioma Mata Atlântica, sendo grande parte do Estado do Espírito Santo todo incluso neste Bioma. Conforme a Figura 5 apenas 11,08% (INPE, 2011) da totalidade do território do Espírito Santo contém vestígios da Mata Atlântica, protegidas por leis em Unidades de Conservação, Zona de Amortecimento, Área de Preservação Permanente e Reserva Legal.

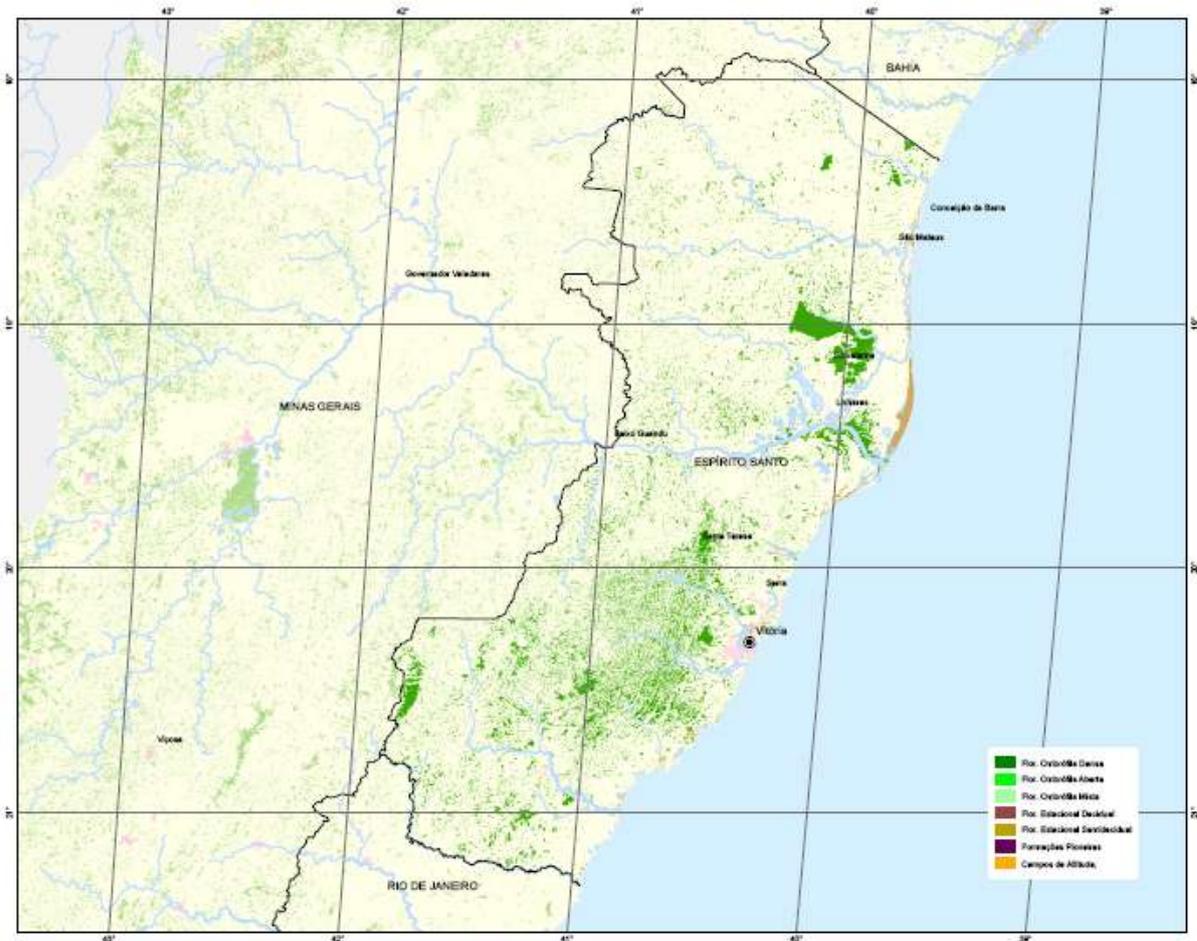


Figura 5. Imagem SOS Mata Atlântica com a distribuição das remanescentes do Bioma Mata Atlântica no Estado do Espírito Santo.

Alegre possui 33% da sua área total coberta por Mata Atlântica, distribuída em Zonas de Amortecimento. Porém na área em que o estudo foi realizado não há nenhum vestígio de fragmento florestal, e nas parcelas do experimento não existe nenhum extrato arbóreo, onde, os únicos exemplares arbóreos estão inseridos nos arredores da casa dos proprietários, não sendo representativo para análise. A Sociedade de Investigações Florestais (SIF) catalogou 12 classes de uso de terra para o estado do Espírito Santo, onde a área em que o estudo foi realizado se enquadra na classe de pastagem, composta por brachiara.

#### 4.1.4 Regime hídrico.

Conforme o Instituto Estadual de Meio Ambiente (IEMA, 2011), o município de Alegre está inserido na Bacia do Rio Itapemirim. Na Figura 6 é possível observar



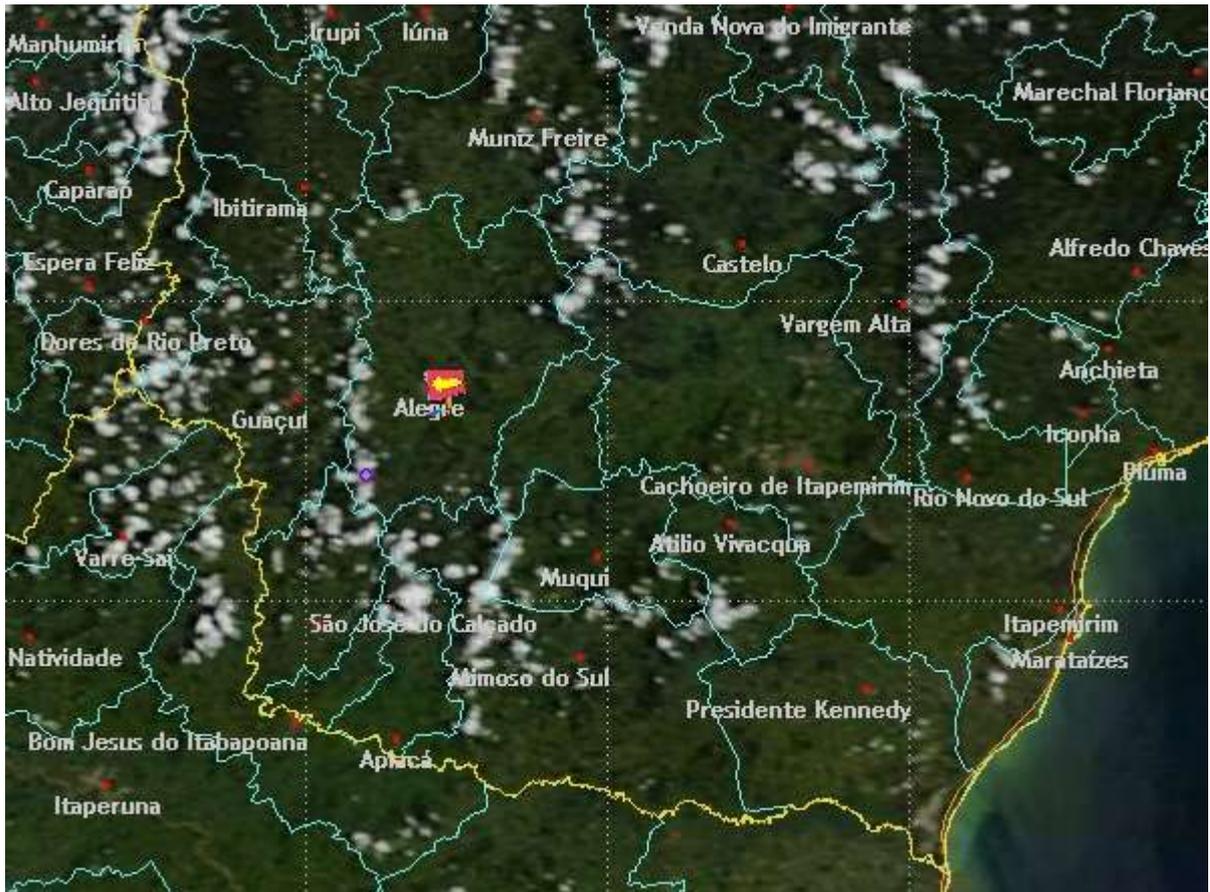


Figura 7. Imagem do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais apresentando os focos de queimadas da área e período em que o estudo foi realizado, e redondezas. Os focos estão representados por ponto vermelho no mapa.

Em relação à propagação do fogo na área de estudo, pela presença de aceiros e a área estar devidamente cercada, caracteriza uma queimada com duração de um dia e intensidade desconhecida.

#### 4.2 Delineamento experimental e instalações das parcelas.

O experimento foi delineado em arranjo de parcelas subdivididas (delineamento de blocos casualizados). A região da propriedade destinada a realização do experimento foi dividida em duas áreas, A e B, onde, respectivamente, com e sem incidência de fogo. Cada área foi dividida em três blocos conforme a posição topográfica, onde; X se refere ao topo do morro, Y a posição intermediária e; Z a base do morro (Figura 8). Cada subparcela, com 0,5 hectares cada, possui 3 repetições (Figura 9).



Figura 8. Representação visual do esquema de parcelamento e subdivisão das parcelas para estudo. Parcela A= com incidência de fogo; B= sem incidência de fogo. Subparcela x= topo; y= intermediário; e z= base.

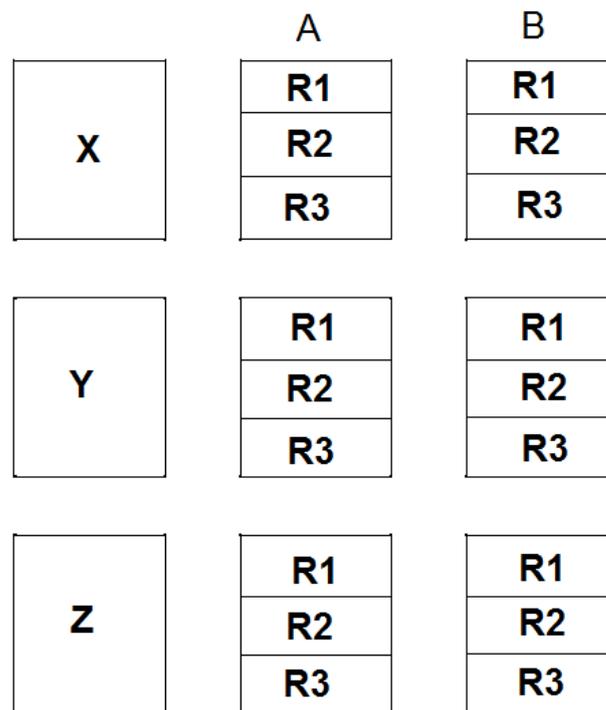


Figura 9. Esquema do delineamento experimental, onde A= área queimada; B= área não queimada; X = topo; Y = intermediário; e Z = base e R = repetição.

### 4.3 Análises química e física do solo.

O solo foi coletado na camada de 0-10 cm de profundidade. Após coletado as amostras de solo, foram preparadas para a caracterização no Laboratório de Física do Solo, do Departamento de Produção Vegetal, da Universidade Federal do Espírito Santo.

Para a caracterização do solo, foram realizadas as análises físicas do solo; densidade do solo, densidade de partículas e porosidade total. Foram determinados os elementos trocáveis e disponíveis.

A densidade do solo foi determinada pelo método do anel volumétrico, onde foram coletados 18 amostras indeformadas, em anéis volumétricos de 100 cm<sup>3</sup>, de acordo com a metodologia descrita por Camargo *et al.* (1986). A densidade de partículas foi analisada pelo método do balão volumétrico (EMBRAPA, 2002). A porosidade total foi determinada através de amostras indeformada saturadas.

Para a determinação dos nutrientes foram coletadas 18 amostras de solo que foram trituradas e homogêneas, e passadas em peneira de 2mm para comporem a terra fina seca ao ar (TFSA). Os elementos trocáveis foram extraídos com a solução de KCl 1 mol L<sup>-1</sup>. Os teores de Ca, Mg e Al trocáveis foram obtidos segundo o método proposto pela EMBRAPA (2002). Os teores de K e P disponíveis foram obtidos com extrator Mehlich, conforme descrito por MELICH, 1984 (apud GATIBONI *et al.*, 2002).

#### 4.4 Análise da entomofauna

A coleta da entomofauna de superfície foi através da confecção e instalação de armadilhas do tipo Provid (Figura 10) (CONCEIÇÃO *et al.*, 2001). As armadilha foram instaladas nas parcelas pelo período de 7 dias, onde posteriormente, em laboratório, os animais observados nas amostras foram identificados e quantificados suas ordens.

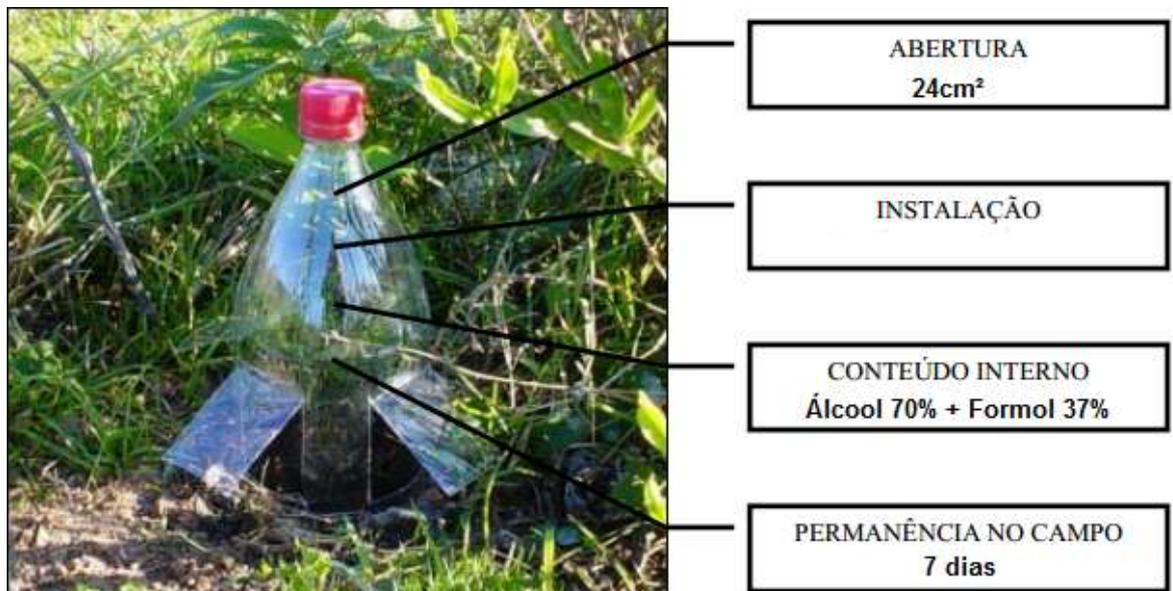


Figura 10. Esquema de armadilha PROVID (PERRANDO, 2008)

Para realizar a análise do impacto do fogo sobre a entomofaunabiota, foram realizadas 3 coletas em momentos distintos. A primeira coleta foi no dia 23/09/2011 - 6 dias após a ocorrência do incêndio e 3 dias após a primeira aplicação de material orgânico, na quantidade de 22 m<sup>3</sup>/ha por subparcela - a segunda coleta, dia 23/10/2011 - 36 dias após a ocorrência do incêndio - e a terceira, dia 25/11/2011 -

68 dias após e 32 dias após a segunda aplicação de material orgânico, seguindo a mesma proporção anterior. Para todas as áreas as coletas foram realizadas simultaneamente.

O material orgânico utilizado é proveniente de esterco bovinos, pois são os mais ricos em fibras. A mistura de esterco, água e urina são colocadas nos tanques e ficam armazenadas de 30 a 120 dias dependendo do planejamento da distribuição do esterco no solo. Esta mistura ajuda a desenvolver organismos que são antagonistas de fungos causadores de doença de solo (EMBRAPA, 2006). Na propriedade em questão, os agricultores utilizam água para limpeza do estábulo, fazendo com que o material orgânico seja manejado na forma líquida para as esterqueiras, onde é armazenado e posteriormente utilizado como adubo orgânico.

No Laboratório de Microscopia do Departamento de Produção Vegetal, da Universidade Federal do Espírito Santo, os organismos capturados com a armadilha Provid passaram pelo processo de triagem com auxílio de lupa estereoscópica (Figura 13), onde foram identificados e armazenados conforme as ordens taxonômicas, sendo contados para a determinação da densidade (Figura 14).

Foram comparados a distribuição dos indivíduos com os tratamentos e períodos de amostragem, assim como após determinado a densidade (ind.M<sup>2</sup>) foram analisadas a relação com os tratamentos e declividades.

Para determinar o efeito dos tratamentos sobre a diversidade das ordens identificadas, foram comparadas as classe com os tratamentos.

As comparações das comunidades coletadas foram realizadas pelo uso do índice de diversidade de Shannon (H), índice de equitabilidade de Pielou (J) (MOÇO et al., 2005) e a riqueza de grupos (número de grupos taxonômicos encontrados).

O índice mais usado para medir a diversidade de uma comunidade é o índice de Shannon - Wiener (1949), pois incorpora tanto a riqueza quanto a equitabilidade. Onde, quanto maior o índice de Shannon-Wiener, maior a diversidade da população de organismos. O índice de Pielou representa a máxima diversidade (MATA NATIVA 3, 2012), ou seja, quanto mais próximo o valor a 1, mais uniformemente as ordens identificadas estarão distribuídas na comunidade.



Figura 11. Processo de triagem realizado no laboratório de microscopia da Universidade Federal do Espírito Santo.



Figura 12. Identificação, separação e contagem dos organismos capturados pela armadilha PROVID, por ordem taxonômica, no laboratório de microscopia da Universidade Federal do Espírito Santo.

O índice de diversidade de Shannon foi determinado pela seguinte equação:

$$H = - \sum p_i \cdot \log p_i$$

Sendo:  $p_i = n_i/N$

$n_i$  = densidade de cada grupo

$N = \sum$  da densidade de todos os grupos.

O índice de diversidade de Pielou foi determinado pela seguinte equação:

$$J = H / \log(S)$$

Sendo:  $H$  = índice de diversidade de Shannon

$S$  = número de grupos

#### 4.5 Estatística

A análise dos dados foi realizada a partir da análise multivariada das variáveis representantes da biologia, química e física do solo, buscando verificar as associações entre essas múltiplas respostas de atributos do solo e a relação com os tratamentos testados.

Após a identificação e interpretação dos padrões de variação conjunta e de interação entre as variáveis. Foram realizadas análises múltiplas para verificar o efeito dos tratamentos sobre respostas agrupadas por categoria de atributos (químicos, físicos e biológicos). Também foram realizadas análises de variância univariadas, para avaliar mais detalhadamente a relação entre as principais variáveis. Foi montada a ANOVA para os parâmetros analisados, onde as médias foram comparadas através do teste de Tuckey, ao nível de significância de 1 e 5%, para determinar se houve ou não efeito significativo dos tratamentos sobre a variável analisada.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Caracterização da área

#### 5.1.1 Características físicas da área

Guariz (2009) identifica no município de Alegre dominância de Latossolo Vermelho-Amarelo, onde, segundo Camargo & Alleoni (1997) atribuem o valor ideal de densidade do solo, para este tipo de solo, entre 1,0 e 1,2 g/cm<sup>3</sup>. Na Tabela 1 são apresentados os valores de densidade e porosidade do solo. Há diferença entre os tratamentos e as diferentes posições topográficas para essas variáveis. Esses dados indicam que as áreas estudadas são heterogêneas quanto às características físicas.

Tabela 1. Valores médios das variáveis: densidade do solo g/cm<sup>3</sup> (DS), densidade de partícula g/cm<sup>3</sup> (DP) e porosidade % (P). O teste de Tukey apresentou diferença significativa à 1 e 5% de probabilidade.

TRATAMENTO	POSIÇÃO								
	TOPO			INTERMEDIÁRIO			BASE		
	DS	DP	P(%)	DS	DP	P(%)	DS	DP	P(%)
ÁREA QUEIMADA	1.93a	2.20a	12.27b	1.96a	2.10a	52.14a	1.07b	2.05a	47.8a
ÁREA NÃO QUEIMADA	1.3b	1.73a	24.85a	1.31b	2.08a	67.02a	1.79a	1.93a	51.48a

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não se diferenciam entre si.

Os valores de densidade dos solos das áreas estudadas se enquadram como solo compactado. Nesta região o manejo da pastagem não segue orientação técnica, o que deve ter proporcionado excessivo pastejo da área e falta de adubação química.

Na determinação da umidade das amostras (Tabela 2) foi constatado que, indiferente do período de coleta, em média, não há diferença significativa entre os tratamentos e posição da paisagem.

Tabela 2. Valores médios da umidade (%).

Tratamento	Período 1			Período 2			Período 3		
	Topo	Interm.	Base	Topo	Interm.	Base	Topo	Interm.	Base
Área Queimada	3.97a	14.58a	9.22a	18.47a	24.00a	20.45b	41.06a	51.98a	48.57a
Área Não Queimada	5.00a	27.67b	14.31a	23.12a	20.95a	31.04a	32.62b	36.02b	45.39a

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não se diferenciam entre si.

A matéria orgânica é o componente de maior importância no desenvolvimento da estrutura e na manutenção de sua estabilidade, incidindo diretamente sobre a maior ou menor susceptibilidade do solo a formação de crostas superficiais (EMBRAPA, 2003). Fato que pode ser associado através da análise dos valores do teor de água observado ao longo do período entre a área com e sem incidência de fogo, agindo na proteção do solo ao impacto das gotas de chuva, sobre o regime de temperatura e umidade do solo e, também, reduzem o escoamento superficial.

Segundo Carvalho *et al.*, (2005) atributos físicos como a densidade e a umidade são indicadores de qualidade do solo, atribuindo como qualidade a capacidade deste em manter a produtividade biológica.

Segundo Medri & Lopes (2001), a prática de queimas manejadas em pastagens degrada o solo por promover o aumento da densidade do solo e a redução da porosidade. Isso pode ser notado ao analisarmos os valores da densidade do solo. O aumento da densidade diminui a velocidade de infiltração da água no solo comprometendo todo o sistema solo-água-cultivo, promovendo a erosão. Segundo Silva (2009) o valor limite para efeito de compactação do solo pelo uso do fogo é de 1,6g/cm<sup>3</sup>.

### 5.1.2 Características químicas da área

O P e o K são nutrientes essenciais ao desenvolvimento das plântulas (Barber, 1984). Na tabela 3 são apresentados os valores médios dos atributos químicos avaliados. Os teores de P e K diferem entre os tratamentos e a declividade.

Tabela 3. Valores médios dos atributos químicos da área.

Tratamento	Posição	pH	(mg/dm <sup>3</sup> )						(cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )					
			P	K	Na	Ca	Mg	AL	H+AL	SB	t	T	V	m
Queimada	Topo	6.83	58.85a	151.67a	5.67	3.38	1.11	0.00	1.87	2.90	2.90	4.77	69.92	0.00
	Interm	6.47	25.04b	166.00b	3.00	2.03	0.93	0.00	2.86	3.40	3.40	6.27	54.48	0.00
	Base	6.48	32.08a	145a	0.00	1.53	0.77	0.00	1.40	2.23	2.23	2.93	50.72	0.00
Não Queimada	Topo	6.02	22.37b	175.67a	7.57	1.19	1.50	0.00	3.44	3.17	3.17	15.88	47.74	0.00
	Interm	6.41	37.49a	243.00a	5.33	1.06	0.98	0.00	2.81	2.68	2.68	5.49	48.57	0.00
	Base	6.36	22.89b	97.67b	3.33	0.79	0.71	0.00	1.57	1.77	1.77	3.34	51.05	0.00

Médias seguidas por mesma letra nas colunas de mesma posição topográfica não se diferem entre si.

Os teores de P e K sofrem efeito dos tratamentos (Tabela 4).

Tabela 4. Valores médios de P e N para cada tratamento.

Tratamento	pH	P	K	Na (mg/dm <sup>3</sup> )	Ca	Mg
Queimada	6.59	116.33a	462.67b	2.89	2.31	0.93
Não Queimada	6.26	82.75b	516.34a	5.41	1.01	1.06

Médias seguidas por mesma letra nas colunas não se diferem entre si.

Percebe-se que o valor médio de P foi distinto entre os tratamentos, onde a diferença da área não queimada em relação a área queimada é superior a 70%. Ocorre resultado semelhante para o K, com cerca de 90% de diferença entre a área não queimada à área queimada. Durante a queimada alguns nutrientes como o Ca, Mg e o K entram em suspensão no ar sob a forma de micropartículas de cinzas, constituindo a parte visível da fumaça (COUTINHO, 2007), podendo acarretar perda desses elementos no ambiente. Cerca de 90% do N presente na fitomassa é volatizado, retornando à atmosfera como gás (COUTINHO, 2007). Segundo Wardle (1993) isso pode ocorrer devido à baixa qualidade nutricional do material orgânico adicionado ao solo.

## 5.2 Análise da entomofauna.

### 5.2.1 Densidade de organismos

A análise estatística dos dados indicou que para cada tratamento e o período de coleta avaliados ocorreu efeito significativo referente à interação com a quantidade e distribuição dos indivíduos ( $F=0,000134$ ,  $p<0,05$ ). A quantidade de indivíduos decaiu no terceiro período de coleta de dados na área intermediária e base do morro (Figura 13).

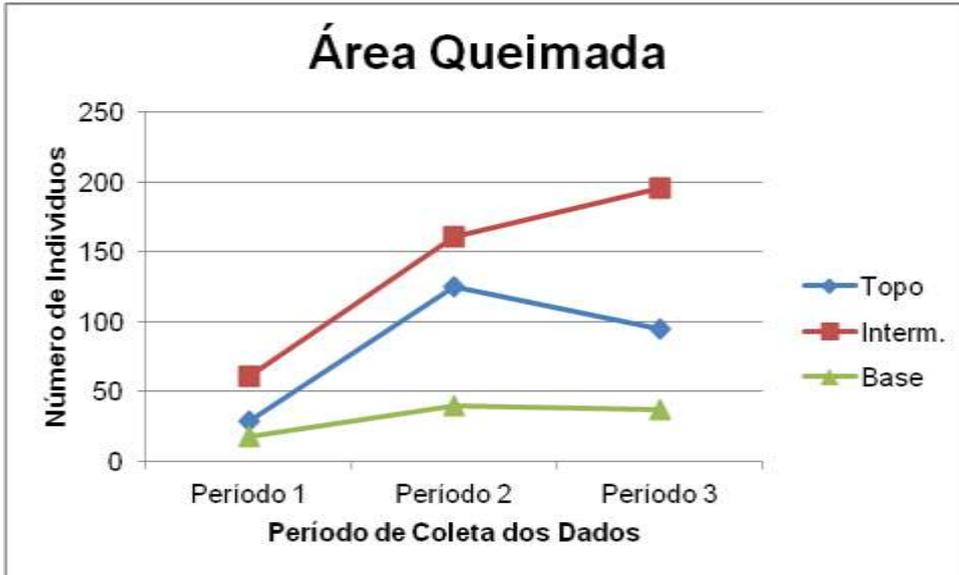


Figura 13. Gráfico referente a taxa de crescimento da quantidade e distribuição da entomofauna ao longo do período de coleta de dados na área queimada em cada posição topográfica.

Porém na área sem incidência de fogo a quantidade de indivíduos da entomofauna cresceu na área intermediária do morro no terceiro período de coleta em contraponto a área queimada, enquanto que na mesma época, a área do topo e base houve queda acentuada (Figura 14). Coy (1996) constatou aumento no número de invertebrados, após a queima. Relacionando este fato devido o aumento de microartrópodes como ácaros (ordem Acarina) e colêmbolos (ordem Collembola).

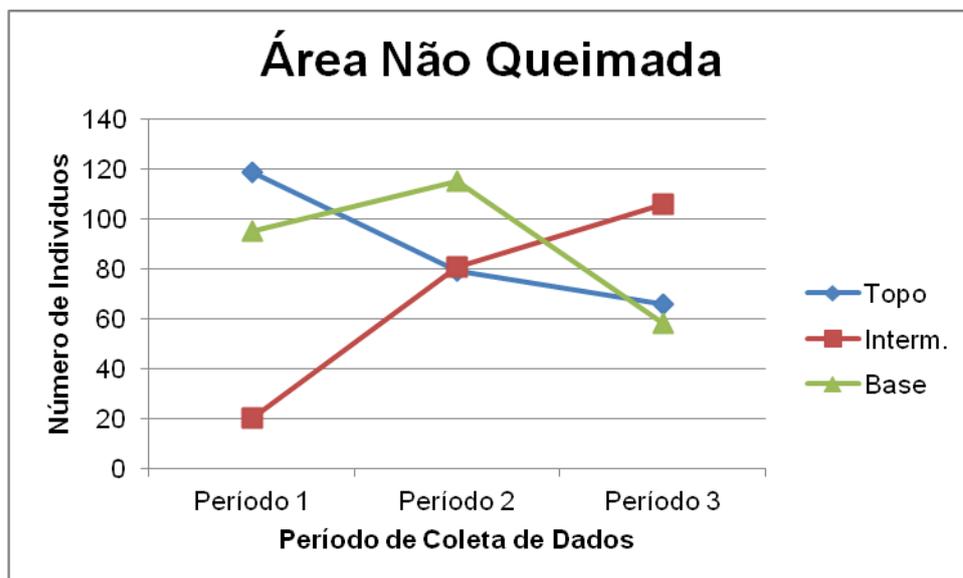


Figura 14. Gráfico referente a taxa de crescimento da quantidade e distribuição da entomofauna ao longo do período de coleta de dados na área queimada em cada posição topográfica.

Quando avaliados a média da distribuição de indivíduos em cada declividade em cada tratamento, a análise estatística indicou que há interação significativa entre

os tratamentos ( $F=0,00068$ ,  $p < 0,05$ ) entre os tratamentos e a densidade dos organismos em cada declividade (Figura 15). Os resultados demonstram que há interação da declividade com os fatores abióticos. Se observarmos o gráfico de precipitação pluviométrica durante o período de coleta de dados (Figura 4) notamos que foi um período com ocorrência de chuvas intensas. Os dados apontam que, devido à declividade ser superior nas áreas topográficas intermediária e base, o material superficial foi facilmente erodido interferindo na resposta da entomofauna ao manejo adotado na área de aplicação de matérias orgânica.

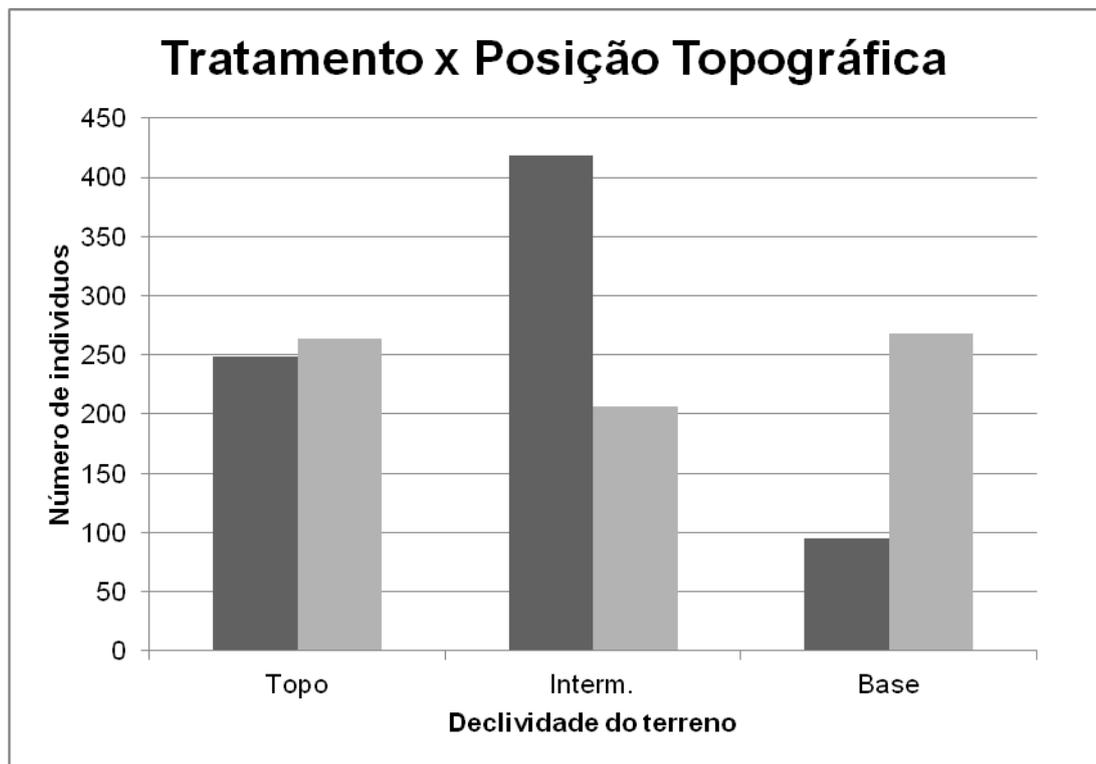


Figura 15. Número de indivíduos para cada tratamento nas diferentes declividades.

Quando analisado se havia correlação entre os tratamentos e a quantidade, em média, de indivíduos da entomofauna verificou-se que há diferença significativa ( $F=0,00134$ ,  $p < 0,01$ ) (Figura 16).

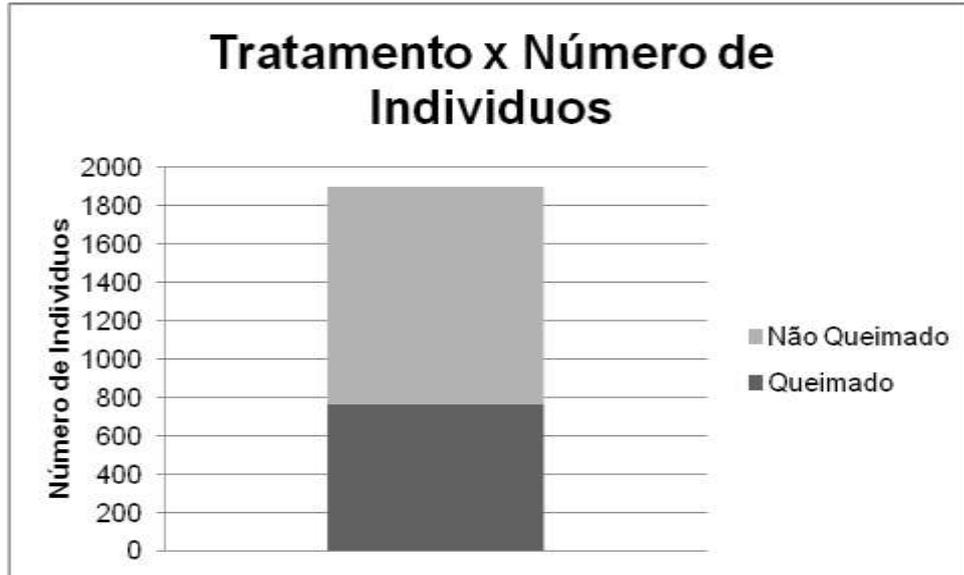


Figura 16. Média de número de indivíduos por tratamento ao longo do período de coleta.

Segundo Silva (2009) a entomofauna não está respondendo a adoção de matéria orgânica no solo. Possivelmente pela baixa qualidade nutricional do material orgânico no solo que afeta a disponibilidade de alimento aos organismos (WARDLE, 1993).

Os valores de densidade variaram de 713 ind.m<sup>2</sup> para a área queimada e 737 ind.m<sup>2</sup> para a área não queimada (Tabela 5). Porém, os organismos encontrados no presente trabalho foram concentrados em poucas ordens.

Tabela 5. Densidade Média Total de cada ordem e densidade média Total para cada tratamento.

Ordem	Densidade (ind. M <sup>2</sup> )	
	Área Queimada	Área Não Queimada
BLATTODEA	1a	1a
COLEOPTERA	137a	82b
DERMAPTERA	1a	0b
GASTROPODA	1a	0b
HEMIPTERA	4b	41a
HYMENOPTERA	515a	547a
IMATUROS	6a	6a
ISOPTERA	4b	10a
LEPIDOPTERO	30a	0b
ORTHOPTERA	14b	50a
<b>Total</b>	<b>713a</b>	<b>737a</b>

Médias seguidas da mesma letra nas linhas não se diferem entre si.

Os indivíduos enquadrados como “imatuross”, representa os indivíduos que estavam em fase de desenvolvimento pouco avançado, inviabilizando a classificação, devido a ausência de conhecimento e dificuldade de acesso a informações. Esses organismos representam 0,84% na área queimada e 0,81% na área não queimada, do total de indivíduos coletados.

Wikars e Schimmel (2001), em estudo sobre a influência da severidade do fogo sobre a fauna do solo, constataram que logo após a queima ocorre redução no número de táxons exceto uma ordem; os coleópteros. Este fato foi atribuído pelos autores pela grande mobilidade no solo.

Nos solos de ambos os tratamentos e nos três períodos de coleta, houve predominância da ordem Hymenoptera. Segundo Correira & Andrade (1999) quanto mais diversa for a cobertura vegetal, maior será a heterogeneidade da serapilheira, que apresentará maior diversidade das comunidades de fauna. Collet (2003) desenvolveu estudo a longo prazo que indicou, aparentemente, não haver nenhum efeito do fogo sobre atividade da fauna a curto e longo prazo, primeiramente devido a atividade do grupo dos táxons Acarina e Formicidae.

De maneira geral, o tratamento com queimada apresentou valores superiores de densidade da fauna edáfica e maior riqueza de grupos taxonômicos. Isso pode ser associado a dois fatores; ao se efetuar a queimada ocorre o

afugentamento e morte dos organismos, atraindo outros organismos predadores como os Coleopteros, Hemipteras e Orthopteras. Outro fator é que após a queimada foi manejado a adoção de matéria orgânica nas áreas de queimada, atraindo insetos com perfil não predatórios.

### 5.2.2 Abundância relativa de organismos

Através da abundância relativa de organismos pode-se perceber que, em relação ao número total de organismos coletados para os dois tratamentos, a ordem Hymenoptera teve maior representatividade, com 72% dos indivíduos na área queimada e 74% na área não queimada (Tabela 6).

Tabela 6. Abundância Relativa de cada ordem da macrofauna em relação ao valor de densidade total.

Ordem	Abundância Relativa (%)	
	Área Queimada	Área Não Queimada
BLATTODEA	0.14	0.14
COLEOPTERA	19.21	11.13
DERMAPTERA	0.14	0.00
GASTROPODA	0.14	0.00
HEMIPTERA	0.56	5.56
HYMENOPTERA	72.23	74.22
IMATUROS	0.84	0.81
ISOPTERA	0.56	1.36
LEPIDOPTERO	4.21	0.00
ORTHOPTERA	1.96	6.68
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>

Segundo Fowler (1998), durante etapas de sucessão vegetacional ocorre aumento no número de Hymenopteras, pois em estágios iniciais os organismos da família Formicidae são dominantes, o que diminui a diversidade. Porém com as modificações microclimáticas ocorre o estabelecimento de outras espécies.

A diversidade de indivíduos da ordem Hymenoptera, assim como organismos de outras ordens aumenta com a complexidade estrutural do habitat. Os principais fatores que influenciam esse aumento são: a diversidade de sítios de nidificação, a quantidade de alimento disponível, a área forragem e a interação competitiva entre as espécies (LEAL & LOPES, 1992).

O segundo grupo mais abundante foi pertencentes a ordem Coleoptera, coletados em ambos os tratamentos. Alguns insetos pertencentes a essa ordem são classificados como praga florestal

### 5.2.3 Riqueza, índice de Shannon (h) e índice de Pielou (j).

Os valores de Riqueza (número de grupos taxonômicos) dos tratamentos apresentaram diferença estatística ( $F= 0,000002$ ,  $p< 0,01$ ). Foi encontrado um total de 9 grupos na área queimada e 6 grupos na área não queimada (Apêndice), em que ambos os tratamentos foram diferentes, sendo a área queimada com o maior valor de riqueza (Tabela 7). Não foram considerados para base de cálculo os imaturos.

Tabela 7 – Valores de riqueza, índice de Shannon, índice de equitabilidade de Pielou e as ordens taxonômicas encontradas nos tratamentos.

TRATAMENTOS	RIQUEZA	SHANNON	PIELOU	ORDENS
ÁREA QUEIMADA	9a	0.358	0.375	BLATTODEA, COLEOPTERA, DERMAPTERA, GASTROPODA, HEMIPTERA, HYMENOPTERA, ISOPTERA, LEPIDOPTERO e ORTHOPTERA
ÁREA NÃO QUEIMADA	6b	0.397	0.510	BLATTODEA, COLEOPTERA, HEMIPTERA, HYMENOPTERA, ISOPTERA e ORTHOPTERA

Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna não se diferem entre si.

A análise de variância para o Índice de Shannon ( $F= 0,037171$ ,  $p= 0,0013$ ) e para o Índice de Equitabilidade de Pielou ( $F= 0,19416$ ,  $p= 0,0013$ ) indicou que não houve diferenças significativas entre os tratamentos. Os baixos valores encontrados para o índice de equitabilidade de Pielou é um indicativo de que houve a predominância de grupos taxonômicos dentro dos tratamentos, confirmando o que foi observado previamente, no tópico abundância relativa, que mostra a abundância das ordens Hymenoptera.

A área queimada apresenta uma superioridade de 5,35% em relação a área não queimada no Índice de Shannon. Apesar de não expressivo a diferença, indica que a área queimada apresentou maior diversidade de entomofauna.

Segundo Lavelle (1989), a diversidade da fauna edáfica esta relacionada com a grande variedade de recursos e microhabitats que o sistema solo-

serrapilheira oferece, com uma mistura de fases aquáticas e aéreas altamente compartimentalizadas.

A complexidade ecológica das comunidades do solo é bem observada através da riqueza dos grupos em que os organismos taxonômicos edáficos estão contidos. O uso do fogo tem efeitos negativos drásticos sobre as populações de animais do solo (ANDRADE, 2000). Porém este fato não foi observado no experimento, isto pode ser justificado pelo manejo de adoção de matéria orgânica na área em que ocorreu a queima, já que a fauna do solo é intimamente associada aos processos de decomposição e ciclagem de nutrientes, e pela quantidade de imaturos não identificados.

## **6. CONCLUSÕES**

Tanto sistemas com uso do fogo como em sistemas de pastagem, sem o manejo animal adequado, comprometem a distribuição da fauna edáfica em relação a diversidade, devido ao comprometimento das condições físicas do solo.

O manejo de adoção de matéria orgânica no solo aumenta a disponibilidade de alimento, promovendo o aumento de indivíduos da fauna do solo, minimizando o impacto do fogo sobre a entomofauna.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGENCIA BRASIL. Disponível em < <http://painelflorestal.com.br/noticias/incendio-florestal/13905/incendio-destroi-3-mil-hectares-da-patagonia-argentina>>, Acesso em: 16/01/2012.
- ANDRADE, L. B. O Uso da fauna edáfica como bio-indicadora de modificações ambientais em áreas degradadas. **Tese (graduação em Ecologia)**. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.
- ANTONIOLLI, Z. I.; et al. Método alternativo para estudar a fauna do solo. **Ciência Florestal**. Santa Maria, v. 16, n. 4, p. 407-417. Outubro, 2006.
- ARTAXO, P. et al. Large-scale source apportionment in Amazonia. **Journal of Geophysical Research**, v. 103, n. D24, p. 31.837-31.847. 1998.
- ARTAXO, P. et al. Química atmosférica na Amazônia: a floresta e as emissões de queimadas controlando a composição da atmosférica amazônica. **Acta Amazônica**, v. 35, n.2, p. 185-196. 2005.
- BARBER, S. A. Soil nutrient bioavailability: a mechanist approach. **New York**, 1984.
- BARBOSA, R.I.; FEARNSTIDE, P.M. 1999. Incêndios na Amazônia brasileira: estimativa da emissão de gases do efeito estufa pela queima de diferentes ecossistemas de Roraima na passagem do evento “El Niño” (1997/98). **Acta Amazônica** 29: 513–534.
- BONO, J. A. M.; CURI, N.; FERREIRA, M. M., EVANGELISTA, A. R.; CARVALHO, M. M.; SILVA, M. L. N. Cobertura vegetal e perdas do solo por erosão em diversos sistemas de melhoramento de pastagem nativa. **Artículo Científico**. Pasturas Tropicales, v. 18, n. 2, 2009.
- BREWEN, R. The Science of Ecology. Saunder College Publishing, Orlando. N. 2, p. 790, 1994.
- Comunidade Técnica. **EMBRAPA**, n. 62. Brasil, 2002.

- CAMARGO, O. A.; ALLEONI, L. R. F. Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas. **ESALQ**. Piracicaba, SP. 1997.
- CARTER, D. O.; YELLOWLEES, D.; TIBBETT, M. **Cadaver decomposition in terrestrial ecosystems**. Naturwissen Schafte, 2007.
- CARVALHO-E-SILVA, A.M.P.T. & S.P. CARVALHO-E-SILVA. 2005. New species of the *Hyla albofrenata* group, from the States of Rio de Janeiro and São Paulo, Brazil. **Journal of Herpetology**, v. 39. p. 73-81.
- COLLET, N. Short and long-term effects of prescribed fires in autumn and spring on surface-active arthropods in dry sclerophyl eucalypt forests of Victoria. **Forest Ecology and Management**, v. 182, n. 1-3, p. 117-138, 2003.
- CONCEIÇÃO, P.C.; BOCK, V.; PORT, O. et al. Avaliação de um método alternativo a armadilha de Tretzel para coleta de fauna edáfica. In: **Congresso Brasileiro de Ciências do Solo**, v. 28, p. 210. Londrina, PR, 2001.
- CORREIA, M.E.F. & ANDRADE, A.G. Formação de serapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G.A. & CAMARGO, F.A.O., eds. Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. **Genesis**, v. 1, p. 197-225. Porto Alegre, RS. 1999. p.
- COSTA, M. R. G. F. **Uso do fogo em pastagens naturais**. UFC. Fortaleza, Ceara. 2009.
- COUTINHO, L. M. Aspectos do Cerrado. Disponível em: <[http://ecologia.ib.usp.br/cerrado/aspectos\\_vegetacao.htm](http://ecologia.ib.usp.br/cerrado/aspectos_vegetacao.htm)>. Acessado em: 09/05/2012.
- COY, R. The impact of fire on soil invertebrates in *E. regnans* forest at Powelltown, Victoria. In: **Fire and biodiversity**. The effects and effectiveness of fire management. 1996. Disponível em: <[www.deh.gov.au/biodiversity/publications/series/paper8/](http://www.deh.gov.au/biodiversity/publications/series/paper8/)>. Acesso em: 09/10/2012.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo**. rev. Atual, v. 2, p. 212. Rio de Janeiro, 2002.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Macrofauna do Solo em Capoeiras Naturais e Enriquecidas com Leguminosas Arbóreas. **Comunicado Técnico**, n62. Belém, PA. 2002.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Sistema de Produção. **Rev. Eletrônica**. Brasil, 2003.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Práticas Agrícolas. **Adubação Orgânica**, n. 1. Pelotas, RS. 2006.

FIEDLER, N. C.; MEDEIROS, M. B. Plano de prevenção e combate aos incêndios florestais no Parque Nacional da Serra da Canastra. In: **Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Canastra**. IBAMA. Brasília, 2002.

FIEDLER, N. C., et al. Efeito de incêndios florestais na estrutura e composição florística de uma área de cerrado sensu stricto na fazenda Água Limpa-DF. **Revista Árvore**, v. 28, p. 129-138. Viçosa, 2004.

GATIBONI, L. C.; KAMINSKI, J.; RHEINHEIMER, D. S.; SAGGIN, A.; Quantificação do fósforo disponível por extrações sucessivas com diferentes extratores em latossolo vermelho distroférrico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 2002.

GOMES, A. C; MINEO, M. F.; VASCONCELOS, H. L.; Efeito do fogo na araneofauna de serrapilheira do cerrado. In: **Congresso de Ecologia do Brasil**, 8, Caxambu, 2007. Anais. Uberlândia: Instituto de Biologia, 2007.

GUARIZ, H. R., et al. Variação de umidade e da densidade do solo sob diferentes coberturas vegetais. In: **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 14, Natal, 2009. Anais. INPE, 2009.

GUEDES, D. M. **Resistência das árvores do cerrado ao fogo: papel da casca como isolante térmico**. 1993. 113 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 1993.

ICHOKU, C.; KAUFMAN, Y. J. A method to derive smoke emission rates from MODIS fire radiative energy measurements. **IEEE Trans. on Geosc. & Rem. Sens.**, v. 43, n. 11, p. 2636-2649, 2005.

HERINGER, I.; JACQUES, A.V.A. Acumulação de forragem e material morto em pastagem nativa sob distintas alternativas de manejo em relação às queimadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.599-604, 2002.

HOPKIN, S. P.; READ, H. J. The biology of millipedes. **New York: Oxford University Press**, p. 233.1992.

Instituto Brasileiro de Florestas –IBF. Bioma Mata Atlântica. Disponível em: <<http://www.ibflorestas.org.br/pt/bioma-mata-atlantica.html>>. Acessado em: 19/01/2011.

Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural – INCAPER. Meteorologia e Recursos Hídricos. Disponível em: <<http://hidrometeorologia.incaper.es.gov.br/?pagina=carac>>. Acessado em: 19/01/2012.

Instituto Estadual do Meio Ambiente – IEMA. Mapas. Disponível em: <<http://www.meioambiente.es.gov.br/default.asp>>. Acessado em: 10/01/2012.

Instituto Jones dos Santos Neves – IJSN. Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. **IBGE**. Brasil, 2009.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Queimadas: Monitoramento de Focos, Brasil. Disponível em: <<http://sigma.cptec.inpe.br/queimadas>>. Acessado em 18/01/2012.

LANDIM, M. F.; HAY, J. D. Impacto do fogo sobre alguns aspectos da biologia reprodutiva de *Kielmeyera coriácea* Mart. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 56, n. 1, 127-134, 1995.

LAVELLE, P. & PASHANASI, P. **Soil macrofauna and land management in peruvian Amazônia**. Pedobiologia, Jena, v. 33, p. 283-290, 1989.

LEAL, I. R.; LOPES, B. C. Estrutura das comunidades de formigas de solo e vegetação no Morro da Lagoa da Conceição, Ilha de Santa Catarina (SC). **Biotemas**, v. 5, p. 107-122. Brasil, 1992.

LIMA, A. A., et al.. Influência do uso do fogo na população de artrópodes em áreas sob pouso. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Brasil, v.1, n.1. Nov, 2006.

MATA NATIVA 3. Interpretação dos índices de diversidade obtidos em levantamento fitossociológico. Disponível em: < <http://www.matanativa.com.br/br/blog-do-inventario-florestal/entry/interpretacao-dos-indices-de-diversidade-obtidos-em-levantamento-fitossociologico> > Acessado em 04/10/2012.

MEDRI, I.M.; LOPES, J. Scarabaeidae (Coleoptera) do Parque Estadual Mata dos Godoy e da área de pastagem, no norte do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.18, n.1, p.135-141, 2001.

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. Brasil: **Boletim Informativo da SBCS**, 2009.

MOÇO, M. K. S.; GAMA-RODRIGUES, E. F. ; GAMA-RODRIGUES, A. C.; CORREIA, M. E. F. Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região norte Fluminense. Brasil: Viçosa. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol.29 n.4, 2005.

NEPSTAD, D. et al. Road paving, fire regime feedbacks, and the future of Amazon Forests. **Forest Ecology & Management**, v.154, p.395-407, 2001.

PEREIRA, G., et al. Modelagem das estimativas dos fluxos de gases traços e de aerossóis liberados na queima de biomassa por Sensoriamento Remoto. In: **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 14, Natal, 2009. Anais. INPE, 2009.

PERRANDO, E. R. Caracterização física e biológica do solo após aplicação de herbicida em plantios de Acácia-negra (*Acacia mearnsii* de Wild.) no Rio Grande do Sul. **Tese de Doutorado**. UFSM. Santa Maria, RS. 2008.

REIS, L. L.; CAMPELLO, E. F. C.; FRANCO, A. A. Atividade microbiana de um planossolo sob plantio de leguminosas arbóreas utilizadas em na recuperação de áreas degradadas em comparação ao eucalipto e vegetação espontânea. IN: **Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas – Silvicultura Ambiental**. Anais. Blumenau, SC, 2000.

SHANNON, C.E. & WEAVER, W., 1949. The Mathematical Theory of Communication. Urbana, p. 117. **University of Illinois Press**, 1949.

SILVA, A. M., et al. Perdas de solo, água, nutrientes e carbono orgânico em Cambissolo e Latossolo sob chuva natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n.12, p 1223-1230. Brasília, 2005.

SILVA, C. F.; PEREIRA, M. G.; CORREIA, M. E. F., SILVA, E. M. R. Fauna edáfica em áreas de agricultura tradicional no entorno do Parque Estadual da Serra do Mar em Ubatuba (SP). **Revista Ciências Agrárias**, n. 52, p. 107-115. Belém, 2009.

SILVA, D. M. M. H. **Macrofauna edáfica, biomassa microbiana e qualidade do solo em área cultivada no cerrado amapaense com e sem uso do fogo e adubação alternativa**. 2009. p67. Tese (mestrado em biodiversidade tropical), Universidade Federal do Amapá. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária: Macapá, AP, 2009.

SOARES, R.V. I Forum Nacional sobre Incêndios Florestais, **Anais** p.6-10, 1995.

WARDLE, D.A. Changes in the microbial biomass and metabolic quotient during leaf litter succession in some New Zealand forest and scrubland ecosystem. **Funct. Ecol.**, 7:346-355, 1993.

WIKARS, L.; SCHIMMEL, J. Immediate effects of fire-severity on soil invertebrates in cut and uncut pine forests. **Forest Ecology and Management**, v. 141, n. 3, p. 189-200, 2001.

WRIGHT, C.J.; COLEMAN, D.C. Cross-site comparison of soil microbial biomass, soil nutrient status, and nematode trophic groups. **Pedobiologia**, n. 44, p. 2-23, 2000.

## **APÊNCIDE A**

**APÊNDICE A** – Organismos da biota do solo identificados em ecossistema de Mata Atlântica no Espírito Santo:

- A- Orthoptera;
- B- Arachnidia;
- C- Hemiptera;
- D- Oligochaeta;
- E- Anphibia;
- F- Gastropoda;
- G- Hymenoptera;
- H- Coleoptera;
- I- Blastodea.

