

CAROLINE TEIXEIRA MARÇAL

EFEITOS DA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR E SEU MANEJO (USO DE
VINHAÇA E MÉTODO DE COLHEITA) SOBRE A MESOFAUNA DO SOLO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Área de Concentração em Química e Biologia do Solo e Nutrição de Plantas, Departamento de Solos, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciência do Solo.

Orientador: Prof. Dr. George Gardner Brown
Co-orientador: Prof. Dr. Jair Alves Dionísio

CURITIBA

2009

Marçal, Caroline Teixeira

Efeitos da cultura da cana-de-açúcar e seu manejo (uso de vinhaça e método de colheita) sobre a mesofauna do solo / Caroline Teixeira Marçal. – Curitiba, 2010.

112 f. : il.

Orientador: George Gardner Brown

Co-orientador: Jair Alves Dionísio

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, 2009

1. Cana-de-açúcar – Solos – Manejo. 2. Biologia do solo.
I. Brown, George Gardner. II. Dionísio, Jair Alves.
III. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias.
Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo. IV. Título

CDU 631.4



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE SOLOS E ENGENHARIA AGRÍCOLA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO(MESTRADO)
Rua dos Funcionários, 1540-Curitiba/PR-80035-050-Fone/Fax 41-3350-5648
Página: www.pgcsolo.agrarias.ufpr.br/
E-mail: pgcsolo@ufpr.br


PARECER

Os Membros da Comissão Examinadora, designados pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado, apresentada pela candidata **CAROLINE TEIXEIRA MARÇAL**, sob o título: "**Efeitos da cultura da cana-de-açúcar e seu manejo (uso de vinhaça e método de colheita) sobre a mesofauna do solo**", requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciência do Solo – Área de Concentração: Química e Biologia do Solo e Nutrição de Plantas, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, após haverem analisado o referido trabalho e argüido a candidata, são de Parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Dissertação, completando assim, os requisitos necessários para receber o diploma de **Mestre em Ciência do Solo - Área de Concentração: "Química e Biologia do Solo e Nutrição de Plantas"**.

Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, em Curitiba, 26 de agosto de 2009.


Eng.º Agr.º. Dr. George Gardner Brown, Presidente.


Prof.ª. Dr.ª. Maria Aparecida Cassilha Zawadneak, I.ª. Examinadora.


Prof. Dr. Klaus Dieter Sautter, II.º. Examinador.



Aos meus pais, Hilário e Vera, e ao meu amor, Luiz, por toda força e amor, dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me dar forças e conduzir minha jornada;

À minha família, em especial aos meus pais pelo amor, compreensão, paciência e incentivo;

Ao meu amor, amigo e companheiro, Luiz, sem o qual não teria feito o mestrado, pelo amor, carinho, dedicação, compreensão, apoio e ajuda nas coletas e análises;

Ao Programa de Pós Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal do Paraná pela oportunidade de realização do curso;

À Usina Alto Alegre Açúcar e Álcool S. A., Unidade Junqueira, pelo apoio financeiro, permissão para realização do trabalho, bem como a cessão de funcionários para ajuda nas coletas de campo;

A todo o pessoal da Unidade Junqueira que colaborou com as informações necessárias, em especial ao Chico Leite e Nair, bem como aos trabalhadores rurais que nos ajudaram a campo, sem os quais as coletas seriam inviáveis;

Ao Professor Doutor George Gardner Brown pela orientação e confiança;

Ao Professor Doutor Jair Alves Dionísio pelo incentivo ao estudo da mesofauna;

Ao Professor Doutor Edelclaiton Daros pela facilitação do contato com a Usina Alto Alegre e pelo incentivo ao estudo da cultura da cana-de-açúcar;

Ao Professor Doutor Paulo José de Sousa, da Universidade de Coimbra, Portugal, pelos seus ensinamentos sobre a análise multivariada de dados;

À Professora Doutora Maria Aparecida Cassilha Zawadneak e ao Professor Doutor Klaus Dieter Sautter por aceitarem o convite de fazer parte da banca de defesa;

Às laboratoristas “Dona Elda” e “Dona Cleusa”, pela ajuda com materiais e equipamentos;

Aos meus amigos e colegas pelas palavras de ânimo e pela convivência;

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização deste trabalho.

“A ciência está longe de conhecer o mundo de uma maneira perfeita e adequada; ela tem, no entanto, a pretensão legítima de descobrir para nós, em parte, a natureza e as suas leis.”

Jovielt

RESUMO

A preocupação com os efeitos das mudanças climáticas tem forçado os países a procurarem soluções para a redução do consumo de combustíveis fósseis. Neste contexto, a cana-de-açúcar se apresenta como uma das grandes fontes de energia renovável no Brasil. Contudo, o aumento da área cultivada e alguns manejos realizados na cultura canavieira, como a queima da palhada e geração de resíduos como a vinhaça, podem causar sérios impactos ambientais. A fauna edáfica pode ser utilizada como bioindicadora da qualidade do solo, para entender as variações físicas, químicas e biológicas de ecossistemas, e com isso contribuir para o desenvolvimento de alternativas de manejo que sejam, ao mesmo tempo, produtivas e conservacionistas do ponto de vista ambiental. Este estudo teve por objetivo avaliar os impactos da cultura da cana-de-açúcar e seu manejo (método de colheita, com e sem uso de fogo, e aplicação ou não de vinhaça), sobre a mesofauna edáfica no município de Colorado - Paraná. Para uma melhor compreensão dos efeitos dos tratamentos, uma área de fragmento de vegetação nativa (floresta subtropical perenifólia) foi utilizada como controle para a comparação de dados. Cada tratamento foi composto por três parcelas, cada uma com uma área de 400 m² (20 m x 20 m), em um delineamento inteiramente casualizado. De cada parcela foram retiradas cinco repetições. As coletas foram realizadas nos meses de janeiro, março, maio, julho, setembro e novembro do ano de 2008. Fez-se uso da análise multivariada, para avaliação das diferenças da comunidade da mesofauna nos tratamentos, utilizando-se a Análise de Componentes Principais (ACP). Para verificar a correlação dos organismos com variáveis ambientais (parâmetros da fertilidade) utilizou-se a Análise de Correspondência Canônica (ACC). Os indivíduos foram classificados em Classe, Subclasse e Ordem. A abundância total e de cada grupo e os índices de diversidade (Shannon, Pielou e Riqueza), bem como dados de cobertura e umidade de solo, foram comparados através do teste Duncan a 5%. A manutenção da palhada favoreceu a densidade da mesofauna edáfica. A vinhaça não teve efeitos diretos sobre a mesofauna. Comparados à mata, os tratamentos com cana-de-açúcar sem palha tiveram menor diversidade (Shannon, Pielou e Riqueza) e densidade de organismos.

Palavras-chave: Mesofauna edáfica. Análise multivariada. Índices de diversidade. *Saccharum officinarum*.

ABSTRACT

Global concern on the effects of climate change has forced countries to seek solutions to reduce fossil fuel. In this context, sugar cane presents itself as a major source of renewable energy in Brazil. However, the increase in cultivated area and some management in sugar cane cultivation, such as the burning of trash and waste generation practices, can cause serious environmental impacts. The soil fauna can be used as bioindicators of soil quality, the physical, chemical and biological variations of ecosystems and, contribute to the development of management alternatives that are both productive and conservative from an environmental standpoint. This study evaluated the impacts of sugar cane cultivation and management (method harvest, with and without the use of fire, and application to vinasse) on the soil mesofauna in Colorado – Paraná. For a better understanding of the effects of treatments, an area of native vegetation remnant (subtropical forest) was used to control data comparison. Each treatment was composed of 3 parts, each with an area of 400 m² (20 m x 20 m) in a completely randomized design. The samples were collected in January, March, May, July, September and November of 2008. Multivariate analysis was used to evaluate treatment different on the mesofauna communities through Principal Component Analysis (PCA). To verify the correlation of organisms with environmental variables (parameters of fertility) was performed a Canonical Correlation Analysis (CCA). Individuals were classified into classes, subclasses, order and number. Diversity indices (Shannon, Pielou and wealth), and data coverage and moisture of soil, were compared by Duncan test at 5%. The retention of stubble favored the density of soil mesofauna. The stillage no had direct effects on mesofauna. Compared to the forest, the treatments with sugar cane without straw had lower diversity (Shannon, Pielou and richness) and density of organisms.

Key words: Soil mesofauna. Multivariate analysis. Diversity indices. *Saccharum officinarum*.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DO MUNICÍPIO DE COLORADO, ESTADO DO PARANÁ.....	36
FIGURA 2 – ÁREA REFERENTE AO SETOR A, LOTE 01, CONTENDO OS TRATAMENTOS COM VINHAÇA, COM E SEM PALHA, NO ESTUDO DA MESOFAUNA EDÁFICA EM ÁREAS DE CANA-DE-AÇÚCAR PERTENCENTES À USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, NO ANO DE 2008.....	39
FIGURA 3 – ÁREA REFERENTE AO SETOR C, LOTE 30, CONTENDO OS TRATAMENTOS SEM VINHAÇA, COM E SEM PALHA, NO ESTUDO DA MESOFAUNA EDÁFICA EM ÁREAS DE CANA-DE-AÇÚCAR PERTENCENTES À USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, NO ANO DE 2008.....	40
FIGURA 4 – ÁREA REFERENTE AO SETOR E, LOTE 22, CONTENDO A MATA NATIVA, NO ESTUDO DA MESOFAUNA EDÁFICA EM ÁREAS PERTENCENTES À USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, NO ANO DE 2008.....	41
FIGURA 5 – VISTA DOS TRATAMENTOS DAS ÁREAS COM O CULTIVO DA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR COM VINHAÇA, COM (a) E SEM PALHA (b); SEM VINHAÇA, COM (c) E SEM PALHA (d) E DA ÁREA DE MATA NATIVA (e), NO ESTUDO DA MESOFAUNA EDÁFICA EM ÁREAS PERTENCENTES À USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, EM JANEIRO DE 2008.....	42
FIGURA 6 – TRIÂNGULO PARA GRUPAMENTO DE CLASSES DE TEXTURA DE SOLOS.....	45
FIGURA 7 – COLETA (a) E ARMAZENAGEM DO SOLO EM ISOPOR (b), BALANÇA DE PRECISÃO (c) E ESTUFA (d), UTILIZADAS NA DETERMINAÇÃO DA UMIDADE DO SOLO DAS ÁREAS EXPERIMENTAIS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, NO ANO DE 2008.....	46
FIGURA 8 – DIMENSÕES DO GABARITO DE MADEIRA UTILIZADO NA COLETA (a) E SECAGEM EM ESTUFA (b) DA COBERTURA DE SOLO DAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, NO ANO DE 2008.....	47

FIGURA 9 – COLETA, EXTRAÇÃO, QUANTIFICAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA MESOFAUNA EDÁFICA DAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, NO ANO DE 2008: (a) FUNIL DE BERLESE-TÜLLGREN MODIFICADO UTILIZADO NA COLETA; (b) DIMENSÃO DO FUNIL DE BERLESE-TÜLLGREN MODIFICADO; (c) FUNIL DE BERLESE-TÜLLGREN MODIFICADO ENSACADO PARA EVITAR PERDA DE SOLO; (d) SALA DE EXTRAÇÃO DA MESOFAUNA EDÁFICA; (e) POTE COLETOR DA MESOFAUNA CONTENDO ÁLCOOL 70% + GLICERINA; (f) QUANTIFICAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA MESOFAUNA COM AUXÍLIO DA LUPA.....	50
FIGURA 10 – TEMPERATURA MÉDIA MENSAL (°C) E PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA (mm), REFERENTES AO PERÍODO DE DEZEMBRO DE 2007 A DEZEMBRO DE 2008 E SÉRIE HISTÓRICA DE PRECIPITAÇÃO (1975 A 2007) DAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR	52
FIGURA 11 – VARIAÇÃO DA COBERTURA DE SOLO (t.ha ⁻¹) NAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, AO LONGO DE SEIS ÉPOCAS AMOSTRAIS NO ANO DE 2008	54
FIGURA 12 – ALGUNS REPRESENTANTES DA MESOFAUNA ENCONTRADOS NO ESTUDO REALIZADO NAS ÁREAS PERTENCENTES À USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, NO ANO DE 2008: (a) ACARI ACARIFORME; (b) ACARI PARASITIFORME; (c) PSEUDOSCORPIONES; (d) COLLEMBOLA ARTHROPLEONA; (e) COLLEMBOLA SYMPHYPLEONA; (f) SYMPHYLA; (g) ENCHYTRAEIDAE; (h) DIPLURA; (i) CHILOPODA; (j) HYMENOPTERA - FORMIGA	60
FIGURA 13 – FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE ACARI ACARIFORME NAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, AO LONGO DO ANO DE 2008.....	67
FIGURA 14 – FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE ACARI PARASITIFORME NAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, AO LONGO DO ANO DE 2008.....	68
FIGURA 15 – FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE COLLEMBOLA ARTHROPLEONA NAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, AO LONGO DO ANO DE 2008	69

FIGURA 16 – FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE COLLEMBOLA SYMPHYPLEONA NAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, AO LONGO DO ANO DE 2008	70
FIGURA 17 – FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE DIPLURA NAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, AO LONGO DO ANO DE 2008	71
FIGURA 18 – FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE DIPTERA NAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, AO LONGO DO ANO DE 2008.....	71
FIGURA 19 – FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE HYMENOPTERA – FORMIGA NAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, AO LONGO DO ANO DE 2008	72
FIGURA 20 – FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE PROTURA NAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, AO LONGO DO ANO DE 2008	73
FIGURA 21 – FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE PSEUDOSCORPIONES NAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, AO LONGO DO ANO DE 2008	74
FIGURA 22 – FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE SYMPHYLA NAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, AO LONGO DO ANO DE 2008	74
FIGURA 23 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS ENTRE OS TRATAMENTOS ESTUDADOS E OS GRUPOS DE ORGANISMOS DA MESOFAUNA EDÁFICA PRESENTES NAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, REFERENTE AO MÊS DE JANEIRO DO ANO DE 2008	82
FIGURA 24 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS ENTRE OS TRATAMENTOS ESTUDADOS E OS GRUPOS DE ORGANISMOS DA MESOFAUNA EDÁFICA PRESENTES NAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, REFERENTE AO MÊS DE MARÇO DO ANO DE 2008	83
FIGURA 25 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS ENTRE OS TRATAMENTOS ESTUDADOS E OS GRUPOS DE ORGANISMOS DA MESOFAUNA EDÁFICA PRESENTES NAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, REFERENTE AO MÊS DE MAIO DO ANO DE 2008	85

FIGURA 26 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS ENTRE OS TRATAMENTOS ESTUDADOS E OS GRUPOS DE ORGANISMOS DA MESOFAUNA EDÁFICA PRESENTES NAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, REFERENTE AO MÊS DE JULHO DO ANO DE 2008.....	86
FIGURA 27 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS ENTRE OS TRATAMENTOS ESTUDADOS E OS GRUPOS DE ORGANISMOS DA MESOFAUNA EDÁFICA PRESENTES NAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, REFERENTE AO MÊS DE SETEMBRO DO ANO DE 2008.....	88
FIGURA 28 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS ENTRE OS TRATAMENTOS ESTUDADOS E OS GRUPOS DE ORGANISMOS DA MESOFAUNA EDÁFICA PRESENTES NAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, REFERENTE AO MÊS DE NOVEMBRO DO ANO DE 2008.....	89
FIGURA 29 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS ANUAL ENTRE OS TRATAMENTOS ESTUDADOS E OS GRUPOS DE ORGANISMOS DA MESOFAUNA EDÁFICA PRESENTES NAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, REFERENTE AO ANO DE 2008	91
FIGURA 30 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS ANUAL ENTRE OS PARÂMETROS DE SOLO E OS TRATAMENTOS ESTUDADOS NAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, REFERENTE AO ANO DE 2008	93
FIGURA 31 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA ANÁLISE DE CORRESPONDÊNCIA CANÔNICA ANUAL ENTRE AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS E OS GRUPOS DE ORGANISMOS DA MESOFAUNA EDÁFICA PRESENTES NAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, REFERENTE AO ANO DE 2008.....	94

LISTA DE QUADROS

- QUADRO 1 – DESCRIÇÃO, LOCALIZAÇÃO, TAMANHO DAS ÁREAS, TIPO DE SOLO E SIGLAS DOS TRATAMENTOS UTILIZADOS NO ESTUDO DA MESOFAUNA EDÁFICA NAS ÁREAS ESTUDADAS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, NO ANO DE 2008..... 38
- QUADRO 2 – VALORES FÍSICO-QUÍMICOS MÉDIOS DA VINHAÇA APLICADA NAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE NO ANO DE 2007, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR..... 43

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – GRANULOMETRIA DOS SOLOS DOS TRATAMENTOS DAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, NO ANO DE 2008.....	53
TABELA 2 – UMIDADE (%) DO SOLO DOS TRATAMENTOS NAS SEIS ÉPOCAS AMOSTRAIS, DAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, NO ANO DE 2008	53
TABELA 3 – RESULTADO DA CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA MÉDIA DO SOLO, ADVINDA DE SEIS REPETIÇÕES, NA PROFUNDIDADE DE 0 – 5 CM, DAS ÁREAS PERTENCENTES À USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, NO ANO DE 2008.....	56
TABELA 4 – NÚMERO ABSOLUTO DE ORGANISMOS EDÁFICOS ENCONTRADOS NOS MESES AMOSTRADOS NAS ÁREAS PERTENCENTES À USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, NO ANO DE 2008.....	58
TABELA 5 – DENSIDADE (ind.m ⁻²) DOS GRUPOS TAXONÔMICOS DA MESOFAUNA ENCONTRADOS NAS ÁREAS PERTENCENTES À USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, NO MÊS DE JANEIRO DO ANO DE 2008	61
TABELA 6 – DENSIDADE (ind.m ⁻²) DOS GRUPOS TAXONÔMICOS DA MESOFAUNA ENCONTRADOS NAS ÁREAS PERTENCENTES À USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, NO MÊS DE MARÇO DO ANO DE 2008	62
TABELA 7 – DENSIDADE (ind.m ⁻²) DOS GRUPOS TAXONÔMICOS DA MESOFAUNA ENCONTRADOS NAS ÁREAS PERTENCENTES À USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, NO MÊS DE MAIO DO ANO DE 2008	63
TABELA 8 – DENSIDADE (ind.m ⁻²) DOS GRUPOS TAXONÔMICOS DA MESOFAUNA ENCONTRADOS NAS ÁREAS PERTENCENTES À USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, NO MÊS DE JULHO DO ANO DE 2008.....	64
TABELA 9 – DENSIDADE (ind.m ⁻²) DOS GRUPOS TAXONÔMICOS DA MESOFAUNA ENCONTRADOS NAS ÁREAS PERTENCENTES À USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, NO MÊS DE SETEMBRO DO ANO DE 2008	65

TABELA 10 – DENSIDADE (ind.m ⁻²) DOS GRUPOS TAXONÔMICOS DA MESOFAUNA ENCONTRADOS NAS ÁREAS PERTENCENTES À USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, NO MÊS DE NOVEMBRO DO ANO DE 2008.....	66
TABELA 11 – DENSIDADE TOTAL (ind.m ⁻²) DA MESOFAUNA ENCONTRADA NAS ÁREAS PERTENCENTES À USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, NO ANO DE 2008	76
TABELA 12 – ÍNDICES DE DIVERSIDADE DE SHANNON DA MESOFAUNA ENCONTRADA NAS ÁREAS PERTENCENTES À USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, NO ANO DE 2008.....	77
TABELA 13 – ÍNDICES DE EQUITABILIDADE DE PIELOU DA MESOFAUNA ENCONTRADA NAS ÁREAS PERTENCENTES À USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, NO ANO DE 2008.....	79
TABELA 14 – RIQUEZA DA MESOFAUNA ENCONTRADA NAS ÁREAS PERTENCENTES À USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, NO ANO DE 2008.....	80

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
2 REVISÃO DE LITERATURA	21
2.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR (<i>Saccharum officinarum</i> L.)	21
2.2 PANORAMA DA PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR NO BRASIL E NO PARANÁ.....	23
2.3 ASPECTOS LEGAIS	24
2.3.1 Uso da vinhaça.....	24
2.3.2 Queima da cana	25
2.4 FAUNA EDÁFICA.....	25
2.4.1 Mesofauna.....	27
2.5 RELAÇÃO ENTRE AS PRÁTICAS DE MANEJO DA CANA-DE-AÇÚCAR E A FAUNA EDÁFICA	28
2.6 ÍNDICES DE DIVERSIDADE.....	30
2.6.1 Riqueza (S)	32
2.6.2 Índice de Shannon (H').....	32
2.6.3 Índice de Pielou (e)	33
2.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA MULTIVARIADA.....	33
3 MATERIAL E MÉTODOS	36
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	36
3.1.1 Clima	37
3.1.2 Geomorfologia e vegetação	37
3.1.3 Solo	37
3.2 ÁREAS DE ESTUDO E TRATAMENTOS	38
3.3 MANEJO DAS LAVOURAS DE CANA-DE-AÇÚCAR DA USINA ALTO ALEGRE.....	43
3.4 AMOSTRAGENS	44

3.4.1 Caracterização física do solo	45
3.4.1.1 Análise granulométrica	45
3.4.1.2 Análise da umidade	46
3.4.2 Quantificação da cobertura do solo	47
3.4.3 Caracterização química do solo	48
3.4.4 Coleta, extração, quantificação e identificação da mesofauna edáfica	48
3.5 PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS	51
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
4.1 PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA E TEMPERATURAS MÉDIAS DURANTE O ESTUDO	52
4.2 GRANULOMETRIA DOS SOLOS DO ESTUDO	53
4.3 UMIDADE DOS SOLOS DO ESTUDO.....	53
4.4 COBERTURA DO SOLO DAS ÁREAS DO ESTUDO	54
4.5 CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DOS SOLOS DO ESTUDO	54
4.6 GRUPOS DE ORGANISMOS EDÁFICOS ENCONTRADOS NAS ÁREAS DE ESTUDO	57
4.7 DENSIDADE DOS GRUPOS TAXONÔMICOS EM CADA COLETA.....	61
4.7.1 Flutuação populacional de acordo com a época de coleta.....	66
4.8 CONSEQUÊNCIAS DO MANEJO SOBRE AS POPULAÇÕES E DIVERSIDADE DA MESOFAUNA	75
4.8.1 Efeito à densidade total	75
4.8.2 Efeito ao índice de diversidade de Shannon	76
4.8.3 Efeito ao índice de equitabilidade de Pielou.....	78
4.8.4 Efeito à riqueza	79
4.9 ASSOCIAÇÃO DOS GRUPOS DA MESOFAUNA AOS TRATAMENTOS ESTUDADOS	80
4.10 RELAÇÃO DOS PARÂMETROS DE SOLO AO MANEJO.....	91
5 CONCLUSÕES	95

REFERÊNCIAS.....	96
ANEXOS.....	112

1 INTRODUÇÃO

A crescente preocupação da sociedade mundial com o meio ambiente vem gerando pressão sobre o uso de combustíveis fósseis, responsáveis pela emissão de gases poluentes na atmosfera. Vários países estão buscando reduzir ao máximo o uso desses combustíveis, seja pela substituição do produto ou pela adição de outros combustíveis para diminuir a carga poluidora. Atualmente, a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) é uma das melhores opções dentre as fontes de energia renováveis, apresentando grande importância no cenário agrícola brasileiro e um futuro promissor no cenário mundial. Isso, porque a cana-de-açúcar, sendo uma cultura com via fotossintética C4, apresenta como principal característica, uma alta eficiência na fixação do dióxido de carbono (CO₂) do ar, o que permite que a produção do álcool retorne menos CO₂ à atmosfera pela sua combustão, ao contrário de combustíveis fósseis. Esta característica faz com que o uso do álcool como combustível não contribua para o aumento do efeito estufa (BODDEY; DÖBEREINER, 1995).

A produção de cana-de-açúcar tem sido muito incrementada no Brasil para a fabricação de açúcar, mas principalmente para obtenção de álcool, ao mesmo tempo em que aumenta a área plantada. Esse aumento gera uma gama de questões a serem respondidas na cultura da cana-de-açúcar. Entre elas, está a sustentabilidade da produção e os impactos ambientais causados pela queima da palha (ALVAREZ; CASTRO, 1999). Do ponto de vista econômico, a queima representa um acréscimo em rendimentos no total de açúcar e álcool produzido, considerando principalmente o ganho por tonelada de cana cortada manualmente. Por outro lado, ambientalistas defendem que a palha constitui, dentro do sistema de produção da cultura, uma importante contribuição para a manutenção da fertilidade do solo (propriedades químicas, físicas, biológicas e ecológicas) e da cultura. Almeida Filho (1995) afirma que a queima prévia ao corte dos canaviais tem causado uma série de inconvenientes ambientais, em particular à entomofauna associada a esta cultura. De acordo com Gassen (2000), um dos fatores letais à população de organismos da fauna edáfica é a exposição do solo à radiação solar, resultando na elevação da temperatura edáfica. Além disso, o preparo do solo e a ausência de proteção

superficial também afetam a população de invertebrados do solo (ANDERSON *et al.*, 1985).

Outro fator importante na cultura da cana-de-açúcar é o uso da vinhaça produzida pela safra canavieira. O que antes havia sido um problema nas destilarias de álcool, passou a ser um grande sucesso econômico quando aplicado na lavoura, devido à sua riqueza em potássio, matéria orgânica e teor de água. A aplicação de vinhaça ao solo, realizada durante toda a safra através da fertirrigação, afeta diversas propriedades físico-químicas do solo importantes para a vida dos animais e organismos edáficos (SANTOS, 2004). Mesmo com os efeitos benéficos da vinhaça no solo, a não observação das dosagens ideais de aplicação de vinhaça (que variam segundo o tipo de solo e segundo as variedades de cana), conduz a efeitos indesejáveis, como o comprometimento da qualidade da cana para produção de açúcar, poluição do lençol freático e até para a salinização do solo, como mostram os estudos realizados por Centurión *et al.* (1989) e também por Pinto (1999).

Segundo Correia (2002) pode-se usar a fauna edáfica como bioindicadora da qualidade do solo e para avaliar o impacto do manejo e de variações nas propriedades físicas, químicas e biológicas dos ecossistemas. Estes estudos podem contribuir na seleção de alternativas de manejo que sejam ao mesmo tempo produtivas e conservacionistas do ponto de vista ambiental. O monitoramento de bioindicadores, com o objetivo de avaliar a sustentabilidade de um sistema, permite avançar de forma efetiva em direção a mudanças consistentes na tentativa de solucionar alguns problemas ambientais.

Lebrun e Stork (1997) relatam que a fauna assegura o controle da produção vegetal e a moderação dos ciclos nos compartimentos vivos (estabelecimento das cadeias alimentares), exercendo um controle qualitativo no meio, e que os papéis conjuntos exercidos pelos microrganismos e fauna convergem para um mesmo objetivo, a reciclagem da matéria desde as formas orgânicas até as inorgânicas reutilizadas pelos vegetais.

Portanto, podem-se apresentar as hipóteses de que:

- a mata nativa apresenta maior densidade e diversidade de grupos da mesofauna em relação aos tratamentos com cana-de-açúcar;
- entre os tratamentos, a manutenção da palhada da cana e adição de vinhaça ao solo, confere uma maior diversidade e densidade de indivíduos

pertencentes à mesofauna edáfica, comparando-se com áreas sob influência do fogo e a ausência de vinhaça.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar os impactos da cana-de-açúcar e seu manejo (método de colheita (com e sem queima da palhada) e aplicação ou não de vinhaça) sobre a mesofauna do solo.

Além disso, buscou-se:

- a) verificar a correlação da mesofauna do solo aos tratamentos estudados;
- b) avaliar a densidade, a diversidade, a riqueza e a equitabilidade da mesofauna encontrada na cultura da cana-de-açúcar e os efeitos provocados pelos tratamentos sobre esses parâmetros;
- c) estabelecer a relação entre o manejo das áreas cultivadas com cana-de-açúcar (com e sem queima e com e sem aplicação de vinhaça) e os parâmetros químicos do solo (pH, matéria orgânica, P, K, Ca, Mg, Al, S, Cu, Fe, Zn, Mn e B) bem como com a umidade e a cobertura de solo;
- d) avaliar o efeito da cultura de cana-de-açúcar sobre a mesofauna do solo em comparação com um sistema de vegetação nativa.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum officinarum* L.)

A cana-de-açúcar pertence à família *Poaceae* (*Gramineae*) e sua origem geográfica é atribuída ao Sudoeste Asiático, Java, Nova Guiné e à Índia. Inicialmente foi cultivada a espécie *Saccharum officinarum* L. e, com o passar do tempo, as cultivares desta espécie sofreram problemas de doenças e de adaptação ecológica, e foram substituídas pelos híbridos interespecíficos do gênero *Saccharum* (IAC, 1998).

De acordo com Rodrigues (1995) a cana é cultivada numa ampla faixa de latitude, desde cerca de 35°N a 30°S, e em altitudes que variam desde o nível do mar até 1.000 metros, em cerca de 79 países.

Possui um sistema radicular diferenciado em relação à exploração das camadas mais profundas do solo, quando comparado com o sistema radicular das demais culturas, principalmente as anuais. Por ser uma cultura semiperene e com ciclo de cinco a sete anos, o seu sistema radicular se desenvolve em maior profundidade e assim passa a ter uma estreita relação com o pH, a saturação por bases, a porcentagem de alumínio e os teores de cálcio nas camadas mais profundas do solo. Estes fatores, por sua vez, estão correlacionados com a produtividade alcançada, principalmente em solos de baixa fertilidade e com menor capacidade de retenção de umidade (STAUT, 2006).

Devido à sua rusticidade, a cana-de-açúcar apresenta alta capacidade de adaptação às diferentes condições de solo. Entretanto, deve ser evitado o plantio em solos rasos, com profundidade menor que um metro, solos mal drenados, que têm grande tendência de encharcamento, solos excessivamente argilosos, solos excessivamente arenosos e com baixa retenção de água e onde os nutrientes são facilmente lixiviados. Também não é recomendável plantio em solos cuja declividade seja maior que 15% (SEBRAE, 2007).

A importância social e econômica da cana-de-açúcar se mostra principalmente na produção de álcool (para uso combustível, farmacêutico, etc.) e

açúcar, bem como na geração de empregos diretos e indiretos, sendo utilizada também na produção de caldo de cana, melaço, rapadura, aguardente e forragem para alimentação animal (SEBRAE, 2007).

O tipo de colheita da cana-de-açúcar pode influenciar a produção e longevidade da cultura, os atributos físicos, químicos e biológicos do solo, o meio ambiente e a saúde pública. A prática de queima dos canaviais é geralmente adotada nas diversas regiões canavieiras do Brasil e do mundo com o objetivo de facilitar as operações de corte e carregamento. Entretanto, tal prática está associada a impactos ambientais negativos, tais como elevadas emissões de gases à atmosfera devida à queima, que normalmente antecede a colheita, a degradação dos solos e a poluição de mananciais e centros urbanos (SPAROVECK *et al.*, 1997). Já no sistema de colheita mecanizada (sem queima), as folhas, bainhas, ponteiro, além de quantidade variável de pedaços de colmo são cortados, triturados e lançados sobre a superfície do solo, formando uma cobertura de resíduo vegetal (*mulch*) denominada palha ou palhada. Nesse sistema, busca-se a redução da erosão e o aumento do teor de matéria orgânica (SOUZA *et al.*, 2005a).

A aplicação de vinhaça na lavoura canavieira é uma prática adotada por todas as usinas, onde a maior vantagem do seu emprego é que ela pode substituir grande parte dos nutrientes da adubação mineral (PENATTI *et al.*, 1988), sendo frequentemente utilizada nas áreas canavieiras como meio para correção do solo, principalmente para potássio, o qual é encontrado em grande concentração (VOLL, 2005).

Segundo Rosado *et al.* (2008), a vinhaça é o principal subproduto da fermentação do álcool de cana-de-açúcar, sendo produzida, em média, na proporção de 13 litros de vinhaça para um litro de álcool. Ela é caracterizada como efluente de destilarias com alto poder poluente, pois possui uma demanda química de oxigênio muito alta, o que constitui uma fonte de contaminação de águas superficiais, dos lençóis de água e do ambiente. Contudo, apresenta alto valor fertilizante, pois possui altos teores de matéria orgânica, basicamente sob a forma de ácidos orgânicos e, em menor quantidade, cátions como o potássio, cálcio e magnésio, sendo que sua riqueza nutricional está ligada à origem do mosto. Além dos macronutrientes, a vinhaça apresenta em sua composição quantidades significativas de cobre, manganês, boro e ferro (CANELLAS *et al.*, 2003), promovendo, após sua aplicação, acréscimo considerável dos mesmos ao solo. Sua

composição é bastante variável e depende da matéria-prima usada, do tipo de destilado a ser obtido e do tipo de fermentação empregada. Os sistemas utilizados atualmente para a fertirrigação de vinhaça na lavoura canavieira são: por gravidade, através de caminhão tanque, por aspersão ou por gotejamento (SOUZA, 2007).

2.2 PANORAMA DA PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR NO BRASIL E NO PARANÁ

O levantamento da produção nacional de cana-de-açúcar, da safra 2007/08, indicou a colheita de 549,9 milhões de toneladas do produto, o que correspondeu a um aumento de 10,6% em relação à safra anterior. O número foi considerado recorde pela terceira safra consecutiva. Do total da colheita, 223,5 milhões foram destinados à fabricação de açúcar, 251,6 milhões para a indústria do álcool hidratado e 74,8 milhões para outros setores como a cachaça, alimentação animal, rapadura e semente. A área cultivada, que aumentou 13%, passando de 6,2 milhões para 7 milhões de hectares, resultou da ocupação de áreas degradadas ou em processo de degradação. O maior produtor, com 58% da colheita é São Paulo. Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Goiás, Mato Grosso e Paraná também são destaques no aumento da área cultivada (RIBAS, 2007).

Já no Paraná, a Superintendência Regional da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), no primeiro levantamento para avaliar a safra 2007/2008 de cana-de-açúcar, efetuado no período de 7 a 11 de maio de 2007, apurou um crescimento na produção desta lavoura, em relação à safra passada, na ordem de 32,14%. Na produção desta safra, estimada a maior da história do Estado, foram utilizados 514.171 hectares de área. Assim, em relação à área anterior, houve um incremento de 27,46%, visto que para o plantio daquela foram empregados 403.388 hectares de terra. Dos 110.783 hectares a serem incorporados no plantio da nova safra, 67% foram utilizados na expansão da lavoura e 23% em sua renovação. Quanto à produtividade média, esta chegou a 83,34 t.ha⁻¹, que correspondeu em um incremento de 3,7% em relação à safra 2006/2007 (DIAS, 2007).

2.3 ASPECTOS LEGAIS

2.3.1 Uso da vinhaça

A vinhaça é um subproduto da destilação alcoólica, sendo constituída principalmente de água, sais sólidos em suspensão e solúveis, e é utilizada na lavoura como fertilizante (NASCIMENTO, 2007).

No Estado de São Paulo a Norma Técnica P4.231, de 11 de março de 2005, da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB, dispõe sobre os Critérios e Procedimentos para Aplicação de Vinhaça no Solo Agrícola. A norma impõe às usinas e destilarias que produzem vinhaça a apresentação de um Plano Anual de Fertirrigação, com uma série de exigências de procedimentos para aplicação aos solos, com base na Legislação Ambiental em vigor, tais como: revestimento e/ou monitoramento de depósitos, revestimento de canais principais, afastamento de pelo menos 1.000 metros de núcleos populacionais, distanciamentos específicos para estradas, ferrovias e áreas de preservação permanente (APP), análises de solos e da própria vinhaça, dentre outros. Mas a principal exigência da Norma é com relação à dose de potássio a ser aplicada via vinhaça (fertirrigação). Esta deverá respeitar uma equação que define a dose máxima em função da concentração de potássio existente no solo e na própria vinhaça. Estabeleceu-se uma dose máxima de potássio de $185 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, quando sua concentração no solo estiver acima de 5% da Capacidade de Troca Catiônica (CTC) do próprio solo. Essa dose de $185 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ foi estabelecida em função da extração média anual de potássio pela cultura canavieira. O plano de aplicação de vinhaça, elaborado conforme instruções da CETESB, deverá ser renovado anualmente até a data de 2 de abril de cada ano, para que a companhia possa fiscalizá-lo e acompanhá-lo (CETESB, 2007).

No Paraná, o uso agrícola de efluentes líquidos não requer autorização ambiental desde que a tecnologia tenha sido avaliada no Plano de Controle Ambiental apresentado ao Instituto Ambiental do Paraná – IAP (BALDANZI, 2008).

2.3.2 Queima da cana

Apesar dos benefícios econômicos apresentados pelo setor sucro-alcooleiro, alguns aspectos ambientais precisam ser melhorados, sendo um dos mais importantes a prática da queimada antes do corte (OMETTO; MANGABEIRA; HOTT, 2005).

O Rio de Janeiro foi o primeiro Estado brasileiro a legislar sobre a proibição de queimadas da vegetação, com a Lei nº. 2.049 de 22 de dezembro de 1992. Em São Paulo a Lei nº. 11.241 de 19 de setembro de 2002 dispõe sobre a eliminação gradativa da queima da palha da cana-de-açúcar, utilizando um cronograma que considera as tecnologias disponíveis e o desemprego esperado, incluindo a proibição imediata em áreas de risco (SILVA; SAKATSUME, 2007).

No Paraná, a Justiça Federal do município de Jacarezinho decidiu que, a partir da safra de 2008 de cana-de-açúcar no norte pioneiro do Estado paranaense, a queima da palha adotada para facilitar a colheita só será permitida após licença ambiental deferida pelo IBAMA e depois de realizado estudo de impacto ambiental (PROTEFER, 2007). Segundo Prazeres (2007), o deputado Reinhold Stephanes Júnior propôs o Projeto de Lei de número 182 de 2008 que, se aprovado, proíbe totalmente a queima da palha da cana-de-açúcar em todo território paranaense a partir de 31 de dezembro de 2010. O projeto encontra-se arquivado, sob o protocolo de número 4638 de 2008, aguardando parecer da Comissão de Constituição e Justiça.

2.4 FAUNA EDÁFICA

O solo abriga uma grande diversidade de organismos, tanto microrganismos, quanto animais invertebrados. Os organismos da fauna são capazes de modificar as características físicas, químicas e biológicas do ecossistema, constituindo importante ferramenta para avaliar a qualidade do solo (STEFFEN; ANTONIOLLI; STEFFEN, 2007). Estes apresentam uma grande variedade de tamanhos e tipos de metabolismos (CORREIA; OLIVEIRA, 2000) e desempenham inúmeras funções no

solo, tais como ciclagem de nutrientes (DECAËNS *et al.*, 2003), fragmentação de resíduos vegetais e regulação da taxa de decomposição da matéria orgânica (SCHEU; WOLTERS, 1991), melhoria das propriedades físicas (ASSAD, 1997) e manutenção do equilíbrio biológico do solo (SANGINGA; MULONGOY; SWIFT, 1992). Portanto, a determinação da sua população e diversidade é de fundamental importância para avaliar as interações biológicas no sistema solo/planta (GIRACCA *et al.*, 2003).

Monitorar a fauna de solo é um instrumento que permite avaliar não só a qualidade de um solo, como também o próprio funcionamento de um sistema de produção, já que esta se encontra intimamente associada aos processos de decomposição e ciclagem de nutrientes, na interface solo-planta (CORREIA, 1994).

A diversidade da fauna edáfica está relacionada com a grande variedade de recursos e microhabitats que o sistema solo-serapilheira oferece, uma mistura de fases aquáticas e aéreas altamente compartimentalizadas, gerando um mosaico de condições microclimáticas e favorecendo, portanto, grande número de grupos funcionais associados (LAVELLE *et al.*, 1992; LAVELLE, 1996). A densidade da população e composição da fauna do solo podem, então, indicar as condições do solo e a reabilitação da qualidade do ecossistema (KAISER; LUSSENHOP, 1991).

Os organismos do solo podem ser classificados conforme seu tamanho e diâmetro corporal. A microfauna do solo possui diâmetro corporal variando de 4 μm a 100 μm (SWIFT; HEAL; ANDERSON, 1979) e é constituída de organismos como protozoários, rotíferos, copépodes, tardígrados e nematóides. A mesofauna inclui os organismos entre 100 μm e 2 mm, que se movimentam em fissuras, poros e na interface do solo, como por exemplo os ácaros e colêmbolos, proturos, dipluros, tisanuros, enquitreídeos e pequenos insetos (CORREIA; OLIVEIRA, 2000). A macrofauna corresponde a organismos maiores de 2 mm, capazes de construir ninhos, cavidades, galerias e transportar materiais de solo, como por exemplo, as minhocas, térmitas e formigas, incluindo os moluscos, crustáceos, coleópteros, diplópodes, centopéias e aracnídeos (LAVELLE; DANGERFIELD; FRAGOSO, 1994).

A diversidade dos organismos do solo em nível funcional é mais importante do que em nível taxonômico para a estabilidade e sustentabilidade de um ecossistema (SOUTO, 2006). Gestel; Kridenier e Berg (2003) destacam que a

decomposição não ocorre simplesmente devido à soma das atividades da microflora e fauna edáfica, mas é em grande parte o resultado de interação entre os dois.

A maioria dos nutrientes no solo disponíveis para crescimento das plantas depende de complexas interações entre raízes, microorganismos e a fauna do solo (BONKOWSKI; GRIFFITHS; SCRIMGEOUR, 2000). Dentre os organismos da fauna edáfica, destacam-se os representantes da mesofauna ou microartrópodes que, através de sua atividade fragmentadora e suas interações com os microorganismos, afetam de forma importante o processo de decomposição da matéria orgânica e a ciclagem de nutrientes. Esses processos são essenciais à nutrição vegetal e à produtividade agrícola (QUEIROZ, 1999).

2.4.1 Mesofauna

A mesofauna do solo é constituída principalmente pelos grupos Acari, Collembola, Diptera, Protura, Diplura, Symphyla e Enchytraeidae. Contudo, há indivíduos ou espécies de outros grupos, como Araneae, Hymenoptera, Isoptera, Chilopoda, Diplopoda, Coleoptera e Mollusca que podem, em um determinado momento de seu ciclo de vida ser caracterizados como mesofauna, ainda que, normalmente, se consideram parte da macrofauna do solo. A mesofauna é extremamente dependente de umidade e movimenta-se nos poros do solo e na interface entre a serapilheira e o solo. Dentre as atividades tróficas deste grupo, destaca-se sua contribuição significativa na regulação da população microbiana. (BEHAN; STUART; McKEVAN, 1978; SWIFT; HEAL; ANDERSON, 1979). O grupo Enchytraeidae pode contribuir ainda para a estrutura do solo criando um ambiente fértil e aumentando consideravelmente a porosidade do solo (BERG; PAWLUK, 1984).

Azpiazu *et al.* (2001) comentam que os microartrópodes por serem numerosos e bem distribuídos no solo se movimentam nos poros deste, nas fissuras e na interface entre a serapilheira e o solo, tendo papel de catalisadores da atividade microbiana na decomposição de matéria orgânica, distribuição de esporos, inibição de fungos e bactérias causadoras de doenças, bem como exercem uma importante função no processo de humificação do solo. Estudos recentes, em diferentes

condições ambientais, mostram que algumas espécies de colêmbolos são bons indicadores do estado de degradação do solo (PONGE *et al.*, 2003; CUTZ-POOL *et al.*, 2007). Harte; Rawa e Price (1996), comentam que as propriedades ambientais influenciam o microclima do solo afetando a mesofauna edáfica, que têm uma grande capacidade de modificar ecossistemas terrestres.

Acari (Oribatidae) e Collembola por serem os artrópodes de solo mais numerosos e melhor distribuídos, além de serem predadores, influenciam a fertilidade do solo, por meio da estimulação da atividade microbiana, inibição de fungos e bactérias causadoras de doenças (BUTCHER; SNIDER, 1971; THOMPSON; EDWARDS, 1974; PRIMAVESI, 1990), fazendo o transporte de matéria orgânica em avançado estado de decomposição, para níveis mais profundos do perfil do solo e vice-versa (HOLE, 1981; SAUTTER; SANTOS, 1994), acelerando a mineralização dos nutrientes (SEASTED; CROSSLEY, 1980; SEASTED, 1984), bem como aumentando em até seis vezes a velocidade de decomposição dos resíduos vegetais (BEHAN; STUART; McKEVAN, 1978).

Vallejo; Fonseca e Gonçalves (1987) observaram nas matas secundárias a riqueza de matéria orgânica e que a proteção direta dos raios solares no solo favoreceu a abundância de organismos da mesofauna. Da mesma forma, Mussury *et al.* (2002) verificaram que as populações de Collembola aumentaram com o aumento no teor de matéria orgânica, principalmente da família Entomobryidae. De acordo com Sautter; Kobiyama e Ushiwata (1996), esta família é tipicamente epiedáfica e ocorre em abundância em áreas com grande disponibilidade de matéria orgânica na superfície do solo. O manejo do solo e a época de avaliação também são importantes fatores que afetam a abundância da mesofauna (SILVA; AQUINO; MERCANTE, 2002; CRESTANI *et al.*, 2002).

2.5 RELAÇÃO ENTRE AS PRÁTICAS DE MANEJO DA CANA-DE-AÇÚCAR E A FAUNA EDÁFICA

Os distúrbios físicos associados ao cultivo intensivo de lavouras agrícolas como a cana-de-açúcar levam à degradação do solo, com a perda da matéria orgânica, redução na diversidade florística e ausência de cobertura vegetal em parte

do ano. Estes fatores induzem a diminuição na diversidade da biota edáfica, incluindo a população dos microartrópodos do solo (CURRY; GOOD, 1992). Outro grande problema ambiental associado à expansão e intensificação da agricultura é a crescente fragmentação dos ecossistemas naturais como as florestas, causando efeitos deletérios sobre as comunidades bióticas, incluindo sua biodiversidade e seus serviços ecossistêmicos (LAWRANCE *et al.*, 2002).

Giracca *et al.* (2003) observaram que as práticas de manejo utilizadas em um sistema de produção podem afetar de forma direta e indireta a fauna do solo. Os impactos diretos correspondem à ação mecânica da aração e gradagem e aos efeitos tóxicos do uso de agrotóxicos. Os efeitos indiretos estão relacionados à modificação da estrutura do habitat e dos recursos alimentares.

A sensibilidade dos invertebrados de solo aos diferentes manejos reflete o quanto uma determinada prática de manejo pode ser considerada ou não conservadora do ponto de vista da estrutura e fertilidade do solo. Tais características já justificam a utilização da fauna de solo como indicadora das modificações do ambiente (CORREIA; OLIVEIRA, 2000).

A queima de áreas para fins de plantio ou colheita tem efeitos negativos drásticos sobre as populações de fauna edáfica. Além da eliminação direta de praticamente todos os animais que vivem na superfície do solo, a eliminação da serapilheira reduz as fontes de alimento e desestrutura o hábitat. Sem alimento e hábitat destruído, a recolonização quando ocorre é lenta e restrita a poucos grupos (CORREIA; OLIVEIRA, 2000). Sgardelis e Margaris (1993) encontraram uma redução na densidade de ácaros e colêmbolos após a ocorrência acidental de fogo em um sistema arbustivo mediterrâneo.

Outro fator a ser levado em consideração é o uso de vinhaça. Sanomiya *et al.* (2006), investigando a mineralização da palhada da cana-de-açúcar em solo adicionado com vinhaça, observaram um aumento na produção de CO₂ devido à respiração microbiana. A adição de adubos orgânicos também pode ter um efeito benéfico sobre a fauna de solo, como demonstrado por Edwards e Lofty (1982). Isso porque, além de incorporarem nutrientes ao solo e modificarem suas condições físico-químicas, representam também uma fonte alimentar adicional (KLADIVKO; TIMMENGA, 1990). Além disso, promovem uma maior biomassa vegetal, além do retorno da matéria orgânica ao solo. A magnitude desse efeito depende diretamente da demanda de nutrientes das plantas cultivadas e da disponibilidade de nutrientes

no solo. Quanto maior for o aumento na biomassa vegetal, maior também será a resposta da fauna, embora essa relação não tenha que ser necessariamente linear. Alguns fertilizantes, no entanto, podem ser tóxicos a alguns componentes da fauna de solo (FRASER, 1994).

2.6 ÍNDICES DE DIVERSIDADE

Um dos problemas ambientais que suscitou maior interesse mundial nos últimos anos é a perda da biodiversidade como consequência das atividades humanas, seja de maneira direta (super-exploração) ou indireta (alteração do habitat). A biodiversidade ou diversidade biológica se define como “a variabilidade entre os organismos vivos de todas as fontes, incluindo, entre outros, os organismos terrestres, marinhos e de outros ecossistemas aquáticos, assim como os complexos ecológicos de que fazem parte; isto inclui diversidade dentro das espécies, entre as espécies e de ecossistemas” (MORENO, 2001). Desse modo, foi desenvolvida uma série de parâmetros para medir a biodiversidade como um indicador do estado dos sistemas ecológicos, com aplicabilidade prática para fins de conservação, manejo e monitoramento ambiental (SPELLERBERG, 1991).

A comparação dos índices de diversidade das comunidades de invertebrados de áreas cultivadas com áreas nativas é uma estratégia que permite avaliar o impacto ambiental e obter mais informações sobre os grupos funcionais indicadores da qualidade do solo. Do mesmo modo que, ao se optar pela abundância como uma medida de alteração do ambiente, propõe-se avaliar as modificações na densidade ou na biomassa em comunidades submetidas a diferentes condições abióticas ou diferentes sistemas de manejo em termos de comparação (CORREIA; OLIVEIRA, 2000).

Alterações na densidade e diversidade da fauna do solo são observadas em ecossistemas que sofreram algum tipo de intervenção na sua cobertura vegetal. Desta forma, mudanças na abundância relativa e diversidade das espécies de invertebrados do solo constituem-se em um bom indicador de alterações no sistema (GILLER *et al.*, 1997). Por abundância, entende-se a relação entre uma medida de importância (quantidade ou biomassa) de uma determinada espécie ou grupo

presente associada a alguma unidade de espaço (m^2 ou ha), enquanto a diversidade está associada a uma relação entre o número de espécies ou grupos (riqueza) e a distribuição do número de indivíduos entre as espécies ou grupos (equitabilidade) (CORREIA; OLIVEIRA, 2000).

Segundo Carvalho (1997), os métodos de análise da diversidade variam de acordo com a questão formulada, bem como variam para a mesma questão, de acordo com quem as faz. Ou seja, não há métodos melhores que outros, mas sim métodos que se ajustam melhor a determinado tipo de dado coletado.

Conhecer uma comunidade é saber que espécies estão presentes, qual e como é o espaço por ela ocupado e em que momento ela está presente ao longo de um processo sucessional (CORREIA; OLIVEIRA, 2000) e nenhum destes aspectos é de fácil acesso. O conhecimento taxonômico de uma comunidade inteira, embora teoricamente viável, é praticamente inviável, devido à necessidade de se reunir um grupo extenso de especialistas. Segundo Correia e Oliveira (2000), como é praticamente impossível retratar uma comunidade na íntegra, o que tem sido feito é retratar parcelas desta comunidade, escolhendo determinados grupos taxonômicos, grupos associados a frações do habitat ou grupos que tenham uma função semelhante no ecossistema.

Estudos relativos à composição das comunidades de invertebrados de solo, a nível de classe ou ordem, se preocupam em determinar a composição de organismos a nível de grandes grupos taxonômicos, em uma determinada fração do habitat. (ADIS, 1981). Este tipo de trabalho está preocupado com os processos que ocorrem no solo, como a decomposição e a ciclagem de nutrientes e com o papel que estes organismos podem exercer como sistemas biológicos de regulação, particularmente em sistemas tropicais (LAVELLE *et al.*, 1993).

Entre as vantagens deste tipo de abordagem está a facilidade de execução do trabalho, já que não é necessário um conhecimento profundo da taxonomia dos grupos, uma vez que a identificação se dá a nível de classe, ordem ou ocasionalmente, família. Essa superficialidade taxonômica permite um maior conhecimento global da variedade de organismos presentes, além de permitir, também, uma primeira inferência sobre a funcionalidade destes organismos no solo e fornecer uma indicação simples da complexidade ecológica das comunidades de solo (STORK; EGGLETON, 1992). Talvez a maior contribuição deste tipo de estudo é fornecer bases tanto para uma avaliação global da qualidade do solo, como

também apontar grupos funcionais para um estudo mais detalhado (CORREIA; OLIVEIRA, 2000).

2.6.1 Riqueza (S)

Segundo Gomes (2004), a riqueza específica, ou simplesmente riqueza, representa o número total de grupos ou espécies em uma unidade amostral. Neste contexto, ela é muito dependente do tamanho amostral, aumentando em função da área, mesmo sem modificação do habitat. É a forma mais simples de medir a biodiversidade, já que se embasa unicamente no número de espécies presentes, sem levar em consideração o valor de importância das mesmas (MORENO, 2001).

2.6.2 Índice de Shannon (H')

Também chamado de índice de diversidade de Shannon é utilizado para medir a diversidade de dados, principalmente em estudos relacionados à ecologia. Ele atribui maior peso a espécies raras, prevalecendo, desta forma, o componente de riqueza de espécies. O declínio de seus valores é o resultado de uma maior dominância de alguns grupos em detrimento de outros (BEGON; HARPER; TOWNSEND, 1996).

Expressa a uniformidade dos valores de importância através de todas as espécies da amostra. Mede a possibilidade de prever a que espécie pertencerá um indivíduo escolhido ao acaso em uma comunidade (BAEV; PENEV, 1995). Assume que os indivíduos são selecionados ao acaso e que todas as espécies estão representadas na amostra.

O índice de Shannon (SHANNON; WEAVER, 1949) é calculado pela seguinte fórmula:

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

Onde:

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

Sendo:

n_i o valor de densidade de cada espécie ou grupo

N o total dos valores de espécies ou grupos.

2.6.3 Índice de Pielou (e)

A dominância em uma comunidade pode, também, ser determinada indiretamente, através dos índices de uniformidade ou equitabilidade. O índice de uniformidade mais amplamente utilizado é o de Pielou. Os valores do índice de uniformidade de Pielou variam entre 0 e 1. O máximo valor ocorre quando apenas um indivíduo ocupa cada grupo considerado (KENNEDY; SMITH, 1995).

O índice de Pielou (PIELOU, 1975) é calculado através da fórmula:

$$e = \frac{H'}{\log S}$$

Onde:

H' = índice de Shannon;

S = riqueza (número de espécies ou grupos amostrados)

2.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA MULTIVARIADA

A análise multivariada tem sido um recurso estatístico muito utilizado em situações com número elevado de dados com características heterogêneas, em diversos estudos ambientais (VILLA, 2006). Além disso, é muito utilizada para

analisar múltiplos atributos do solo simultaneamente (MALUCHE-BARETTA; AMARANTE; KLAUBERG-FILHO, 2006).

Assim, a necessidade da análise multivariada surge toda vez que o pesquisador tem mais do que uma variável a ser analisada em um grande número de indivíduos (grupos, famílias e espécies) e necessita estudar simultaneamente suas relações (BARETTA, 2007; GAUCH, 1982).

Segundo Leps e Smilauer (2003), muitas são as razões para a análise multivariada ser adotada em detrimento a testes paramétricos para se analisar dados referentes à fauna edáfica. Características como: dados esparsos (muitos zeros), muitas espécies presentes em apenas algumas amostras, número amplo de fatores que influenciam a composição, número de fatores importantes geralmente restrito e a possibilidade de poder existir muita informação redundante, são alguns exemplos.

A Análise de Componentes Principais (ACP) é uma técnica multivariada de ordenação amplamente empregada pela ecologia (VALENTIN, 2000) para sumarizar e integrar dados multivariados. Essa técnica permite obter, a partir de um conjunto de variáveis originais, eixos que expressam a variabilidade dos dados originais, sendo estes tanto mais eficientes quanto maior for a sua estrutura de correlação com as variáveis originais (SANTO, 2004).

Reduzir a dimensão dos dados originais retirando informações redundantes provenientes de variáveis que estejam correlacionadas é o objetivo principal da ACP. Assim, as variáveis originais são reduzidas a umas poucas novas variáveis independentes, que explicam a informação relevante, simplificando com isso, a interpretação de dados e eliminando informações desnecessárias (SANTO, 2004).

Segundo Popi e Sena (2001), o sistema original de coordenadas é transformado, e as componentes principais (ou fatores), que explicam a maior parte da variabilidade dos dados, são representadas pelos eixos cartesianos de modo que o eixo da primeira componente esteja na direção do máximo de variância contida nos dados (eixo 1) e o segundo, ortogonal ao primeiro, deverá explicar a maior quantidade de variância restante. A quantidade de eixos retidos e representados deverá ser determinada pelo pesquisador com base na quantidade de variância explicada pelo modelo.

Assim, em um gráfico bidimensional, por exemplo, estão representados duas componentes principais (ou fatores) que demonstram uma variabilidade suficiente

para indicar algum padrão a ser interpretado. Vale ressaltar que as componentes principais da análise não são relacionadas entre si o que quer dizer que a variação dos dados explicada por um fator, não o é por um segundo, e assim sucessivamente, ou seja, cada fator explica diferentes e excludentes fontes ou causas de variação dos dados (BINI, 1999).

A Análise de Correspondência Canônica (ACC), segundo Ter Braak (1987), consiste basicamente em sintetizar, em um gráfico com eixos perpendiculares, a variação multidimensional de um conjunto de variáveis. Estes eixos são definidos em combinação com as variáveis ambientais, produzindo diagramas ("biplots") em que são apresentados conjuntamente espécies e parcelas, como pontos ótimos aproximados no espaço bidimensional, e variáveis ambientais, como vetores ou flechas, indicando a direção das mudanças destas variáveis no espaço de ordenação (TER BRAAK; PRENTICE, 1988), sendo o comprimento da flecha proporcional à correlação da variável com os eixos (SANTOS *et al.*, 2000). Esses diagramas possibilitam a visualização de um padrão de variação da comunidade bem como das características principais responsáveis pelas distribuições das espécies ao longo das variáveis ambientais (TER BRAAK, 1987).

A ACC correlaciona simultaneamente duas matrizes, uma de abundância de espécies por amostra e outra correspondente às variáveis ambientais, por isto é chamada de análise de gradientes mista. Assim, produz uma ordenação simultânea de espécies, amostras e variáveis ambientais (CUNHA *et al.*, 2003). Para testar a probabilidade de acerto das relações encontradas entre a matriz ambiental, composta por fatores edáficos, e a matriz de espécies, é empregado o teste de permutação de "Monte Carlo" (TER BRAAK, 1986).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A coleta da mesofauna edáfica foi realizada em áreas pertencentes e arrendadas da Usina Alto Alegre S/A – Unidade Junqueira, localizada no Distrito de Alto Alegre, município de Colorado, Paraná (FIGURA 1), situada à 22°50'15" S e 51°58'23" W, e altitude de 400 metros. Foi fundada em 1978, com o nome de Destilaria Alto Alegre. Atualmente, a usina tem uma capacidade instalada para processar, aproximadamente 8,2 milhões de toneladas de cana por safra, e consequentemente produzir 14,8 milhões de sacas de açúcar cristal, 5,0 milhões de sacas de açúcar refinado, 281 milhões de litros de álcool hidratado e anidro carburante e co-gerar 42 MWh de energia elétrica. (USINA ALTO ALEGRE S/A, 2007).



FIGURA 1 – LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DO MUNICÍPIO DE COLORADO, ESTADO DO PARANÁ

FONTE: Adaptado de Instituto de Terras, Cartografia e Geociências – ITCG (2009)

3.1.1 Clima

Segundo a classificação de Köppen, o clima regional é do tipo Cfa (subtropical úmido mesotérmico), possuindo verões quentes com tendência de concentração das chuvas (temperatura média superior a 22° C), invernos com geadas pouco freqüentes (temperatura média inferior a 18° C) e sem estação seca definida. A precipitação anual gira em torno de 1400 a 1600 mm e a mensal em torno de 104 mm (SIMEPAR, 2007).

3.1.2 Geomorfologia e vegetação

Segundo Lima (2001) a base geológica da região é constituída por arenito Caiuá, da série São Bento, originária do Período Cretáceo. O material de origem constitui-se do arenito Caiuá e uma mistura deste com o basalto. A região compreende uma área de colinas de topos aplainados, onde o relevo varia de plano a suave ondulado, possuindo vertentes retas com centenas de metros e vales em “V” abertos. Na área de estudo destaca-se como remanescente um fragmento de vegetação secundária nativa (Floresta Subtropical Perenifólia), formada por árvores de médio porte, em estágio médio de sucessão.

3.1.3 Solo

Segundo levantamento pedológico realizado pelos técnicos da usina, o solo encontrado nas áreas de estudo foi o Latossolo Vermelho distrófico, com textura arenosa a média, fase Floresta Subtropical Perenifólia, com relevo plano a suave ondulado. (EMBRAPA, 1999).

3.2 ÁREAS DE ESTUDO E TRATAMENTOS

Através de estudos prévios realizados juntamente com um técnico da usina, buscaram-se áreas que apresentassem as características pedológicas e geomorfológicas o mais semelhantes possível, a fim de se diminuir interferências nos resultados experimentais, visando obter áreas homogêneas, facilitando a padronização e a comparação de tratamentos. Desta forma, três áreas foram selecionadas: Setor A Lote 01 Talhão 39 (FIGURA 2); Setor C Lote 30 Talhões 2 e 3 (FIGURA 3); e Setor E Lote 22 Mata (FIGURA 4). O Quadro 1 mostra a descrição, a localização, o tamanho das áreas, o tipo de solo e as siglas dos tratamentos utilizados no estudo da mesofauna edáfica. Na Figura 5, tem-se a vista dos tratamentos com vinhaça, com (a) e sem palha (b); sem vinhaça, com (c) e sem palha (d) e da mata nativa (e).

TRATAMENTO	DESCRIÇÃO, LOCALIZAÇÃO, TAMANHO DAS ÁREAS E TIPO DE SOLO	SIGLAS
Com palha e com vinhaça	A colheita é realizada mecanicamente, mantendo-se a palha da cana-de-açúcar. Há a aplicação de vinhaça via canais de gravidade. Localiza-se no setor A, lote 01, talhão 39 e possui 3,66 hectares. O solo predominante é o Latossolo Vermelho com textura arenosa.	CPCV
Com palha e sem vinhaça	A colheita é realizada mecanicamente, mantendo-se a palha da cana-de-açúcar. Não se efetua a aplicação de vinhaça. Localiza-se no setor C, lote 30, talhão 2 e possui 3,34 hectares. O solo predominante é o Latossolo Vermelho com textura média.	CPSV
Sem palha e com vinhaça	A colheita é realizada manualmente, fazendo-se uso do fogo para eliminar a palha da cana-de-açúcar. Há a aplicação de vinhaça via canais de gravidade. Localiza-se no setor A, lote 01, talhão 39 e possui 2,86 hectares. O solo predominante é o Latossolo Vermelho com textura arenosa.	SPCV
Sem palha e sem vinhaça	A colheita é realizada manualmente, fazendo-se uso do fogo para eliminar a palha da cana-de-açúcar. Não se efetua a aplicação de vinhaça. Localiza-se no setor C, lote 30, talhão 3 e possui 3,96 hectares. O solo predominante é o Latossolo Vermelho com textura arenosa à média.	SPSV
Mata Nativa	Não é realizada nenhuma atividade antrópica, havendo apenas vegetação nativa, formada por árvores de médio porte, em estágio médio de sucessão. Localiza-se no setor E, lote 22 e possui 36,11 hectares. O solo predominante é o Latossolo Vermelho com textura média.	MN

QUADRO 1 – DESCRIÇÃO, LOCALIZAÇÃO, TAMANHO DAS ÁREAS, TIPO DE SOLO E SIGLAS DOS TRATAMENTOS UTILIZADOS NO ESTUDO DA MESOFAUNA EDÁFICA NAS ÁREAS ESTUDADAS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, NO ANO DE 2008

FONTE: O autor (2009)

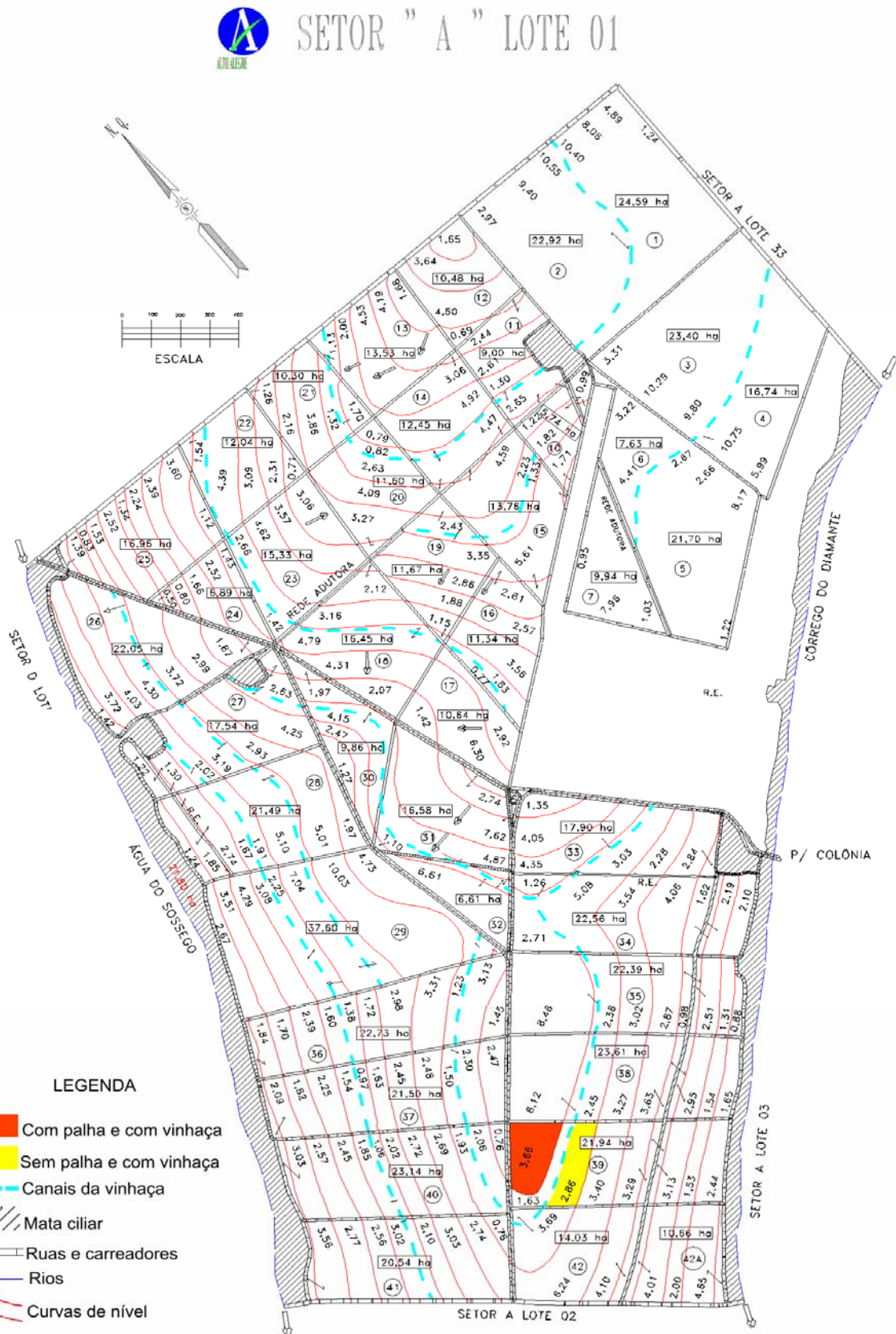


FIGURA 2 – ÁREA REFERENTE AO SETOR A, LOTE 01, CONTENDO OS TRATAMENTOS COM VINHAÇA, COM E SEM PALHA, NO ESTUDO DA MESOFAUNA EDÁFICA EM ÁREAS DE CANA-DE-AÇÚCAR PERTENCENTES À USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, NO ANO DE 2008

FONTE: Usina Alto Alegre (2008)

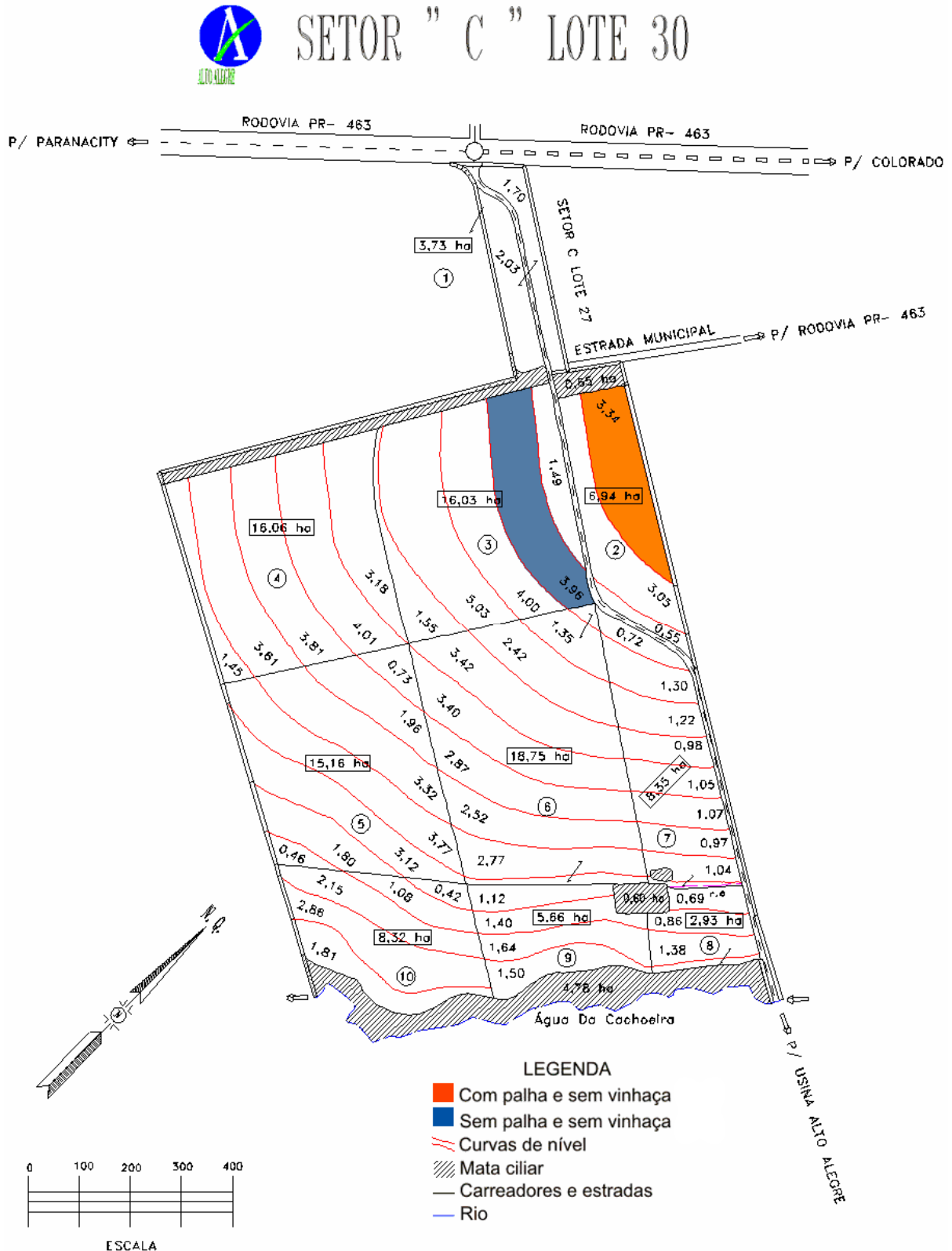


FIGURA 3 – ÁREA REFERENTE AO SETOR C, LOTE 30, CONTENDO OS TRATAMENTOS SEM VINHAÇA, COM E SEM PALHA, NO ESTUDO DA MESOFAUNA EDÁFICA EM ÁREAS DE CANA-DE-AÇÚCAR PERTENCENTES À USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, NO ANO DE 2008

FONTE: Usina Alto Alegre (2008)

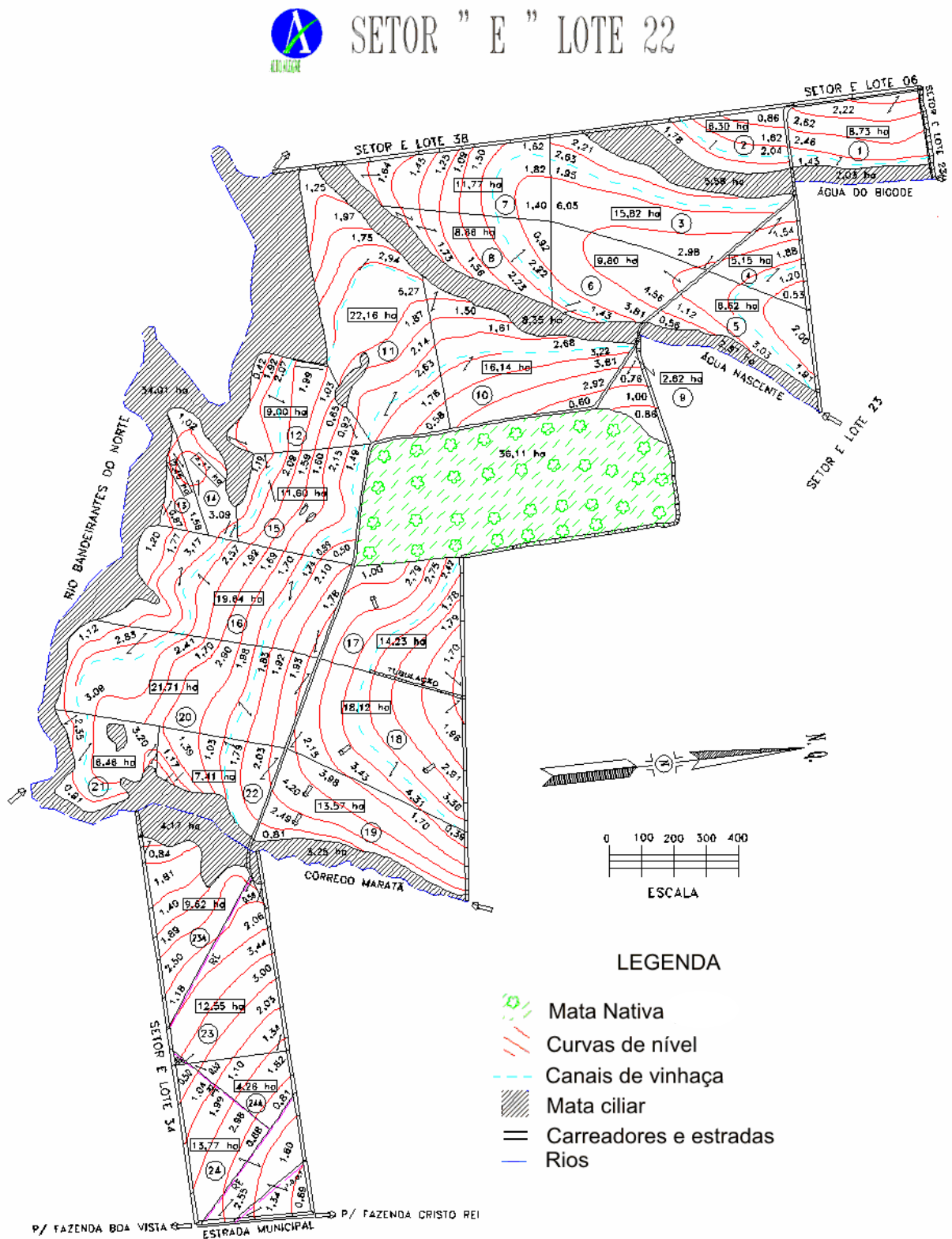


FIGURA 4 – ÁREA REFERENTE AO SETOR E, LOTE 22, CONTENDO A MATA NATIVA, NO ESTUDO DA MESOFAUNA EDÁFICA EM ÁREAS PERTENCENTES À USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, NO ANO DE 2008
 FONTE: Usina Alto Alegre (2008)

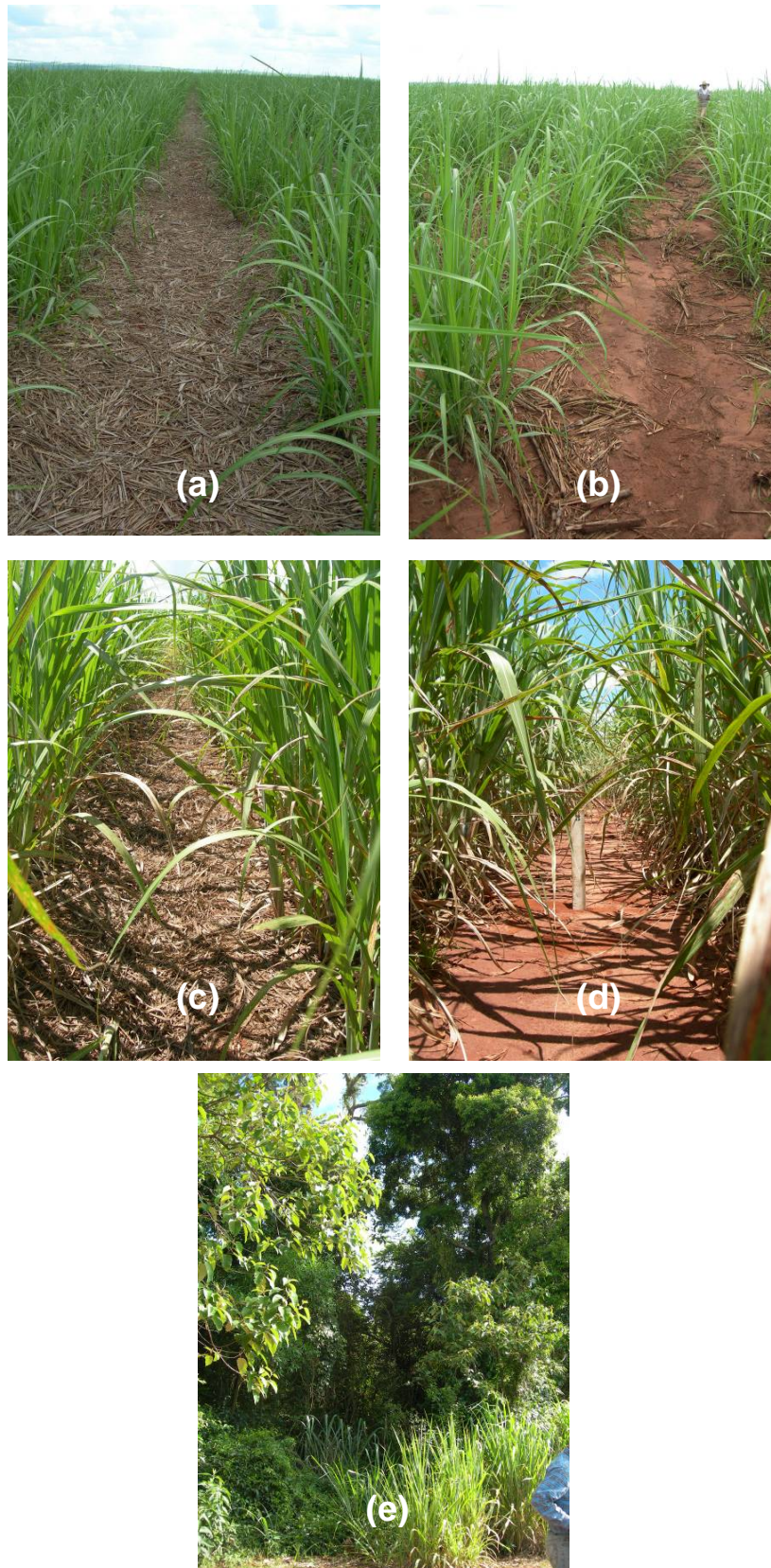


FIGURA 5 – VISTA DOS TRATAMENTOS DAS ÁREAS COM O CULTIVO DA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR COM VINHAÇA, COM (a) E SEM PALHA (b); SEM VINHAÇA, COM (c) E SEM PALHA (d) E DA ÁREA DE MATA NATIVA (e), NO ESTUDO DA MESOFAUNA EDÁFICA EM ÁREAS PERTENCENTES À USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, EM JANEIRO DE 2008

AUTOR: O autor (2008)

3.3 MANEJO DAS LAVOURAS DE CANA-DE-AÇÚCAR DA USINA ALTO ALEGRE

As variedades de cana-de-açúcar utilizadas pela Usina nas áreas do experimento são a RB72454, nas áreas dos tratamentos com vinhaça (com e sem palha) e a SP80-3280, nas áreas dos tratamentos sem vinhaça (com e sem palha), ambas com espaçamento de 1,40 m x 0,40 m. A cana estava na condição de “cana-soca”, ou seja, o rebrote de corte anterior. A variedade RB72454 estava no seu 4º corte e a variedade SP80-3280 estava no seu 3º corte.

A aplicação de vinhaça nas áreas se dá anualmente após o corte da cana, no mês de novembro, há mais de 20 anos. Segundo informações do engenheiro agrônomo encarregado pela aplicação, a dose de vinhaça é calculada conforme o teor de potássio encontrado no solo e na própria vinhaça, e sua aplicação se dá através de canais por força da gravidade. No Quadro 2 estão os valores físico-químicos médios da vinhaça aplicada no ano de 2007 nas áreas da usina.

PARÂMETROS	UNIDADE	RESULTADOS ANALÍTICOS
pH (a 20°C)	---	4,67
Sólidos suspensos totais	mg.L ⁻¹	1350
Nitrogênio amoniacal	mg.L ⁻¹	90
Nitrogênio total Kjeldahl	mg.L ⁻¹	364
Sódio	mg.L ⁻¹	< 50
Cálcio	mg.L ⁻¹	660
Potássio	mg.L ⁻¹	3523
Magnésio	mg.L ⁻¹	549
Sulfato	mg.L ⁻¹	2130
Fósforo total	µg.L ⁻¹	91527

QUADRO 2 – VALORES FÍSICO-QUÍMICOS MÉDIOS DA VINHAÇA APLICADA NAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE NO ANO DE 2007, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR
 FONTE: Usina Alto Alegre (2009)

Nos locais onde é feita a colheita mecanizada, ou seja, sem uso do fogo, a palhada estava mantida há mais de um ano antes do início do experimento. A reforma do canavial é realizada a cada seis anos, ou seja, a cada seis cortes da cana, e corresponde a operações de destruição da soqueira, preparo do solo, utilização de defensivos agrícolas e novo plantio de cana-de-açúcar.

Durante o período do estudo, ou seja, de janeiro a novembro de 2008, não foi efetuado nenhum tipo de manejo nas áreas amostradas bem como não houve aplicação de nenhum defensivo químico.

Quanto às atividades realizadas nas lavouras, nos anos de 2004 a 2007, anteriores ao experimento, tem-se que:

- houve a aplicação de 120 l.ha⁻¹ de vinhaça, em novembro de 2007, nas áreas dos tratamentos CPCV e SPCV;

- o corte manual (com uso do fogo) foi efetuado em setembro de 2007 e novembro de 2007, nas áreas dos tratamentos SPSV e SPCV, respectivamente. Já o corte mecanizado ocorreu em setembro de 2007, na área do tratamento CPSV;

- foram aplicados herbicidas diuron + hexazinone (Velpar K), isoxaflutol (Provence 750 WG) e o adjuvante espalhante adesivo, além dos fertilizantes ácido bórico e sulfato de zinco, em setembro de 2007 nos tratamentos CPSV e SPSV; em novembro de 2007 estes mesmos produtos foram aplicados nos tratamentos CPCV e SPCV;

- foi efetuada a correção do pH do solo com aplicação de calcário (PRNT 80%) em novembro de 2006 nos tratamentos CPCV e SPCV;

- foram aplicados os inseticidas fipronil (Regent 800 WG) e carbofuran (Furadan 350 SC) em novembro de 2004, nas áreas dos tratamentos CPCV e SPCV. Nas áreas dos tratamentos SPSV e CPSV a aplicação se deu em setembro de 2004, havendo também a utilização do inseticida novaluron (Rimon 100 EC).

3.4 AMOSTRAGENS

Com o intuito de se obter uma maior representatividade das áreas a serem amostradas, e também porque as mesmas apresentavam tamanhos distintos, foram delimitadas em cada tratamento, três parcelas ao acaso, cada uma com área de 400 m² (20 m x 20 m). As coletas foram realizadas nos meses de janeiro, março, maio, julho, setembro e novembro do ano de 2008.

As análises químicas e granulométricas foram realizadas no Laboratório Agrotécnico Piracicaba – Pirasolo, localizado em Piracicaba – São Paulo. A extração da mesofauna foi efetuada no Laboratório de Manejo Integrado de Pragas da

Universidade Federal do Paraná – UFPR. A quantificação e identificação da mesofauna bem como a quantificação de cobertura do solo foram determinadas no Laboratório de Biologia do Solo da UFPR. Já a análise de umidade foi realizada no Laboratório de Física do Solo da UFPR.

A seguir serão descritas como foram realizadas as amostragens de solo para a caracterização química e física, bem como a coleta e quantificação da cobertura do solo e da mesofauna edáfica.

3.4.1 Caracterização física do solo

3.4.1.1 Análise granulométrica

A amostragem de solo para a análise granulométrica foi realizada em janeiro de 2008, juntamente com a primeira coleta de solo para a caracterização química nas áreas experimentais, na profundidade de 0 - 5 cm. Em cada uma das três parcelas foram coletadas 10 subamostras para formar uma amostra composta de cada tratamento. A determinação da granulometria do solo seguiu a metodologia descrita em EMBRAPA (1997). Os resultados foram utilizados para se determinar a classificação da textura dos solos em cada tratamento, através do uso do triângulo textural (FIGURA 6).

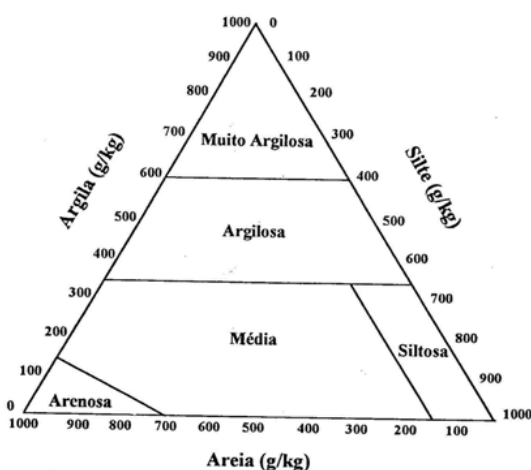


FIGURA 6 – TRIÂNGULO PARA GRUPAMENTO DE CLASSES DE TEXTURA DE SOLOS
 FONTE: EMBRAPA (1999)

3.4.1.2 Análise da umidade

Para a determinação da umidade, a coleta de solo foi realizada em todas as épocas amostrais (janeiro, março, maio, julho, setembro e novembro de 2008), na profundidade de 0 - 5 cm, totalizando 75 amostras (cinco tratamentos, três parcelas, cinco amostragens de cada parcela). Assim que coletadas, as amostras de solo foram acondicionadas em sacos plásticos vedados (FIGURA 7a) e dispostas em isopor com gelo (FIGURA 7b) para que pudessem ser transportadas ao laboratório. Neste, o solo foi passado em peneira de dois milímetros, e cerca de 10 g foram pesados em balança de precisão (FIGURA 7c) e colocados em placa de Petri previamente secas em estufa. Com isso, obteve-se o peso úmido da amostra. Após a pesagem, as amostras foram submetidas à estufa a 105°C por 24 horas (FIGURA 7d) e novamente pesadas. O valor da umidade foi obtido por diferença entre o valor da amostra úmida e da amostra seca. A descrição segue a metodologia de EMBRAPA (1997).

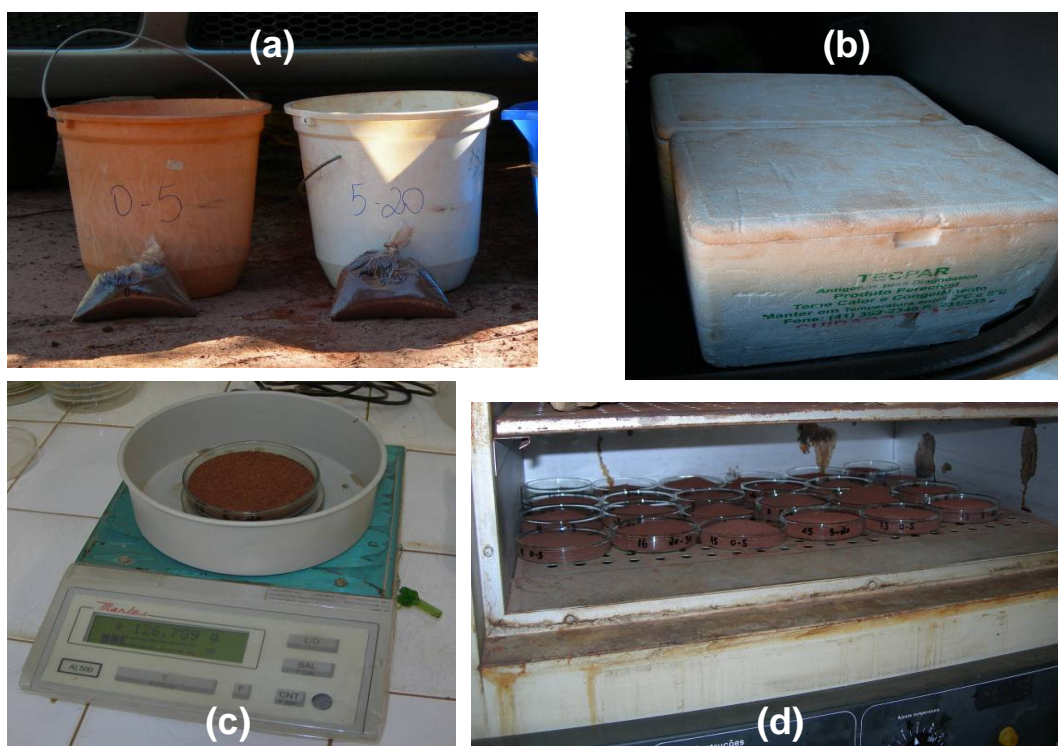


FIGURA 7 – COLETA (a) E ARMAZENAGEM DO SOLO EM ISOPOR (b), BALANÇA DE PRECISÃO (c) E ESTUFA (d), UTILIZADAS NA DETERMINAÇÃO DA UMIDADE DO SOLO DAS ÁREAS EXPERIMENTAIS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, NO ANO DE 2008
FONTE: O autor (2008)

3.4.2 Quantificação da cobertura do solo

A metodologia de quantificação da palha (nas áreas com cana-de-açúcar) e da serapilheira (na área de mata nativa) envolveu a retirada destas de uma área de $0,25 \text{ m}^2$, com auxílio de um gabarito de madeira com $0,50 \text{ m} \times 0,50 \text{ m}$ (FIGURA 8a). Nas áreas com cana, o gabarito foi colocado aleatoriamente na entrelinha do canavial, e a palhada em seu interior foi retirada manualmente e acondicionada em saco de papel kraft. Para a área de mata nativa o mesmo procedimento de coleta foi utilizado. Para cada tratamento foram retiradas cinco amostras em todas as épocas amostrais.

As amostras foram levadas à estufa (FIGURA 8b) por 48 horas a $60 \text{ }^\circ\text{C}$ para perderem umidade. Após esse período foram pesadas em balança de precisão, e assim estimou-se o peso seco da cobertura, descontando-se o peso do saco. Este procedimento foi realizado ao longo de todas as épocas amostrais, sendo os resultados convertidos em $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$.



FIGURA 8 – DIMENSÕES DO GABARITO DE MADEIRA UTILIZADO NA COLETA (a) E SECAGEM EM ESTUFA (b) DA COBERTURA DE SOLO DAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, NO ANO DE 2008

FONTE: O autor (2008)

3.4.3 Caracterização química do solo

A coleta de solo para a análise química foi realizada nas áreas em todas as épocas amostrais, nas profundidades de 0 - 5 cm e 5 - 20 cm, mas apenas a profundidade de 0 - 5 cm foi utilizada nas análises estatísticas. Em cada uma das parcelas foram coletadas 10 subamostras para formar uma amostra composta de cada tratamento.

Foi feita a análise de solo de rotina, que envolveu a quantificação dos seguintes elementos: Fósforo disponível (estimado pelo método da resina); Potássio (estimado pelo extrator Mehlich I); Cálcio e Magnésio (extraídos utilizando-se solução de cloreto de potássio (KCl) 1 mol/L e dosados por complexometria com EDTA (ácido etilenodiamino tetracético dissódico) 0,01 M); Alumínio trocável (extrator KCl 1 mol/L, dosado por titulação com NaOH (hidróxido de sódio) 0,02 N); Enxofre (SO₄); Micronutrientes: Cobre, Ferro, Zinco e Manganês (extraídos com auxílio do complexante DTPA) e Boro (extração em água quente); Matéria Orgânica (pelo método colorimétrico), Soma de Bases (S – dada pela somatória Ca + Mg + K + Na), % de Saturação por Bases (V% - dada pela expressão $(100 \times S) / T$), Capacidade de Troca Catiônica (CTC ou valor T – dada pela expressão $S + H + Al$), % de Saturação com Alumínio (m% - dada pela expressão $100 \times Al / (S + Al)$) e pH em CaCl₂. As análises acima mencionadas seguiram a metodologia descrita por Raij *et al.* (2001).

3.4.4 Coleta, extração, quantificação e identificação da mesofauna edáfica

Para a estimativa dos componentes da mesofauna edáfica foi realizada a coleta de solo nas entrelinhas das plantas de cana-de-açúcar, na profundidade de 0-5 cm e diâmetro de 7 cm, retirado com o auxílio de funis Berlese-Tüllgren modificados (FIGURAS 9a e 9b), descritos conforme Macfadyen (1953) e Aquino; Correia e Badejo (2006). Para evitar a perda de solo, foi colocado um saco plástico amarrado com elástico em cada um dos funis (FIGURA 9c). Em cada parcela foram

retiradas cinco amostras ao acaso, perfazendo um total de 15 amostras por tratamento.

Após chegarem do campo, os funis seguiram para a sala de extração (FIGURA 9d), onde permaneceram por uma semana. O método de extração consistiu na migração descendente da mesofauna, em decorrência da elevação da temperatura, que chegou a 40 °C, conforme marcou o termômetro, sobre as amostras do solo provocadas pelo calor emanado por lâmpadas de 25 W. Os indivíduos foram coletados em recipientes contendo solução de álcool a 70% + glicerina (FIGURA 9e), posteriormente coados em papel filtro e identificados com auxílio de lupa Metrimpex Hungary – PZO Labimex, com lente de aumento de 20 vezes (FIGURA 9f).

A identificação dos táxons foi baseada em caracteres morfológicos e em chaves de identificação específica para cada grupo (BORROR; TRIPLEHORN; JOHNSON, 1992; ALMEIDA; COSTA; MARINONI, 1998).



FIGURA 9 – COLETA, EXTRAÇÃO, QUANTIFICAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA MESOFAUNA EDÁFICA DAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, NO ANO DE 2008: (a) FUNIL DE BERLESE-TÜLLGREN MODIFICADO UTILIZADO NA COLETA; (b) DIMENSÃO DO FUNIL DE BERLESE-TÜLLGREN MODIFICADO; (c) FUNIL DE BERLESE-TÜLLGREN MODIFICADO ENSACADO PARA EVITAR PERDA DE SOLO; (d) SALA DE EXTRAÇÃO DA MESOFAUNA EDÁFICA; (e) POTE COLETOR DA MESOFAUNA CONTENDO ÁLCOOL 70% + GLICERINA; (f) QUANTIFICAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA MESOFAUNA COM AUXÍLIO DA LUPA

FONTE: O autor (2008)

3.5 PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS

Para verificar a associação da mesofauna do solo aos tratamentos estudados foram realizadas Análises de Componentes Principais (ACP) para cada época amostrada, sendo que nas componentes principais foram utilizados os valores médios de cada uma das parcelas. O mesmo procedimento foi adotado para relacionar os dados de manejo e parâmetros químicos do solo aos tratamentos estudados. Relacionou-se a distribuição dos grupos da mesofauna estudados às variáveis ambientais (dados de manejo e parâmetros químicos do solo) por meio de uma ordenação gerada pela Análise de Correspondência Canônica (ACC) referente ao ano amostrado, no qual se utilizou a soma anual do número de indivíduos. Tanto a ACP como a ACC foram realizadas através do software CANOCO versão 4.5 (TER BRAAK; SMILAUER, 2002).

A densidade dos indivíduos e os índices ecológicos (riqueza, índice de equitabilidade de Pielou e índice de diversidade de Shannon) foram computados mediante a média das médias das 3 parcelas em cada tratamento. Os valores obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e valores significativos de F comparados através do teste de Duncan a 5% de significância, quando normais. Quando não houve normalidade, pelo teste de Shapiro-Wilk, foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis. Nestes testes utilizou-se o programa ASSISTAT versão 7.5 (SILVA; AZEVEDO, 2006). Nas densidades de cada coleta, na análise de variância, os valores médios foram transformados por raiz quadrada de x nos meses de janeiro, março e julho. Para os meses de maio, setembro e novembro os valores médios da densidade, bem como os valores da densidade total, diversidade de Shannon, equitabilidade de Pielou e riqueza, foram transformados por $\log(x + 1)$ na base 10.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA E TEMPERATURAS MÉDIAS DURANTE O ESTUDO

Com base na estação meteorológica, instalada no ponto localizado ao centro das áreas de coleta, obteve-se a Figura 10, que mostra as temperaturas médias e a pluviosidade durante o período do experimento, bem como a série histórica da precipitação (1975 a 2007).

Analisando a Figura 10, nota-se que a variação pluviométrica ao longo do ano de 2008 não se comportou como previsto pela série histórica, havendo menor precipitação nos meses de fevereiro, março, maio, junho, julho, setembro e outubro. Em contrapartida, no mês de agosto, houve um grande incremento na precipitação em relação à série histórica.

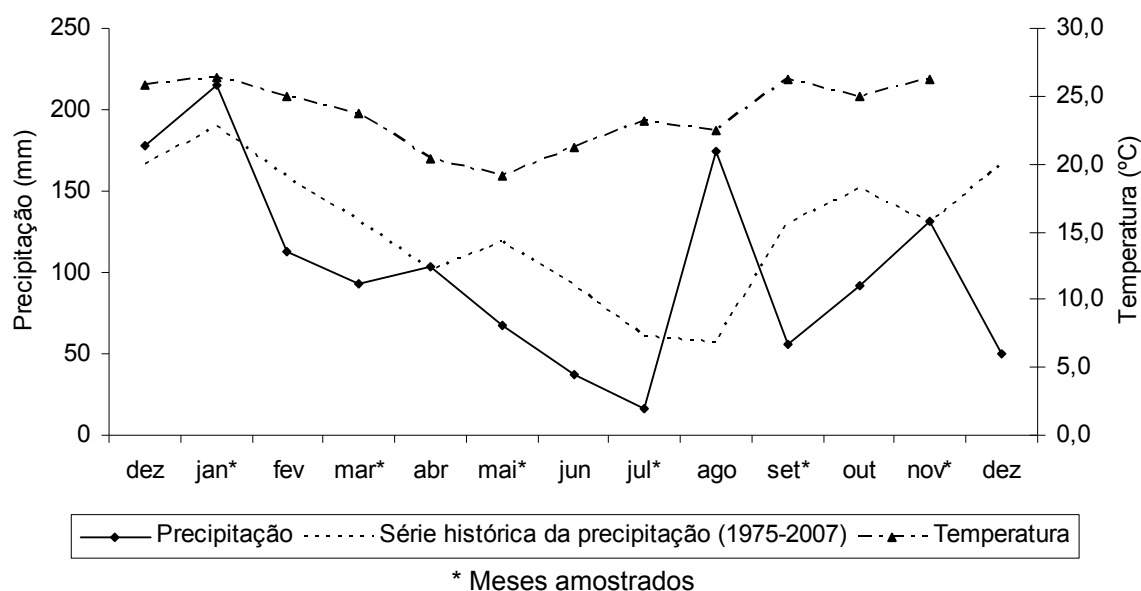


FIGURA 10 – TEMPERATURA MÉDIA MENSAL (°C) E PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA (mm), REFERENTES AO PERÍODO DE DEZEMBRO DE 2007 A DEZEMBRO DE 2008 E SÉRIE HISTÓRICA DE PRECIPITAÇÃO (1975 A 2007) DAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR

FONTE: O autor (2009)

4.2 GRANULOMETRIA DOS SOLOS DO ESTUDO

Através do uso do triângulo textural (EMBRAPA, 1999) foi possível estabelecer as diferenças entre as texturas da profundidade de 0 - 5 cm das áreas de cada tratamento. Estes resultados são expressos na Tabela 1.

TABELA 1 – GRANULOMETRIA DOS SOLOS DOS TRATAMENTOS DAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, NO ANO DE 2008

Tratamento	Argila	Silte	g kg ⁻¹			Textura
			Areia Grossa	Areia Fina	Areia Total	
CPCV	103	7	720	170	890	arenosa
SPCV	112	8	660	220	880	arenosa
CPSV	153	28	610	209	819	média
SPSV	146	34	600	220	820	arenosa
MN	166	24	570	240	810	média

LEGENDA: CPCV – Com palha e com vinhaça; SPCV – Sem palha e com vinhaça; CPSV – Com palha e sem vinhaça; SPSV – Sem palha e sem vinhaça; MN – Mata nativa

FONTE: O autor (2009)

4.3 UMIDADE DOS SOLOS DO ESTUDO

A Tabela 2 apresenta os resultados médios da umidade, na profundidade de 0 – 5 cm, dos solos das áreas experimentais.

TABELA 2 – UMIDADE (%) DO SOLO DOS TRATAMENTOS NAS SEIS ÉPOCAS AMOSTRAIS, DAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, NO ANO DE 2008

Época	CPCV	SPCV	CPSV	SPSV	MN	Umidade (%)					
jan/08	10,22	11,02	10,59	10,35	12,75						
mar/08	10,67	11,88	11,44	10,47	14,72						
mai/08	3,00	3,67	4,98	4,56	5,12						
jul/08	2,33	2,10	4,12	3,74	3,64						
set/08	6,77	8,42	9,32	8,96	7,67						
nov/08	9,77	10,16	9,74	10,22	10,79						

LEGENDA: CPCV – Com palha e com vinhaça; SPCV – Sem palha e com vinhaça; CPSV – Com palha e sem vinhaça; SPSV – Sem palha e sem vinhaça; MN – Mata nativa

FONTE: O autor (2009)

4.4 COBERTURA DO SOLO DAS ÁREAS DO ESTUDO

A Figura 11 apresenta os resultados médios da cobertura de palhada (nos tratamentos com cana-de-açúcar) e serapilheira (na mata nativa) dos solos das áreas experimentais. Os resultados são advindos da média de cinco repetições do peso seco, referentes ao ano de 2008.

Analisando a Figura 11, nota-se que há um decréscimo da cobertura de solo a partir do mês de março para todos os tratamentos. A partir do mês de julho, os valores sofrem aumento em todos os tratamentos, com exceção dos tratamentos SPSV e SPCV, onde há um leve decréscimo.

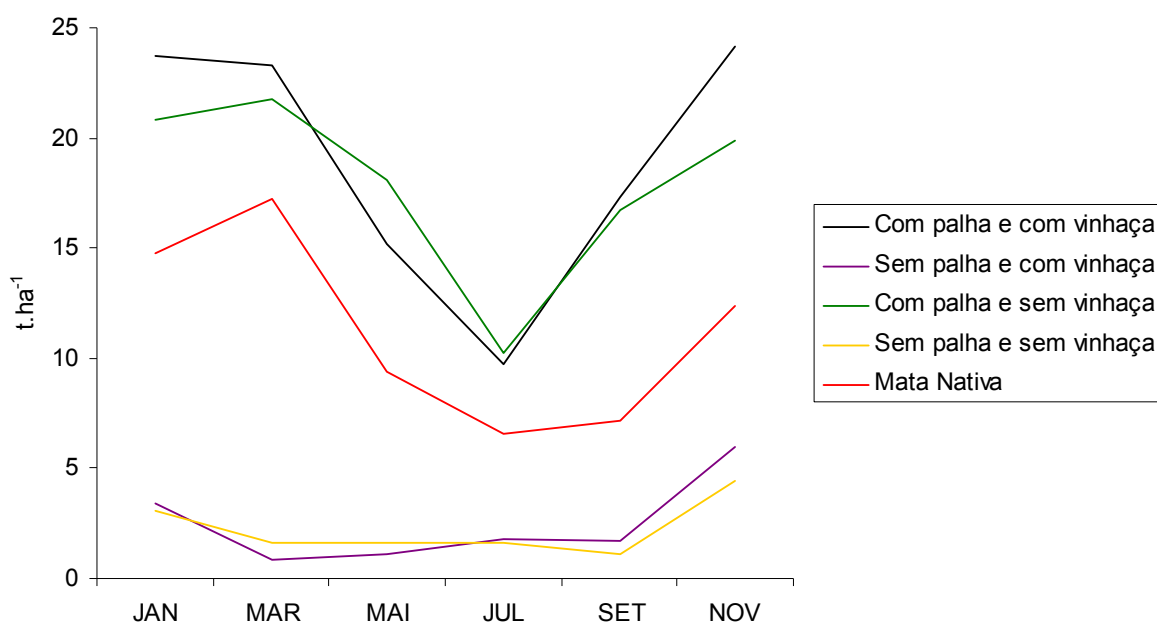


FIGURA 11 – VARIACÃO DA COBERTURA DE SOLO (t.ha⁻¹) NAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, AO LONGO DE SEIS ÉPOCAS AMOSTRAIS NO ANO DE 2008

FONTE: O autor (2009)

4.5 CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DOS SOLOS DO ESTUDO

A Tabela 3 apresenta os resultados da caracterização química média do solo, na profundidade de 0 - 5 cm, das áreas experimentais. Observando-se essa

tabela, a MN obteve os maiores valores de matéria orgânica, H+Al, alumínio, m%, CTC, ferro e manganês.

O tratamento SPCV obteve maiores valores de pH, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, soma de bases, V% e zinco. O tratamento CPCV obteve maiores valores de pH, potássio, magnésio e V%. O tratamento CPSV obteve os maiores valores para soma de bases e para manganês. O tratamento SPSV teve maiores valores para m%, alumínio, cobre e manganês.

Os valores de enxofre e boro não foram superiores estatisticamente em nenhum dos tratamentos.

O efeito da vinhaça parece ser mais importante para a fertilidade do solo, e menos importante para biologia do solo, embora Pimentel *et al.* (2006) tenham encontrado correlações positivas entre o aumento de grupos de organismos e o teor de fósforo, potássio e magnésio e o valor de pH, parâmetros edáficos influenciados pela aplicação de vinhaça.

TABELA 3 – RESULTADO DA CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA MÉDIA DO SOLO, ADVINDA DE SEIS REPETIÇÕES, NA PROFUNDIDADE DE 0 – 5 CM, DAS ÁREAS PERTENCENTES À USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, NO ANO DE 2008

Tratamento	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	H+Al	Al	Soma	CTC	Sat.	Sat.	S	Micronutrientes				
	CaCl ₂		resina						bases		bases	Al	SO ₄	Cu	Fe	Zn	Mn	B
									SB		V%	m%		----- DTPA -----				água quente
		g/dm ³	mg/dm ³	----- mmol _c /dm ³ -----					----- mg/dm ³ -----									
CPCV	5,57 A	15,50 B	41,50 B	2,15 A	17,17 AB	7,83 A	14,33 C	0,00 C	27,50 AB	41,83 B	65,33 A	0,00 B	7,67 A	0,62 C	34,00 B	1,70 B	4,13 B	0,24 A
SPCV	5,72 A	17,17 B	118,33 A	2,55 A	20,00 A	6,50 A	14,50 C	0,00 C	29,17 A	43,67 B	66,83 A	0,00 B	6,67 A	0,80 BC	40,50 B	2,55 A	3,73 B	0,22 A
CPSV	4,72 B	16,50 B	11,33 B	1,07 B	14,50 AB	2,83 C	22,83 B	1,00 B	18,50 A	41,33 B	45,17 B	5,17 B	9,50 A	1,10 B	13,17 C	0,93 C	17,55 A	0,24 A
SPSV	4,45 BC	13,83 B	19,00 B	1,68 AB	12,83 B	2,33 C	27,33 B	2,67 A	17,00 C	44,33 B	38,17 BC	14,33 A	10,00 A	1,63 A	10,00 C	1,18 BC	22,07 A	0,21 A
MN	4,15 C	29,33 A	9,50 B	1,07 B	16,83 AB	4,33 B	42,83 A	3,00 A	22,50 BC	65,33 A	34,17 C	13,83 A	10,50 A	0,70 C	136,00 A	1,23 BC	17,82 A	0,31 A

LEGENDA: CPCV – Com palha e com vinhaça; SPCV – Sem palha e com vinhaça; CPSV – Com palha e sem vinhaça; SPSV – Sem palha e sem vinhaça; MN – Mata nativa; M.O. – Matéria orgânica; P – Fósforo; K – Potássio; Ca – Cálcio; Mg – Magnésio; CTC – Capacidade de troca catiônica; Al – Alumínio; S – Enxofre; Cu – Cobre; Fe – Ferro; Zn – Zinco; Mn – Manganês; B – Boro.

FONTE: O autor (2009)

NOTA: Valores seguidos de letras maiúsculas (na coluna) representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a 5% entre os tratamentos. Valores seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

4.6 GRUPOS DE ORGANISMOS EDÁFICOS ENCONTRADOS NAS ÁREAS DE ESTUDO

Foram contabilizados no estudo um total de 11524 organismos edáficos, conforme a Tabela 4, dentre os grupos Acari Acariforme, Acari Parasitiforme, Araneae, Blattodea, Chilopoda, Collembola Arthropleona, Coleoptera, Collembola Symphypleona, Diplura, Diptera, Enchytraeidae, Ensifera, Hemiptera, Hymenoptera – Formiga, Isopoda, Isoptera, Lepidoptera, Pauropoda, Protura, Pseudoscorpiones e Symphyla. Do total de indivíduos, a maioria eram ácaros (6.567), colêmbolas (1.641) e formigas (2.429), concordando com os resultados encontrados por Antonioli *et al.* (2006). Em valores absolutos, o mês de destaque foi o de maio (3278 indivíduos), sendo o grupo Acari o maior responsável (1462 indivíduos Acari Acariforme e 1088 indivíduos Acari Parasitiforme).

De maneira geral, os grupos Acari Acariforme, Acari Parasitiforme, Diplura, Collembola Arthropleona e Hymenoptera – Formiga estiveram presentes em todas as coletas. Toledo (2003) relata que a ordem Hymenoptera, em especial os insetos sociais, possuem grande resistência às variações climáticas, o que pode explicar a ocorrência mais constante.

Os grupos Araneae, Collembola Symphypleona e Coleoptera estiveram presentes em todos os meses, exceto em janeiro. Protura, Diptera e Isoptera apareceram nos meses de maio, julho, setembro e novembro. Chilopoda e Pseudoscorpiones apareceram nos meses de julho e setembro. O grupo Enchytraeidae apareceu nas coletas de janeiro, setembro e novembro. Pauropoda e Symphyla foram mais raros, aparecendo apenas em maio e setembro, respectivamente.

TABELA 4 – NÚMERO ABSOLUTO DE ORGANISMOS EDÁFICOS ENCONTRADOS NOS MESES AMOSTRADOS NAS ÁREAS PERTENCENTES À USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, NO ANO DE 2008

ORGANISMO EDÁFICO	JANEIRO	MARÇO	MAIO	JULHO	SETEMBRO	NOVEMBRO	TOTAL
AcarA	168	311	1462	947	476	123	3487
AcarP	21	352	1088	998	479	142	3080
Arana	0	3	4	2	3	3	15
Blatt	0	0	3	2	0	0	5
Chilo	0	0	0	3	2	0	5
ColAr	4	347	169	130	449	387	1486
Coleo	0	3	12	27	20	17	79
ColSy	0	1	2	2	88	62	155
Diplu	1	14	39	5	17	5	81
Dipte	0	0	4	9	9	20	42
Enchy	2	0	0	0	3	3	8
Ensif	0	0	1	0	0	0	1
Hemip	0	3	8	5	18	5	39
HymeF	152	543	184	329	423	798	2429
Isopo	0	0	1	0	10	1	12
Isopt	0	0	5	1	4	3	13
Lepid	0	0	0	0	1	2	3
Pauro	0	0	1	0	0	0	1
Protu	0	0	212	8	49	59	328
Pseud	0	0	0	5	1	0	6
Symph	0	9	23	0	26	1	59
Outros	25	28	60	34	30	13	190
TOTAL	373	1614	3278	2507	2108	1644	11524

LEGENDA: AcarA: Acari Acariforme; AcarP: Acari Parasitiforme; Arana: Araneae; Blatt: Blattodea; Chilo: Chilopoda; ColAr: Collembola Arthropleona; Coleo: Coleoptera; ColSy: Collembola Symphyleona; Diplu: Diplura; Dipte: Diptera; Enchy: Enchytraeidae; Ensif: Ensifera; Hemip: Hemiptera; HymeF: Hymenoptera – Formiga; Isopo: Isopoda; Isopt: Isoptera; Lepid: Lepidoptera; Pauro: Pauropoda; Protu: Protura; Pseud: Pseudoscorpiones; Symph: Symphyla

Para o estudo, as análises estatísticas foram realizadas apenas para os indivíduos pertencentes à mesofauna, segundo classificação sugerida por Itis (2009). Abaixo, seguem os táxons encontrados:

1) Filo Arthropoda

A) Subfilo Chelicerata

→ Classe Arachnida

- Ordem Araneae
- Ordem Pseudoscorpiones
- Subclasse Acari
 - Superordem Parasitiforme
 - Superordem Acariforme

B) Subfilo Hexapoda

→ Classe Entognatha

- Ordem Diplura
- Ordem Protura
- Ordem Collembola
- Subordem Symphypleona
- Subordem Arthropleona

→ Classe Insecta

- Ordem Coleoptera
- Ordem Diptera
- Ordem Hymenoptera
 - Família: Formicidae
- Ordem Isoptera

C) Subfilo Myriapoda

→ Classe Chilopoda

→ Classe Pauropoda

→ Classe Symphyla

2) Filo Annelidae

→ Classe Clitellata

- Subclasse Oligochaeta

- Ordem Haplotaxida
 - Subordem Tubificina
 - Família Enchytraeidae

A Figura 12 mostra exemplos de alguns dos representantes da mesofauna, encontrados ao longo das épocas amostrais, nos diferentes tratamentos.

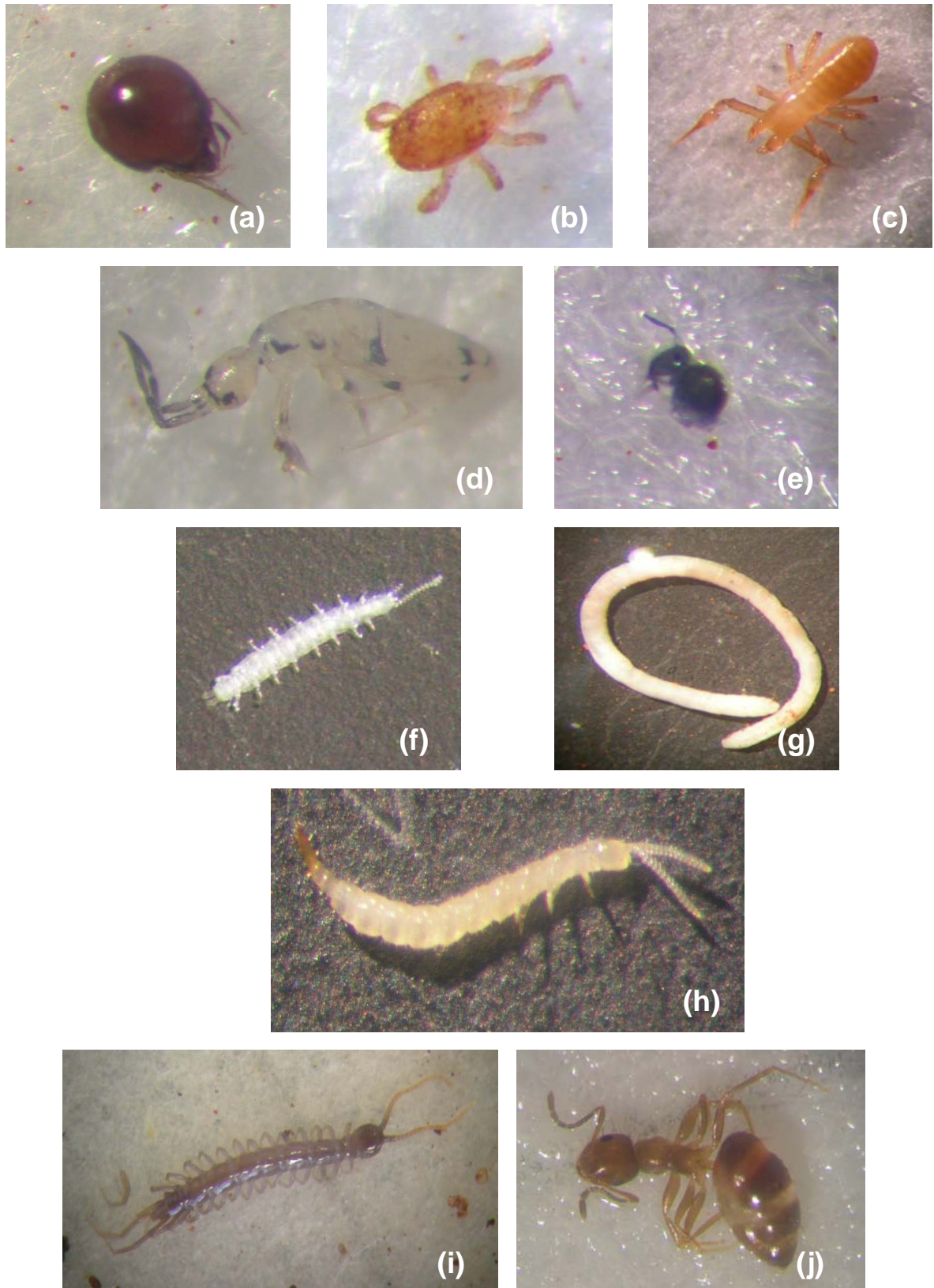


FIGURA 12 – ALGUNS REPRESENTANTES DA MESOFAUNA ENCONTRADOS NO ESTUDO REALIZADO NAS ÁREAS PETENCENTES À USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, NO ANO DE 2008: (a) ACARI ACARIFORME; (b) ACARI PARASITIFORME; (c) PSEUDOSCORPIONES; (d) COLLEMBOLA ARTHROPLEONA; (e) COLLEMBOLA SYMPHYPLEONA; (f) SYMPHYLA; (g) ENCHYTRAEIDAE; (h) DIPLURA; (i) CHILOPODA; (j) HYMENOPTERA - FORMIGA

FONTE: O autor (2008)

4.7 DENSIDADE DOS GRUPOS TAXONÔMICOS EM CADA COLETA

Para as densidades dos grupos taxonômicos em cada coleta, os grupos cujos resultados foram nulos não foram incluídos nas análises. Para estas, foram consideradas as médias das cinco repetições de cada parcela estudada.

Para o mês de janeiro (TABELA 5) as diferenças entre as densidades de cada tratamento foram significativas apenas para os grupos Acari Acariforme e Hymenoptera – Formiga, sendo o tratamento CPSV o que apresentou os maiores valores (2616 e 970 ind.m⁻², respectivamente).

TABELA 5 – DENSIDADE (ind.m⁻²) DOS GRUPOS TAXONÔMICOS DA MESOFAUNA ENCONTRADOS NAS ÁREAS PERTENCENTES À USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, NO MÊS DE JANEIRO DO ANO DE 2008

	CPCV	SPCV	CPSV	SPSV	MN
AcarA	173 b	0 d	2616 a	17 c	104 b
AcarP	208 a	0 a	121 a	0 a	35 a
ColAr	52 a	0 a	17 a	0 a	0 a
Diplu	0 a	0 a	0 a	0 a	17 a
Enchy	0 a	0 a	35 a	0 a	0 a
HymeF	935 a	624 ab	970 a	104 ab	0 b

LEGENDA: CPCV – Com palha e com vinhaça; SPCV – Sem palha e com vinhaça; CPSV – Com palha e sem vinhaça; SPSV – Sem palha e sem vinhaça; MN – Mata nativa; AcarA: Acari Acariforme; AcarP: Acari Parasitiforme; ColAr: Collembola Arthropleona; Diplu: Diplura; Enchy: Enchytraeidae; HymeF: Hymenoptera – Formiga.

FONTE: O autor (2009)

NOTA: Valores seguidos de letras minúsculas (na linha) representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a 5% entre as épocas no mesmo tratamento. Valores seguidos da mesma letra (na linha) não foram estatisticamente diferentes entre si.

Em março (TABELA 6) as maiores densidades foram encontradas nos tratamentos CPCV e MN. O grupo Hymenoptera – Formiga foi encontrado em todos os tratamentos. A densidade do grupo Acari Parasitiforme foi significativamente maior no tratamento CPCV (2789 ind.m⁻²). Já o grupo Acari Acariforme teve maior densidade no tratamento MN (2460 ind.m⁻²). No tratamento SPSV foi encontrado apenas o grupo Hymenoptera – Formiga. A presença do grupo Symphyla, foi mais expressiva no tratamento MN (104 ind.m⁻²). Assim, nota-se que neste mês, o

tratamento MN obteve, estatisticamente, maiores valores de densidade que os demais tratamentos.

TABELA 6 – DENSIDADE (ind.m⁻²) DOS GRUPOS TAXONÔMICOS DA MESOFAUNA ENCONTRADOS NAS ÁREAS PERTENCENTES À USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, NO MÊS DE MARÇO DO ANO DE 2008

	CPCV	SPCV	CPSV	SPSV	MN
AcarA	1161 b	121 c	1646 b	0 d	2460 a
AcarP	2789 a**	346 c	935 bc	0 c	2027 ab
Arana	0 a	35 a	0 a	0 a	17 a
ColAr	2252 a	87 a	2824 a	0 a	849 a
Coleo	17 a	0 a	0 a	0 a	35 a
ColSy	17 a	0 a	0 a	0 a	0 a
Diplu	0 b	0 b	0 b	0 b	242 a**
HymeF	4261 a	2321 a	1455 a	277 a	1091 a
Symph	52 b	0 c	0 c	0 c	104 a

LEGENDA: CPCV – Com palha e com vinhaça; SPCV – Sem palha e com vinhaça; CPSV – Com palha e sem vinhaça; SPSV – Sem palha e sem vinhaça; MN – Mata nativa; AcarA: Acari Acariforme; AcarP: Acari Parasitiforme; Arana: Araneae; ColAr: Collembola Arthropleona; Coleo: Coleoptera; ColSy: Collembola Symphipleona; Diplu: Diplura; HymeF: Hymenoptera – Formiga; Symph: Symphyla

FONTE: O autor (2009)

NOTA: Valores seguidos de letras minúsculas (na linha) representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a 5% entre as épocas no mesmo tratamento. Valores seguidos da mesma letra (na linha) não foram estatisticamente diferentes entre si. ** significância a 1%

No mês de maio (TABELA 7) houve diferenças significativas apenas para os grupos Acari (Acariforme e Parasitiforme), Hymenoptera – Formiga e Diplura, sendo a densidade significativamente maior para os dois últimos. Os Acari, tanto Acariforme quanto Parasitiforme, tiveram valores expressivos para o tratamento CPSV (17340 e 9458 ind.m⁻², respectivamente). Já os grupos Collembola Arthropleona e Diplura tiveram altas densidades no tratamento MN (1576 e 676 ind.m⁻², respectivamente). O grupo Hymenoptera – Formiga teve densidade significativa no tratamento SPCV (1334 ind.m⁻²).

TABELA 7 – DENSIDADE (ind.m⁻²) DOS GRUPOS TAXONÔMICOS DA MESOFAUNA ENCONTRADOS NAS ÁREAS PERTENCENTES À USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, NO MÊS DE MAIO DO ANO DE 2008

	CPCV	SPCV	CPSV	SPSV	MN
AcarA	3101 b	2321 b	17340 a	52 c	2512 b
AcarP	2235 b	970 bc	9458 a**	17 c	6167 ab
Arana	17 a	17 a	35 a	0 a	0 a
ColAr	398 ab	554 ab	398 ab	0 b	1576 a
Coleo	52 a	17 a	35 a	35 a	69 a
ColSy	0 a	0 a	17 a	0 a	17 a
Diplu	0 b	0 b	0 b	0 b	676 a**
Dipte	17 a	35 a	0 a	17 a	0 a
HymeF	433 ab	1334 a	710 ab	173 b	537 ab
Isopt	0 a	0 a	0 a	0 a	87 a
Pauro	0 a	0 a	0 a	0 a	17 a
Protu	17 a	52 a	3274 a	35 a	294 a
Symph	0 a	0 a	0 a	0 a	398 a

LEGENDA: CPCV – Com palha e com vinhaça; SPCV – Sem palha e com vinhaça; CPSV – Com palha e sem vinhaça; SPSV – Sem palha e sem vinhaça; MN – Mata nativa; AcarA; Acari Acariforme; AcarP: Acari Parasitiforme; Arana: Araneae; ColAr: Collembola Arthropleona; Coleo: Coleoptera; ColSy: Collembola Symphypleona; Diplu: Diplura; Dipte: Diptera; HymeF: Hymenoptera – Formiga; Isopt: Isoptera; Pauro: Pauropoda; Protu: Protura; Symph: Symphyla

FONTE: O autor (2009)

NOTA: Valores seguidos de letras minúsculas (na linha) representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a 5% entre as épocas no mesmo tratamento. Valores seguidos da mesma letra (na linha) não foram estatisticamente diferentes entre si. ** significância a 1%

Em julho (TABELA 8) apenas os grupos Acari (Parasitiforme e Acariforme), Collembola Arthropleona, Hymenoptera – Formiga e Pseudoscorpiones apresentaram valores significativos para a densidade nos tratamentos estudados. Os Acari (9597 ind.m⁻² para o Acariforme, 13893 ind.m⁻²) e Collembola Arthropleona (1230 ind.m⁻²) tiveram maiores valores de densidade para o tratamento CPSV. Já o grupo Hymenoptera – Formiga teve valores significativamente maiores no tratamento CPCV (3880 ind.m⁻²) e o Pseudoscorpiones teve maiores valores no tratamento MN (87 ind.m⁻²).

TABELA 8 – DENSIDADE (ind.m⁻²) DOS GRUPOS TAXONÔMICOS DA MESOFAUNA ENCONTRADOS NAS ÁREAS PERTENCENTES À USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, NO MÊS DE JULHO DO ANO DE 2008

	CPCV	SPCV	CPSV	SPSV	MN
AcarA	4331 ab	641 cd	9597 a	35 d	1802 bc
AcarP	1836 b	225 c	13893 a	35 d	1299 b
Arana	0 a	17,32 a	0 a	0 a	17 a
Chilo	0 a	0 a	35 a	0 a	17 a
ColAr	433 ab	35 b	1230 a	17 b	537 ab
Coleo	208 a	69 a	69 a	52 a	69 a
ColSy	17 a	0 a	0 a	0 a	17 a
Diplu	0 a	0 a	87 a	0 a	0 a
Dipte	35 a	35 a	0 a	17 a	69 a
HymeF	3880 a	1074 ab	433 ab	104 b	208 b
Isopt	0 a	0 a	0 a	0 a	17 a
Protu	104 a	0 a	35 a	0 a	0 a
Pseud	0 b	0 b	0 b	0 b	87 a**

LEGENDA: CPCV – Com palha e com vinhaça; SPCV – Sem palha e com vinhaça; CPSV – Com palha e sem vinhaça; SPSV – Sem palha e sem vinhaça; MN – Mata nativa; AcarA: Acari Acariforme; AcarP: Acari Parasitiforme; Arana: Araneae; Chilo: Chilopoda; ColAr: Collembola Arthropleona; Coleo: Coleoptera; ColSy: Collembola Symphypleona; Diplu: Diplura; Dipte: Diptera; HymeF: Hymenoptera – Formiga; Isopt: Isoptera; Protu: Protura; Pseud: Pseudoscorpiones

FONTE: O autor (2009)

NOTA: Valores seguidos de letras minúsculas (na linha) representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a 5% entre as épocas no mesmo tratamento. Valores seguidos da mesma letra (na linha) não foram estatisticamente diferentes entre si. ** significância a 1%.

Em setembro (TABELA 9), o tratamento MN obteve valores superiores, estatisticamente, de densidade em relação aos demais tratamentos principalmente pela presença dos grupos que apresentaram maiores valores de densidade: Diplura, Isoptera, Acari (Acariforme e Parasitiforme) e Symphyla; para estes três últimos grupos, as diferenças foram altamente significativas (69 ind.m⁻², 5820 ind.m⁻² e 450 ind.m⁻², respectivamente). O grupo Protura apresentou densidade significativamente maior nos tratamentos CPSV e MN (450 e 364 ind.m⁻², respectivamente).

TABELA 9 – DENSIDADE (ind.m^{-2}) DOS GRUPOS TAXONÔMICOS DA MESOFAUNA ENCONTRADOS NAS ÁREAS PERTENCENTES À USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, NO MÊS DE SETEMBRO DO ANO DE 2008

	CPCV	SPCV	CPSV	SPSV	MN
AcarA	831 b	139 c	3603 a	121 c	3551 a
AcarP	814 b	156 b	1438 b	69 b	5820 a**
Arana	0 a	0 a	17 a	0 a	35 a
Chilo	17 a	0 a	17 a	0 a	0 a
ColAr	2391 a	779 a	2252 a	450 a	1905 a
Coleo	87 a	87 a	52 a	52 a	69 a
ColSy	121 b	346 ab	35 b	797 a	225 b
Diplu	0 b	0 b	0 b	0 b	294 a
Dipte	17 a	0 a	17 a	17 a	104 a
Enchy	17 a	0 a	0 a	35 a	0 a
HymeF	3049 a	2079 a	658 a	1316 a	225 a
Isopt	0 b	0 b	0 b	0 b	69 a**
Protu	35 b	0 c	450 a	0 c	364 a
Pseud	0 a	0 a	0 a	0 a	17 a
Symph	0 b	0 b	0 b	0 b	450 a**

LEGENDA: CPCV – Com palha e com vinhaça; SPCV – Sem palha e com vinhaça; CPSV – Com palha e sem vinhaça; SPSV – Sem palha e sem vinhaça; MN – Mata nativa; AcarA: Acari Acariforme; AcarP: Acari Parasitiforme; Arana: Araneae; Chilo: Chilopoda; ColAr: Collembola Arthropleona; Coleo: Coleoptera; ColSy: Collembola Symphypleona; Diplu: Diplura; Dipte: Diptera; Enchy: Enchytraeidae; HymeF: Hymenoptera – Formiga; Isopt: Isoptera; Protu: Protura; Pseud: Pseudoscorpiones; Symph: Symphyla

FONTE: O autor (2009)

NOTA: Valores seguidos de letras minúsculas (na linha) representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a 5% entre as épocas no mesmo tratamento. Valores seguidos da mesma letra (na linha) não foram estatisticamente diferentes entre si. ** significância a 1%

No último mês amostrado, ou seja, em novembro (TABELA 10) os grupos mais expressivos foram Collembola Arthropleona e Collembola Symphypleona, ambos com valores significativamente maiores no tratamento SPSV (2460 e 831 ind.m^{-2} , respectivamente). Hymenoptera – Formiga também apresentou valores significativos de densidade, para os tratamentos CPCV (9025 ind.m^{-2}) e SPCV (3690 ind.m^{-2}). O grupo Protura apresentou uma densidade de 589 ind.m^{-2} , sendo também significativo estatisticamente.

TABELA 10 – DENSIDADE (ind.m⁻²) DOS GRUPOS TAXONÔMICOS DA MESOFAUNA ENCONTRADOS NAS ÁREAS PERTENCENTES À USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, NO MÊS DE NOVEMBRO DO ANO DE 2008

	CPCV	SPCV	CPSV	SPSV	MN
AcarA	745 a	260 a	468 a	277 a	381 a
AcarP	364 a	225 a	606 a	589 a	676 a
Arana	17 a	0 a	17 a	17 a	0 a
ColAr	1368 ab	1784 ab	901 ab	2460 a	190 b
Coleo	69 a	87 a	17 a	87 a	35 a
ColSy	87 c	156 b	0 d	831 a	0 d
Diplu	0 a	0 a	17 a	0 a	69 a
Dipte	0 a	17 a	139 a	87 a	104 a
Enchy	0 a	0 a	0 a	52 a	0 a
HymeF	9025 a	3690 a	35 b	398 ab	676 ab
Isopt	17 a	17 a	0 a	0 a	17 a
Protu	242 ab	17 b	589 a	52 b	121 b
Symph	0 a	0 a	0 a	0 a	17 a

LEGENDA: CPCV – Com palha e com vinhaça; SPCV – Sem palha e com vinhaça; CPSV – Com palha e sem vinhaça; SPSV – Sem palha e sem vinhaça; MN – Mata nativa; AcarA: Acari Acariforme; AcarP: Acari Parasitiforme; Arana: Araneae; ColAr: Collembola Arthropleona; Coleo: Coleoptera; ColSy: Collembola Symphypleona; Diplu: Diplura; Dipte: Diptera; Enchy: Enchytraeidae; HymeF: Hymenoptera – Formiga; Isopt: Isoptera; Protu: Protura; Symph: Symphyla

FONTE: O autor (2009)

NOTA: Valores seguidos de letras minúsculas (na linha) representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a 5% entre as épocas no mesmo tratamento. Valores seguidos da mesma letra (na linha) não foram estatisticamente diferentes entre si. ** significância a 1%

4.7.1 Flutuação populacional de acordo com a época de coleta

Para a análise da flutuação populacional dos grupos taxonômicos, foram apresentados somente os gráficos onde ocorreram diferenças significativas no número de organismos da mesofauna edáfica. Para a confecção destes gráficos foram consideradas as médias das cinco repetições de cada parcela estudada.

Observando-se a Figura 13, nota-se que a densidade do grupo Acari Acariforme foi maior, estatisticamente, nos meses de maio (para os tratamentos SPCV e CPSV), julho (para o tratamento CPCV), novembro (para o tratamento SPSV) e setembro (para a MN). O tratamento que mais chama atenção é o CPSV. No mês de maio, a população de Acari Acariforme neste tratamento chegou a 17340, tendo uma grande queda na densidade de indivíduos a partir deste mês. O

tratamento com menores densidades foi o SPSV, variando de 0 (no mês de março) a 277 ind.m⁻² (no mês de novembro).

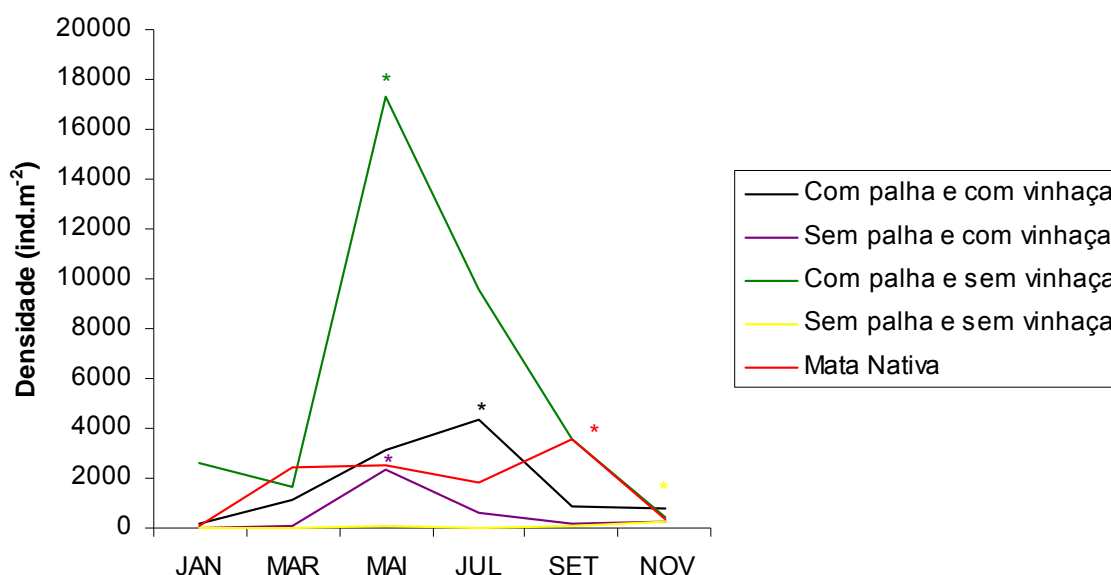


FIGURA 13 – FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE ACARI ACARIFORME NAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, AO LONGO DO ANO DE 2008

FONTE: O autor (2009)

NOTA: * meses em que os resultados tiveram maiores valores significativos pelo teste de Duncan a 5% entre as épocas no mesmo tratamento

Quanto à flutuação populacional, o grupo Acari Parasitiforme (FIGURA 14) apresentou valores estatisticamente superiores nos meses de março (para o tratamento CPCV), maio (para a MN e CPCV), julho (para o tratamento CPSV), setembro (para a MN) e novembro (para o tratamento SPSV). O tratamento CPSV tem destaque no mês de julho, onde atinge uma densidade de 13893 ind.m⁻². O tratamento com menores densidades foi o SPSV, com estas variando de 0 (nos meses de janeiro e março) a 589 ind.m⁻² (no mês de novembro).

No tratamento MN, para o mês de setembro para os dois grupos Acari (Parasitiforme e Acariforme), houve um pico populacional após período chuvoso, que ocorreu em agosto. O mesmo resultado foi obtido em um estudo sobre a mesofauna edáfica em áreas de regeneração natural no estado do Paraná, por Uhlig (2005). A autora afirmou ainda que, estes picos podem estar relacionados com a maior disponibilidade de alimento para outros integrantes da mesofauna, possíveis presas dos ácaros predadores. A maior incidência da precipitação aumenta a

conservação da umidade do solo, fato que conforme Sautter (2001) proporciona elevação das populações e atividade de bactérias, sendo que, segundo Lavelle e Spain (2001), a maioria dos grupos taxonômicos de Acari alimenta-se de bactérias, fungos e algas, e por conseguinte, os grupos predadores alimentam-se dos demais grupos herbívoros ou micófagos.

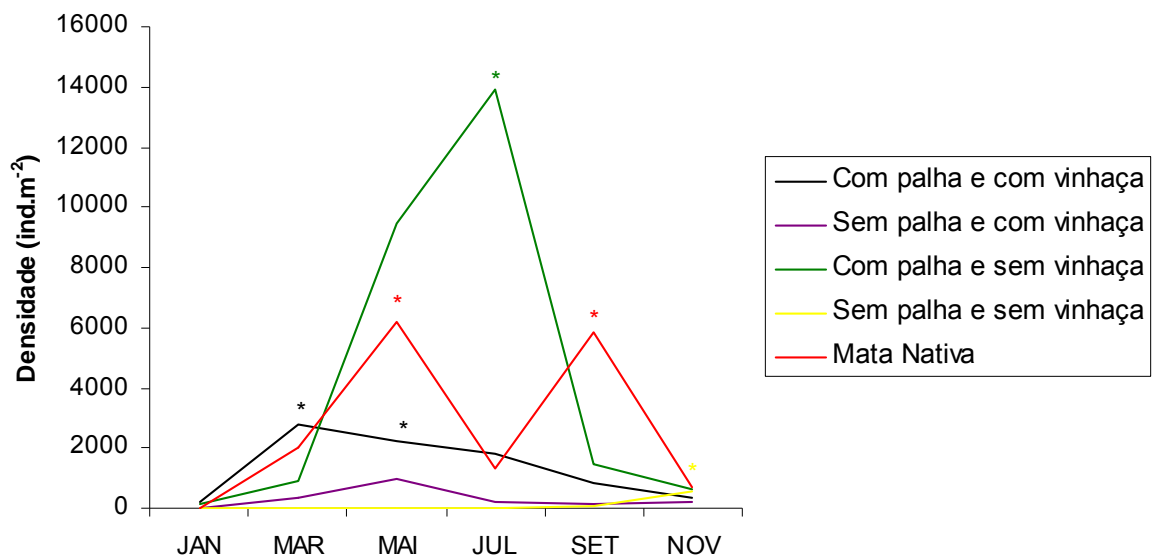


FIGURA 14 – FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE ACARI PARASITIFORME NAS ÁREAS DA USINA ALTO ALÉGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, AO LONGO DO ANO DE 2008

FONTE: O autor (2009)

NOTA: * meses em que os resultados tiveram maiores valores significativos pelo teste de Duncan a 5% entre as épocas no mesmo tratamento

Observando-se a Figura 15, nota-se que a densidade do grupo Collembola Arthropleona foi superior, estatisticamente, nos meses de março (para o tratamento CPCV), maio (para a MN), setembro (para a MN e CPCV) e novembro (para os tratamentos SPCV e SPSV). A maioria dos picos populacionais ocorrem nos mesmos meses para quase todos os tratamentos. Destaca-se, também, que os tratamentos onde há palha há maiores picos populacionais nos meses de março e setembro.

Os picos populacionais dos grupos Collembola podem estar relacionados à proliferação de organismos do solo de uma maneira geral após períodos chuvosos, que podem ter proporcionado condições propícias de umidade para o desenvolvimento de fungos, recurso alimentar para os Arthropleona (CANHOS,

1998). Pode haver ainda, uma relação à maior cobertura do solo nos meses de inverno, conforme observado por Uhlig (2005). Essa cobertura de solo promove um aumento da disponibilidade de material vegetal em decomposição no período posterior à deposição, sendo este material uma das principais fontes alimentares de Collembola (LAVELLLE; SPAIN, 2001).

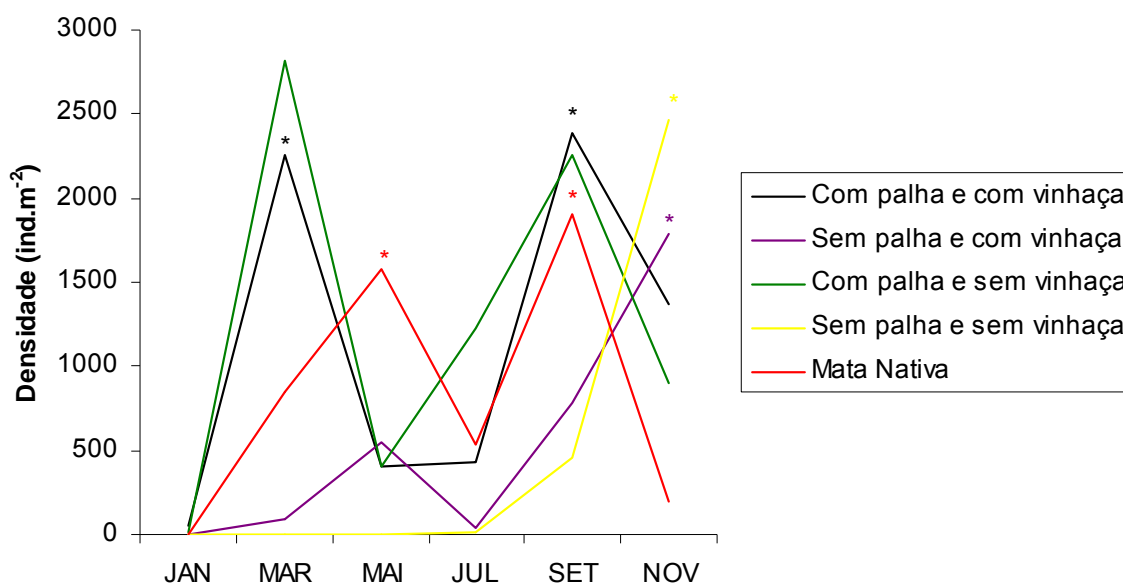


FIGURA 15 – FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE COLLEMBOLA ARTHROPLEONA NAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, AO LONGO DO ANO DE 2008

FONTE: O autor (2009)

NOTA: * meses em que os resultados tiveram maiores valores significativos pelo teste de Duncan a 5% entre as épocas no mesmo tratamento

O grupo de Collembola Symphypleona (FIGURA 16) apresentou valores estatisticamente superiores nos meses de setembro e novembro, ambos para os tratamentos SPCV e SPSV. O tratamento que se destaca é o SPSV, atingindo um total de 831 ind.m⁻². Até o mês de julho, a densidade foi extremamente baixa, variando de 0 a 17 ind.m⁻². Somente a partir de setembro é que a população aumentou.

Para Davies (1928) e Agrell (1944) provavelmente o fator mais importante que influencia a distribuição dos Collembola é a umidade, sendo possível usá-los como indicadores das condições hídricas do solo. Murphy (1963) e Hale (1971) demonstraram que as mudanças nas populações de colêmbolos parecem estar

determinadas por fatores físicos que produzem alterações na quantidade de água do habitat, e por isso, a composição pode estar relacionada com o conteúdo hídrico do solo.

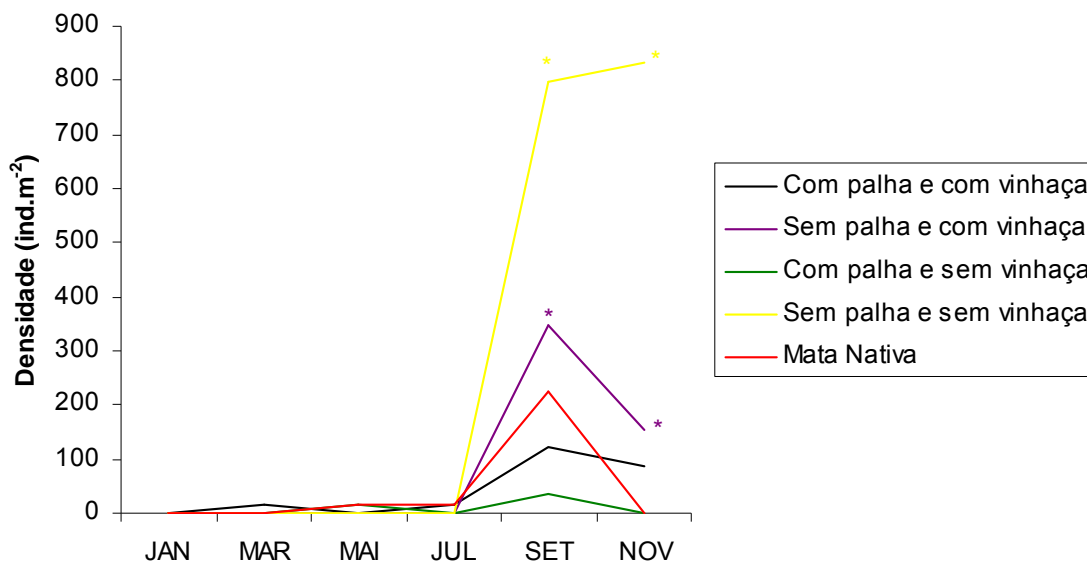


FIGURA 16 – FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE COLLEMBOLA SYMPHYLEONA NAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, AO LONGO DO ANO DE 2008

FONTE: O autor (2009)

NOTA: * meses em que os resultados tiveram maiores valores significativos pelo teste de Duncan a 5% entre as épocas no mesmo tratamento

O grupo Diplura (FIGURA 17) apresentou valores estatisticamente superiores nos meses de maio e setembro apenas para a MN. Em maio foram encontrados 676 ind.m⁻². Apenas no tratamento CPSV e a MN foram encontrados indivíduos deste grupo. Há famílias de Diplura que são predadoras de ácaros, Enchytraeidae, esporos e micélios de fungos, pequenos artrópodos e detritos. Outras são predadoras de colêmbolas, Isopoda, Symphyla e micélios de fungos (DINDAL, 1990).

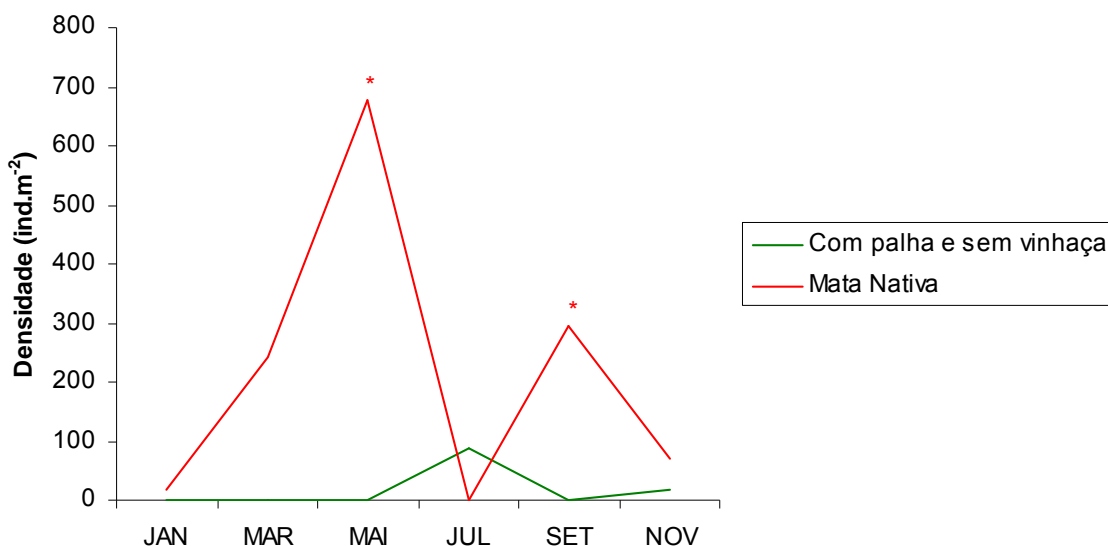


FIGURA 17 – FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE DIPLURA NAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, AO LONGO DO ANO DE 2008

FONTE: O autor (2009)

NOTA: * meses em que os resultados tiveram maiores valores significativos pelo teste de Duncan a 5% entre as épocas no mesmo tratamento

Observando-se a Figura 18, nota-se que a densidade do grupo Diptera foi superior, estatisticamente, nos meses de julho e setembro (ambos para a MN) e novembro (para o tratamento CPSV e para a MN). A maior densidade do grupo encontrada foi de 139 ind.m⁻².

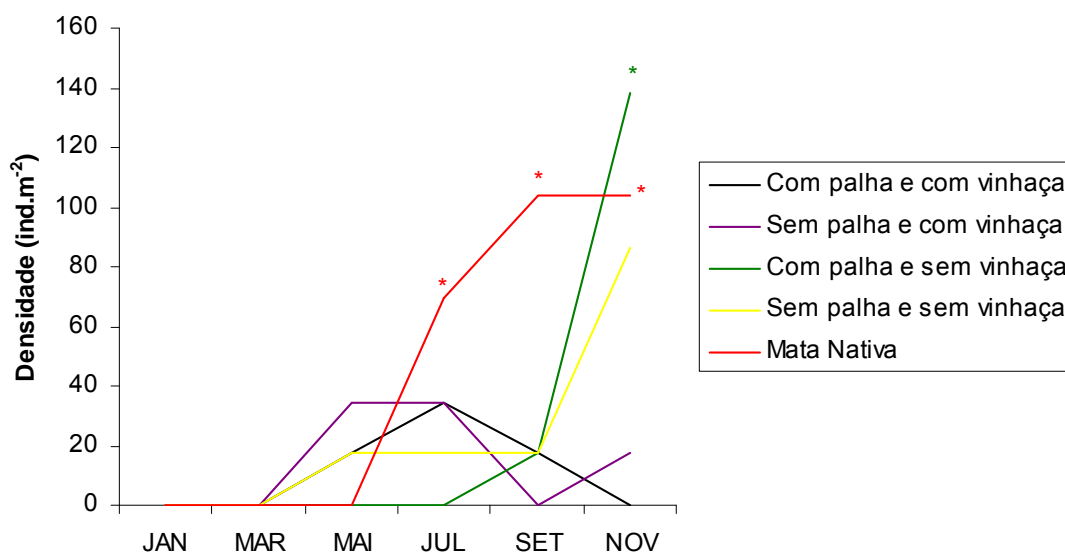


FIGURA 18 – FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE DIPTERA NAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, AO LONGO DO ANO DE 2008

FONTE: O autor (2009)

NOTA: * meses em que os resultados tiveram maiores valores significativos pelo teste de Duncan a 5% entre as épocas no mesmo tratamento

Observando-se a Figura 19, nota-se que a densidade do grupo Hymenoptera – Formiga foi superior, estatisticamente, nos meses de março, maio e novembro, apenas para a MN. Segundo Wallwork (1970), flutuações extremas no tamanho das populações são certamente incomuns para insetos sociais como as formigas, porém como elas possuem uma alta capacidade de deslocamento entre diferentes áreas, é possível que se encontrem picos populacionais em épocas diferentes, devido ao deslocamento de uma área para outra, à procura de melhores condições ambientais e maior disponibilidade de alimento, bem como a época de revoadas. Segundo Della Lucia e Fowler (1993) as altas densidades encontradas para este grupo, em todas as áreas de estudo, podem ser explicadas pelo método de amostragem utilizado. Outra explicação seria pelo fato da eliminação da vegetação nativa ou manejo antrópico de ecossistemas naturais causar uma desestruturação temporal da comunidade de Formicidae, reduzindo, conseqüente, o número de competidores e inimigos naturais, fornecendo à esta, o meio ideal para a propagação e ocupação de áreas não ocupadas ou ocupadas em baixas densidades (MERLIM, 2005).

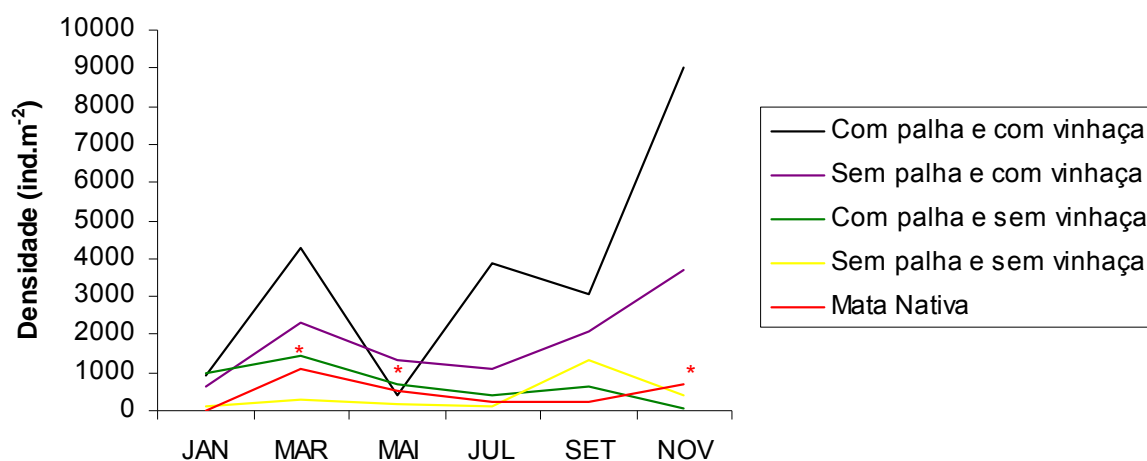


FIGURA 19 – FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE HYMENOPTERA – FORMIGA NAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, AO LONGO DO ANO DE 2008

FONTE: O autor (2009)

NOTA: * meses em que os resultados tiveram maiores valores significativos pelo teste de Duncan a 5% entre as épocas no mesmo tratamento

O grupo Protura (FIGURA 20) apresentou valores estatisticamente superiores nos meses de maio (para o tratamento CPSV) e setembro (para a MN). O

maior pico foi de 3274 ind.m⁻². Nos meses de janeiro e março não apareceu nenhum indivíduo pertencente a este grupo. Este grupo se associa a altos níveis de matéria orgânica e são mais comumente registrados para ambientes florestais. (UPTON, 1991).

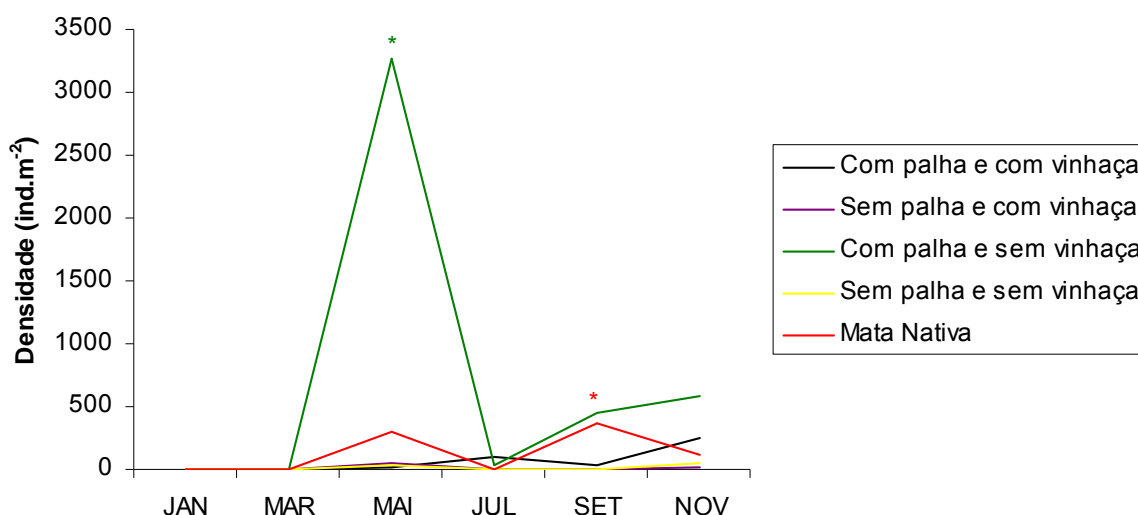


FIGURA 20 – FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE PROTURA NAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, AO LONGO DO ANO DE 2008

FONTES: O autor (2009)

NOTA: * meses em que os resultados tiveram maiores valores significativos pelo teste de Duncan a 5% entre as épocas no mesmo tratamento

Observando a Figura 21, nota-se que a população de Pseudoscorpiones apresentou resultado significativo apenas para o mês de julho, e somente na MN. A densidade foi de 87 ind.m⁻² para este mês. Nos demais meses (com exceção de setembro) e tratamentos não foi encontrado nenhum indivíduo, se assemelhando ao estudo de UHLIG (2005).

Pseudoescorpiones são considerados importantes predadores no ecossistema edáfico, responsáveis pela regulação das populações de pequenos artrópodos do solo, tais como Collembola, Psocoptera, besouros e suas larvas, Acari e formigas (WEYGOLDT, 1969).

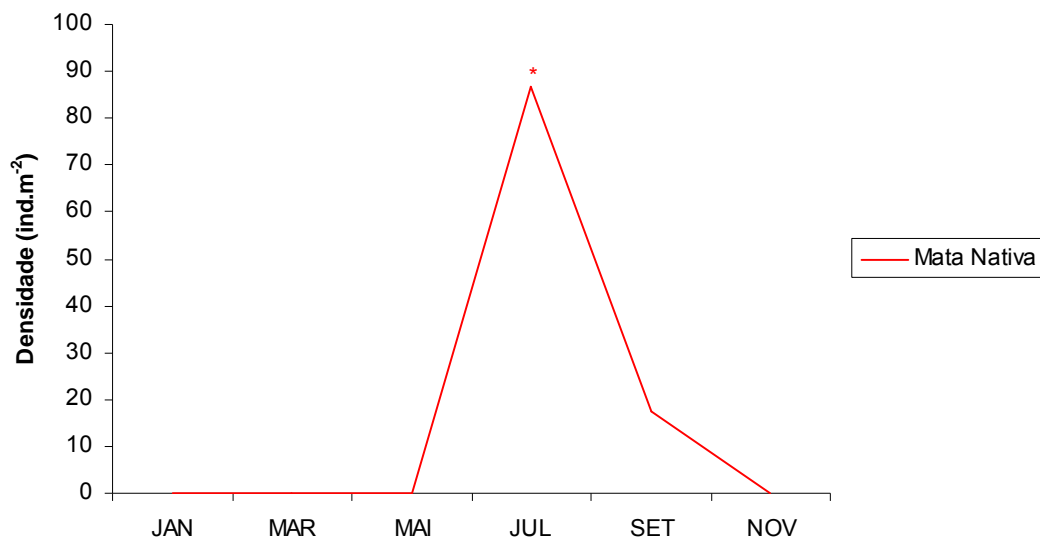


FIGURA 21 – FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE PSEUDOSCORPIONES NAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, AO LONGO DO ANO DE 2008

FONTE: O autor (2009)

NOTA: * meses em que os resultados tiveram maiores valores significativos pelo teste de Duncan a 5% entre as épocas no mesmo tratamento

O grupo Symphyla (FIGURA 22) apresentou valores superiores, estatisticamente, apenas no mês de setembro e somente para a MN, chegando a 450 ind.m⁻². Nos meses de janeiro e julho não foi encontrado nenhum indivíduo pertencente a esse grupo.

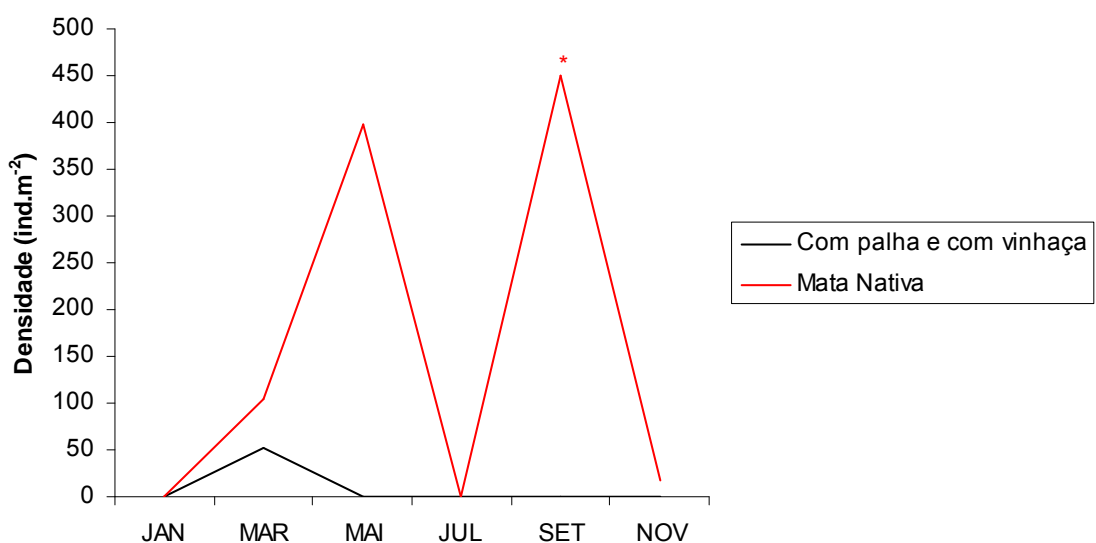


FIGURA 22 – FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE SYMPHYLA NAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, AO LONGO DO ANO DE 2008

FONTE: O autor (2009)

NOTA: * meses em que os resultados tiveram maiores valores significativos pelo teste de Duncan a 5% entre as épocas no mesmo tratamento

Ressalta-se que a avaliação da atividade da fauna e da interferência do manejo do solo sobre a mesma não é uma tarefa fácil, pois ocorrem variações na eficiência de coleta, conforme as técnicas de amostragem e extração dos animais empregada (BACHELIER, 1978). De acordo com Lee (1994), os organismos da fauna edáfica apresentam comportamento sazonal ou são ativos apenas em determinados períodos do ano. Além disso, apresentam caráter oportunista, explorando condições favoráveis do solo para aumentarem rapidamente suas populações, as quais podem, logo em seguida, serem reduzidas novamente (LEE, 1994). Para Assad (1997), a sazonalidade pluviométrica também afeta estas populações, visto que estes têm na água o principal fator limitante da sua atividade.

4.8 CONSEQUÊNCIAS DO MANEJO SOBRE AS POPULAÇÕES E DIVERSIDADE DA MESOFAUNA

4.8.1 Efeito à densidade total

Ao longo do ano, observou-se que a densidade de organismos da mesofauna (TABELA 11) variou de 121 ind.m⁻² (no mês de janeiro no tratamento SPSV) a 31268 ind.m⁻² (no mês de maio no tratamento CPSV). Nos meses de janeiro, setembro e novembro não houve diferença significativa entre os tratamentos estudados. No mês de março o tratamento CPCV apresentou densidade de indivíduos significativamente maior em comparação ao tratamento SPSV. Nos meses de maio e julho, os maiores valores da densidade da mesofauna foram encontrados no tratamento CPSV (31268 e 25378 ind.m⁻², respectivamente), sendo altamente significativos. Quanto à diferença entre as épocas dentro do tratamento, não houve diferença significativa no tratamento CPCV, porém, tanto para o tratamento SPCV quanto para o tratamento SPSV, o mês de novembro apresentou a maior densidade da mesofauna (6254 e 4850 ind.m⁻², respectivamente). Para o tratamento MN, os meses de maio e setembro apresentaram maiores valores de densidade, sendo altamente significativos (12351 e 13131 ind.m⁻², respectivamente). Para o tratamento CPSV, o maior valor da densidade foi encontrado no mês de

maio. Ao que se referem às médias anuais, os tratamentos com as maiores densidades foram CPSV e CPCV (13099 e 8058 ind.m⁻², respectivamente), seguidos do MN, SPCV e, por último, SPSV. Nas médias entre as épocas não houve diferença significativa. Portanto, houve um importante efeito da manutenção da palha e ausência de queima sobre a densidade total da mesofauna. A vinhaça teve menos efeito sobre os organismos da mesofauna edáfica do que a ausência de queima (colheita manual). A manutenção da palha sobre o solo pode melhorar o microclima para os organismos do solo, especialmente nas camadas superiores, diminuindo a temperatura do solo superficial e a perda de umidade, em relação a áreas descobertas.

TABELA 11 – DENSIDADE TOTAL (ind.m⁻²) DA MESOFAUNA ENCONTRADA NAS ÁREAS PERTENCENTES À USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, NO ANO DE 2008

Tratamento	JAN	MAR	MAI	JUL	SET	NOV	MÉDIA
CPCV	1369 A a	10550 A** a	6271 B a	10844 AB a	7380 A a	11936 A a	8058 A
SPCV	624 A c	2910 AB ab	5301 B ab	2096 B bc	3586 A ab	6254 A a	3462 C
CPSV	3759 A c	6860 AB bc	31268 A** a	25378 A** ab	8540 A ab	2789 A c	13099 A
SPSV	121 A e	277 B d	329 C c	260 C d	2858 A b	4850 A a	1449 D
MN	156 A d	6825 AB ab	12351 B a**	4140 B bc	13131 A a**	2287 A c	6482 B
Média	1206 a	5484 a	11104 a	8544 a	7099 a	5623 a	

LEGENDA: CPCV – Com palha e com vinhaça; SPCV – Sem palha e com vinhaça; CPSV – Com palha e sem vinhaça; SPSV – Sem palha e sem vinhaça; MN – Mata nativa

FONTE: O autor (2009)

NOTA: Valores seguidos de letras maiúsculas (na coluna) e de letras minúsculas (na linha) representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a 5% entre os tratamentos na mesma época e entre as épocas no mesmo tratamento, respectivamente. Valores seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente entre si. ** significância a 1%

4.8.2 Efeito ao índice de diversidade de Shannon

Os Índices de Diversidade de Shannon (TABELA 12) variaram de 0 (para o tratamento SPSV, nos meses de janeiro e março) a 0,6615 (para o tratamento MN no mês de setembro). Pode-se observar que não houve diferenças significativas entre os tratamentos para os meses de maio, julho, setembro e novembro. Tanto para o mês de janeiro quanto para o mês de março, o tratamento CPCV obteve os maiores índices de Shannon (0,3943 e 0,5047, respectivamente), sendo altamente

significativo para o mês de março, juntamente com o tratamento MN (0,6437). Para os tratamentos SPSV e CPSV, o mês de novembro apresentou os maiores índices de Shannon (0,6517 e 0,6100, respectivamente) na diferença entre as épocas. Para os demais tratamentos, não houve diferença significativa entre as épocas amostradas. Para as médias anuais de cada tratamento, não houve diferença significativa. Já entre as épocas, os meses que apresentaram as maiores médias foram setembro (0,5730) e novembro (0,5544), sendo altamente significativos, seguidos de maio, julho, março e janeiro, em ordem decrescente. Assim como na densidade, houve um efeito importante da ausência de queima e aplicação de vinhaça sobre a diversidade da mesofauna, qual também foi importante na mata. Segundo Souza *et al.* (2005b) a maior exposição do solo à perda de umidade, a maior variação de temperatura e o menor aporte de alimento para alguns grupos, em consequência da eliminação da liteira, leva à diminuição do número dos organismos mais sensíveis, reduzindo sua diversidade.

TABELA 12 – ÍNDICES DE DIVERSIDADE DE SHANNON DA MESOFAUNA ENCONTRADA NAS ÁREAS PERTENCENTES À USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, NO ANO DE 2008

Tratamento	JAN	MAR	MAI	JUL	SET	NOV	MÉDIA
CPCV	0,3943 A a	0,5027 A** a	0,4364 A a	0,4476 A a	0,5589 A a	0,4765 A a	0,4694 A
SPCV	0,0000 D a	0,3062 B a	0,4964 A a	0,4231 A a	0,5213 A a	0,4470 A a	0,3657 A
CPSV	0,3239 B c	0,2752 B c	0,4148 A bc	0,4116 A bc	0,5978 A ab	0,6517 A a**	0,4458 A
SPSV	0,0000 D d	0,0000 C d	0,4533 A c	0,4163 A c	0,5257 A b	0,6100 A a	0,3342 A
MN	0,1527 C a	0,6437 A** a	0,6595 A a	0,6060 A a	0,6615 A a	0,5866 A a	0,5517 A
Média	0,1742 e	0,3455 d	0,4921 b	0,4609 c	0,5730 a**	0,5544 a**	

LEGENDA: CPCV – Com palha e com vinhaça; SPCV – Sem palha e com vinhaça; CPSV – Com palha e sem vinhaça; SPSV – Sem palha e sem vinhaça; MN – Mata nativa

FONTE: O autor (2009)

NOTA: Valores seguidos de letras maiúsculas (na coluna) e de letras minúsculas (na linha) representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a 5% entre os tratamentos na mesma época e entre as épocas no mesmo tratamento, respectivamente. Valores seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente entre si. ** significância a 1%

4.8.3 Efeito ao índice de equitabilidade de Pielou

No decorrer do ano, os valores dos Índices de Equitabilidade de Pielou (TABELA 13) variaram de 0 (para o tratamento SPCV no mês de janeiro, e também para SPSV, nos meses de janeiro e março) a 0,3956 (para o tratamento MN no mês de setembro). Motta (2006), estudando a comunidade de fauna do solo em fragmentos florestais de Mata Atlântica na cidade do Rio de Janeiro, obteve índices de equitabilidade menores que 0,31, resultando em índices de diversidade menores que 1, que demonstram intensa dominância na comunidade e indicam um ambiente perturbado, conforme demonstraram Pielou, (1975) e Odum (1988).

Tanto no mês de janeiro quanto no de março, os melhores índices foram encontrados no tratamento CPCV; contudo, em março, a equitabilidade também foi alta no MN. O tratamento SPSV ficou com os menores índices nos meses em que houve significância (janeiro e março). Não houve diferenças significativas entre os tratamentos nos meses de maio, julho, setembro e novembro. Entre as épocas, para os tratamentos CPCV, SPCV e MN, não houve diferença significativa. O mês de novembro apresentou os maiores Índices de Equitabilidade de Pielou tanto para o tratamento CPSV (0,3898), quanto para o tratamento SPSV (0,3648), sendo altamente significativo para o primeiro. Quanto às médias, os maiores índices apareceram nos meses de setembro (0,3427) e novembro (0,3315), sendo os valores altamente significativos. Na sequência, em ordem decrescente, vieram os meses de maio, julho, março e janeiro. Entre os tratamentos, não houve diferenças significativas entre as médias.

TABELA 13 – ÍNDICES DE EQUITABILIDADE DE PIELOU DA MESOFAUNA ENCONTRADA NAS ÁREAS PERTENCENTES À USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, NO ANO DE 2008

Tratamento	JAN	MAR	MAI	JUL	SET	NOV	MÉDIA
CPCV	0,2358 A a	0,3006 A** a	0,2610 A a	0,2677 A a	0,3342 A a	0,2850 A a	0,2807 A
SPCV	0,0000 D a	0,1831 B a	0,2969 A a	0,2530 A a	0,3117 A a	0,2673 A a	0,2187 A
CPSV	0,1937 B c	0,1646 B c	0,2481 A bc	0,2462 A bc	0,3575 A ab	0,3898 A a**	0,2667 A
SPSV	0,0000 D d	0,0000 C d	0,2711 A c	0,2490 A c	0,3144 A b	0,3648 A a	0,1999 A
MN	0,0913 C a	0,3850 A** a	0,3944 A a	0,3624 A a	0,3956 A a	0,3508 A a	0,3299 A
Média	0,1042 e	0,2067 d	0,2943 b	0,2757 c	0,3427 a**	0,3315 a**	

LEGENDA: CPCV – Com palha e com vinhaça; SPCV – Sem palha e com vinhaça; CPSV – Com palha e sem vinhaça; SPSV – Sem palha e sem vinhaça; MN – Mata nativa

FONTE: O autor (2009)

NOTA: Valores seguidos de letras maiúsculas (na coluna) e de letras minúsculas (na linha) representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a 5% entre os tratamentos na mesma época e entre as épocas no mesmo tratamento, respectivamente. Valores seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente entre si. ** significância a 1%.

4.8.4 Efeito à riqueza

Ao longo do ano, os valores de riqueza (TABELA 14) variaram de 1,0 (tratamento SPSV no mês de janeiro) a 11,3 grupos taxonômicos (tratamento MN no mês de setembro). Apenas para o mês de novembro não houve diferenças significativas entre os valores. Para os meses de março, maio e setembro, o tratamento MN apresentou os maiores valores de riqueza (7,0, 8,0 e 11,3, respectivamente), sendo altamente significativos em todos esses. No mês de julho, o tratamento MN teve uma leve tendência a ter o maior valor de riqueza (8,0). Já para o mês de janeiro, os tratamentos CPCV (3,7) e CPSV (3,3) tiveram os maiores valores de riqueza, não diferindo estatisticamente entre si. Nesse mês, o tratamento MN obteve menor valor de riqueza (1,7), seguido do SPCV e SPSV (ambos com valor 1,0). Quanto à diferença entre as épocas, não houve significância para o tratamento CPCV. Os meses de setembro e novembro apresentaram maiores valores, sendo altamente significativos para o tratamento SPSV (6,3 e 7,3, respectivamente). Tanto para o tratamento MN quanto para o tratamento CPSV, o maior valor foi encontrado no mês de setembro (11,3 e 7,3, respectivamente). Para o tratamento SPCV, o mês de novembro apresentou maior valor de riqueza, sendo

altamente significativo (6,7). No que se refere às médias, os meses de setembro e novembro apresentaram maiores valores para a riqueza de espécies, sendo altamente significativos (7,3 e 6,9, respectivamente). Quanto às médias entre os tratamentos, as mesmas não foram significativas.

Segundo Begon, Harper e Townsend (1996), para uma dada riqueza, a diversidade aumentará com o aumento da equitabilidade e, da mesma forma, para uma dada equitabilidade, a diversidade aumentará proporcionalmente à riqueza. Martins e Santos (1999) salientam que, em uma comunidade, cada espécie tem abundância diferente, sendo algumas muito abundantes (dominantes) e outras de abundância muito pequena (raras).

Segundo Souto *et al.* (2008) é provável que os decréscimos na população da mesofauna nos períodos secos sejam decorrentes da diminuição na oferta de alimento, o que limita a existência de alguns grupos, restando apenas os mais adaptados às condições de escassez hídrica e de alimento.

TABELA 14 – RIQUEZA DA MESOFAUNA ENCONTRADA NAS ÁREAS PERTENCENTES À USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, NO ANO DE 2008

Tratamento	JAN	MAR	MAI	JUL	SET	NOV	MÉDIA
CPCV	3,7 A a	5,0 B a	5,7 B a	5,3 B a	6,3 B a	7,0 A a	5,5 A
SPCV	1,0 C d	3,7 BC c	5,0 BC bc	4,7 B bc	5,3 B b	6,7 A a**	4,4 A
CPSV	3,3 A d	3,0 C d	6,3 AB b	5,3 B c	7,3 B a	6,7 A b	5,3 A
SPSV	1,0 C c	1,0 D c	3,3 C b	3,0 B b	6,3 B a**	7,3 A a**	3,7 A
MN	1,7 B d	7,0 A** c	8,0 A** b	8,0 AB b	11,3 A** a	7,0 A c	7,2 A
Média	2,1 c	3,9 bc	5,7 ab	5,3 ab	7,3 a**	6,9 a**	

LEGENDA: CPCV – Com palha e com vinhaça; SPCV – Sem palha e com vinhaça; CPSV – Com palha e sem vinhaça; SPSV – Sem palha e sem vinhaça; MN – Mata nativa

FONTE: O autor (2009)

NOTA: Valores seguidos de letras maiúsculas (na coluna) e de letras minúsculas (na linha) representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a 5% entre os tratamentos na mesma época e entre as épocas no mesmo tratamento, respectivamente. Valores seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente entre si. ** significância a 1%.

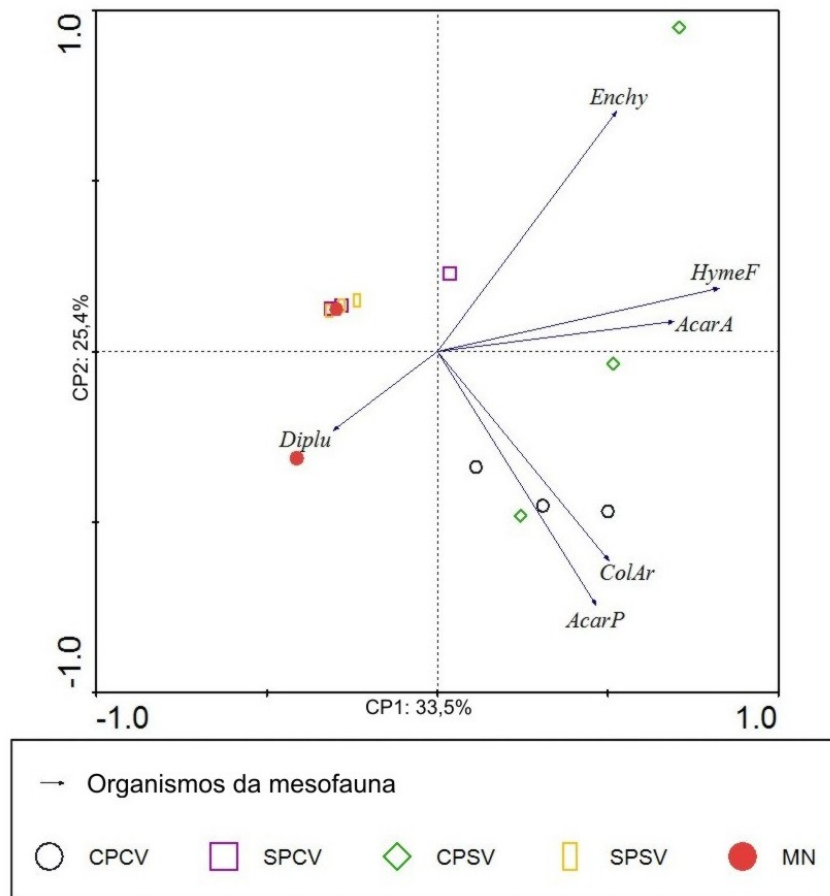
4.9 ASSOCIAÇÃO DOS GRUPOS DA MESOFAUNA AOS TRATAMENTOS ESTUDADOS

Para a coleta realizada em janeiro, 33,5% da variabilidade dos dados foi explicada pela componente principal 1; a componente principal 2 explicou 25,4% e a

componente 3 (não plotada) explicou 19%, totalizando 77,8% da variabilidade total dos tratamentos (FIGURA 23). Observa-se que as setas se situaram quase todas na mesma direção, ou seja, para o lado direito ou positivo do gráfico.

Nota-se que as três parcelas do tratamento CPCV ficaram agrupadas, indicando similaridade do que foi encontrado enquanto à comunidade de fauna; essas apresentaram valores maiores para os grupos de Collembola Arthropleona e Acari Parasitiforme. O grupo Diplura esteve em menor número nesse mês, estando mais relacionado ao tratamento MN. Quanto ao tratamento CPSV, nota-se que houve uma dispersão das parcelas no gráfico, demonstrando que este tratamento é mais variável enquanto à composição da mesofauna.

A presença de Acari Acariforme e Hymenoptera - Formiga foi explicada principalmente pelo eixo 1 (horizontal); o eixo 2 (vertical) explicou a presença de Collembola Arthropleona, Acari Parasitiforme e Enchytraeidae. Pode-se concluir que para o mês de janeiro, houve um importante efeito da manutenção da palha no sistema sobre as populações da mesofauna.



LEGENDA: CPCV – Com palha e com vinhaça; SPCV – Sem palha e com vinhaça; CPSV – Com palha e sem vinhaça; SPSV – Sem palha e sem vinhaça; MN – Mata nativa. Organismos da mesofauna – AcarA: Acari Acariforme; AcarP: Acari Parasitiforme; ColAr: Collembola Arthropleona; Diplu: Diplura; Enchy: Enchytraeidae; HymeF: Hymenoptera - Formiga

FIGURA 23 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS ENTRE OS TRATAMENTOS ESTUDADOS E OS GRUPOS DE ORGANISMOS DA MESOFAUNA EDÁFICA PRESENTES NAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, REFERENTE AO MÊS DE JANEIRO DO ANO DE 2008

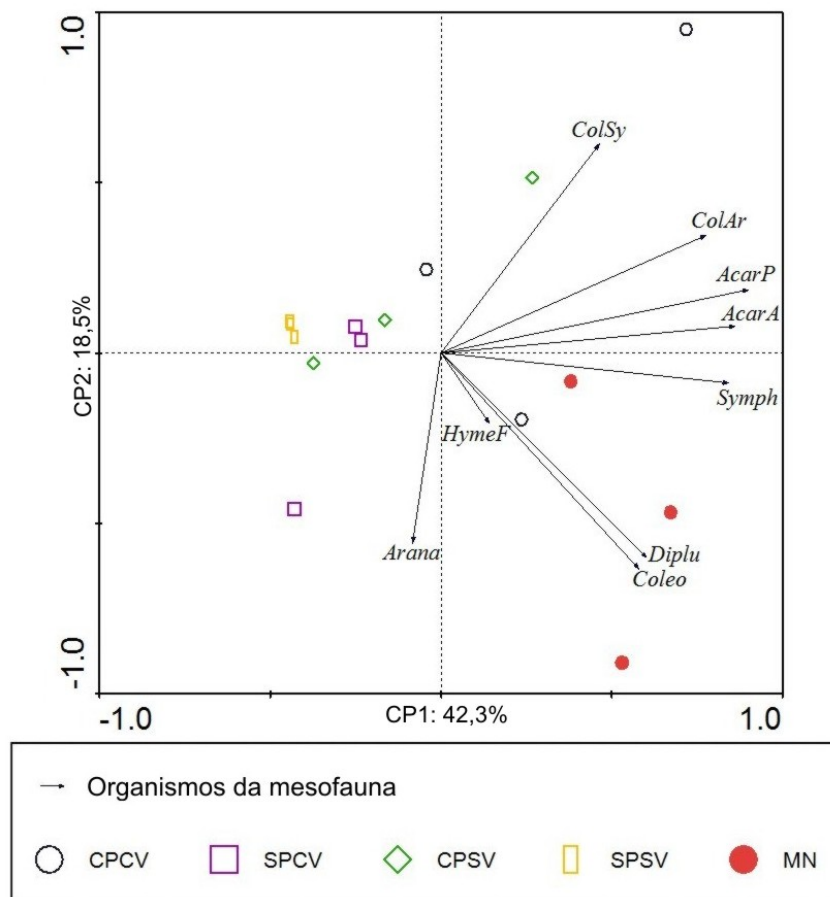
FONTE: O autor (2009)

Para a coleta realizada em março, 42,3% da variabilidade dos dados foi explicada pela componente principal 1; a componente principal 2 explicou 18,5% e a componente 3 (não plotada) explicou 14,9%, totalizando 75,7% da variabilidade total dos tratamentos (FIGURA 24). Assim como em janeiro, no mês de março as setas situaram-se quase todas na mesma direção, ou seja, para a direita.

No que tange a abundância, o eixo 1 foi determinado praticamente pela presença de quase todos os grupos. Os grupos Acari Parasitiforme e Acariforme, bem como os Collembola Arthropleona e os Symphyla estiveram muito correlacionados ao eixo 1. Já o eixo 2, foi explicado principalmente pela presença

dos grupos Araneae e parcialmente pelos grupos Hymenoptera – Formiga, Coleoptera e Collembola Symphypleona. O grupo Diplura esteve correlacionado tanto ao eixo 1 quanto ao eixo 2. O tratamento CPCV foi mais variável enquanto à sua composição.

Houve dominância do tratamento MN em um dos quadrantes, havendo uma maior influência dos grupos Symphyla, Diplura e Coleoptera. De modo geral, houve separação entre os tratamentos, ou seja, as áreas manejadas com cana-de-açúcar tiveram praticamente todas as suas parcelas de um lado do gráfico enquanto a área de mata permaneceu em lado oposto.



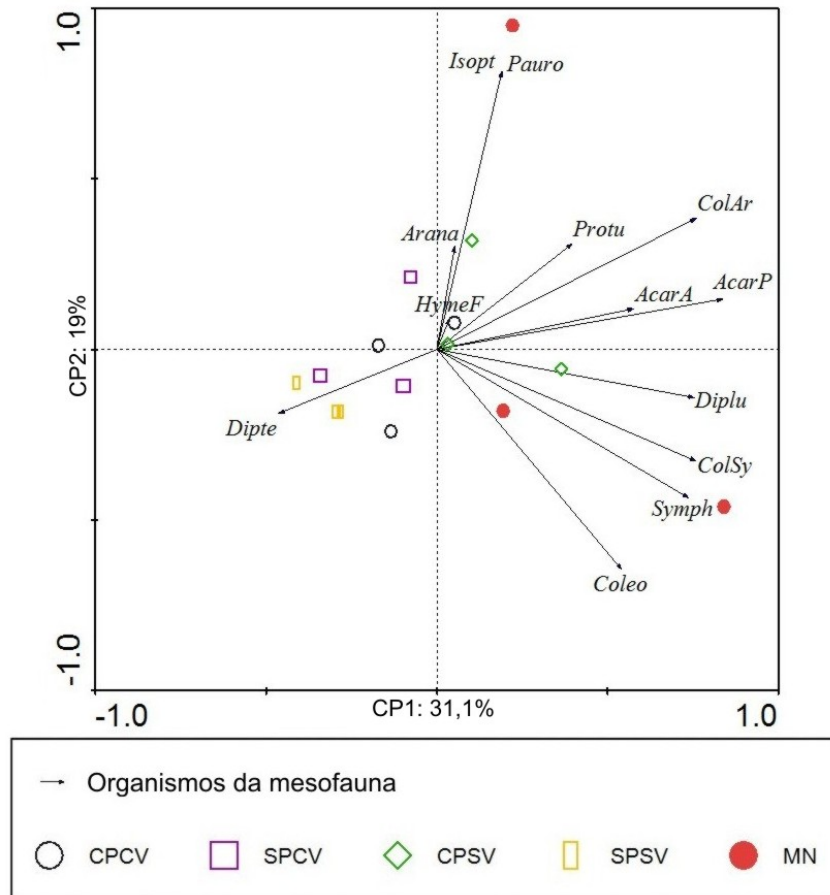
LEGENDA: CPCV – Com palha e com vinhaça; SPCV – Sem palha e com vinhaça; CPSV – Com palha e sem vinhaça; SPSV – Sem palha e sem vinhaça; MN – Mata nativa. Organismos da mesofauna – AcaraA: Acari Acariforme; AcaraP: Acari Parasitiforme; Arana: Araneae; ColAr: Collembola Arthropleona; Coleo: Coleoptera; ColSy: Collembola Symphypleona; Diplu: Diplura; HymeF: Hymenoptera – Formiga; Symph: Symphyla

FIGURA 24 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS ENTRE OS TRATAMENTOS ESTUDADOS E OS GRUPOS DE ORGANISMOS DA MESOFAUNA EDÁFICA PRESENTES NAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, REFERENTE AO MÊS DE MARÇO DO ANO DE 2008

FONTE: O autor (2009)

Para a coleta realizada em maio, 31,1% da variabilidade dos dados foi explicada pela componente principal 1; a componente principal 2 explicou 19% e a componente 3 (não plotada) explicou 18,2%, totalizando 68,4% da variabilidade total dos tratamentos (FIGURA 25). Como nas 2 coletas antecedentes, praticamente todas as setas apontaram para o lado positivo do gráfico. Quase todos os grupos estiveram associados ao eixo 1, com exceção dos grupos Coleoptera, Isoptera e Pauropoda, que foram associados ao eixo 2.

Os grupos Coleoptera, Symphyla, Isoptera e Pauropoda estiveram mais relacionados ao tratamento MN, enquanto o Diptera esteve presente nos tratamentos SPSV, CPCV e SPCV. O Diplura foi encontrado no tratamento CPSV, assim como os grupos Araneae, Acari Acariforme, Acari Parasitiforme, Collembola Arthropleona e Protura. Nos tratamentos SPSV, CPSV, SPCV e CPCV as parcelas ficaram próximas no gráfico, havendo baixa variabilidade na composição da mesofauna entre elas. Já o tratamento MN teve parcelas muito variáveis enquanto à sua composição.



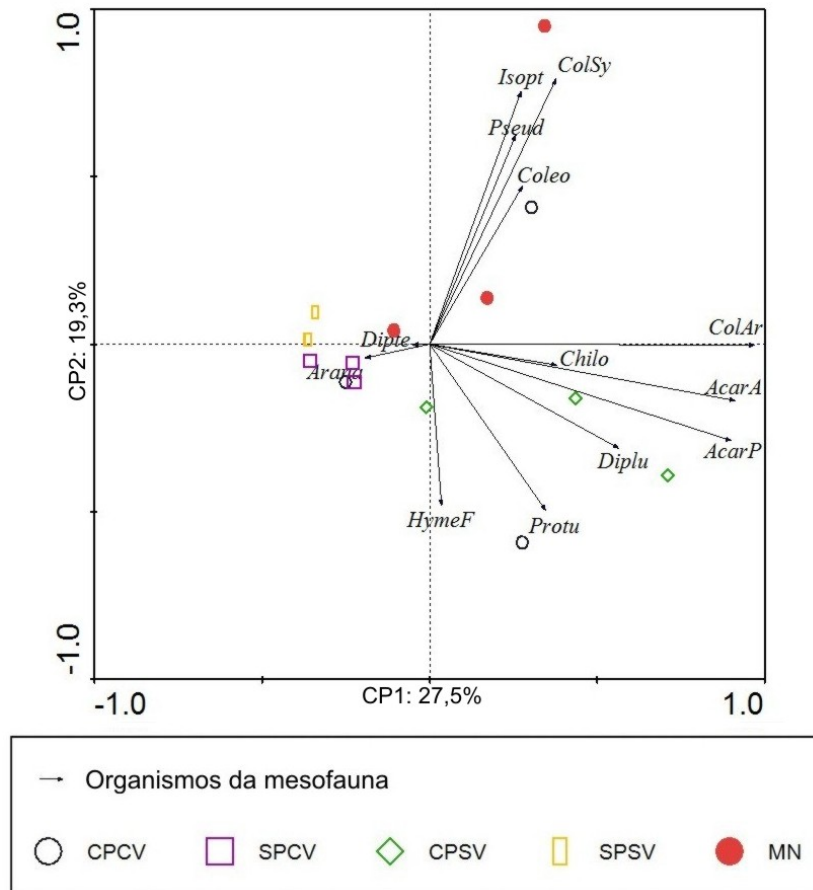
LEGENDA: CPCV – Com palha e com vinhaça; SPCV – Sem palha e com vinhaça; CPSV – Com palha e sem vinhaça; SPSV – Sem palha e sem vinhaça; MN – Mata nativa. Organismos da mesofauna – AcarA: Acari Acariforme; AcarP: Acari Parasitiforme; Arana: Araneae; ColAr: Collembola Arthropleona; Coleo: Coleoptera; ColSy: Collembola Symphypleona; Diplu: Diplura; Dipte: Diptera; HymeF: Hymenoptera – Formiga; Isopt: Isoptera; Pauro: Pauropoda; Protu: Protura; Symph: Symphyla

FIGURA 25 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS ENTRE OS TRATAMENTOS ESTUDADOS E OS GRUPOS DE ORGANISMOS DA MESOFAUNA EDÁFICA PRESENTES NAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, REFERENTE AO MÊS DE MAIO DO ANO DE 2008

FONTE: O autor (2009)

Para a coleta realizada em julho, 27,5% da variabilidade dos dados foi explicada pela componente principal 1; a componente principal 2 explicou 19,3% e a componente 3 (não plotada) explicou 15,6%, totalizando 62,4% da variabilidade total dos tratamentos (FIGURA 26). O eixo 1 esteve associado à presença dos Acari (Acariforme e Parasitiforme), Chilopoda, Collembola Arthropleona e Diplura. Já o eixo 2 é explicado pela presença dos grupos Coleoptera, Collembola Symphypleona, Hymenoptera – Formiga, Isoptera e Pseudoscorpiones.

O grupo Araneae esteve relacionado ao tratamento SPCV, enquanto os grupos Diptera, Collembola Symphypleona, Isoptera, Pseudoscorpiones e Coleoptera estiveram relacionados ao tratamento MN. Ao tratamento CPSV, estiveram relacionados os grupos Diplura, Acari Parasitiforme e Hymenoptera – Formiga. As parcelas dos tratamentos CPSV, SPCV e SPSV ficaram mais agrupadas, enquanto as do MN e do CPCV ficaram mais distribuídas no gráfico, podendo-se dizer que estes tratamentos estiveram mais variáveis enquanto à sua composição.



LEGENDA: CPCV – Com palha e com vinhaça; SPCV – Sem palha e com vinhaça; CPSV – Com palha e sem vinhaça; SPSV – Sem palha e sem vinhaça; MN – Mata nativa. Organismos da mesofauna – Acara: Acari Acariforme; AcaraP: Acari Parasitiforme; Arana: Araneae; Chilo: Chilopoda; ColAr: Collembola Arthropleona; Coleo: Coleoptera; ColSy: Collembola Symphypleona; Diplu: Diplura; Dipte: Diptera; HymeF: Hymenoptera – Formiga; Isopt: Isoptera; Protu: Protura; Pseud: Pseudoscorpiones

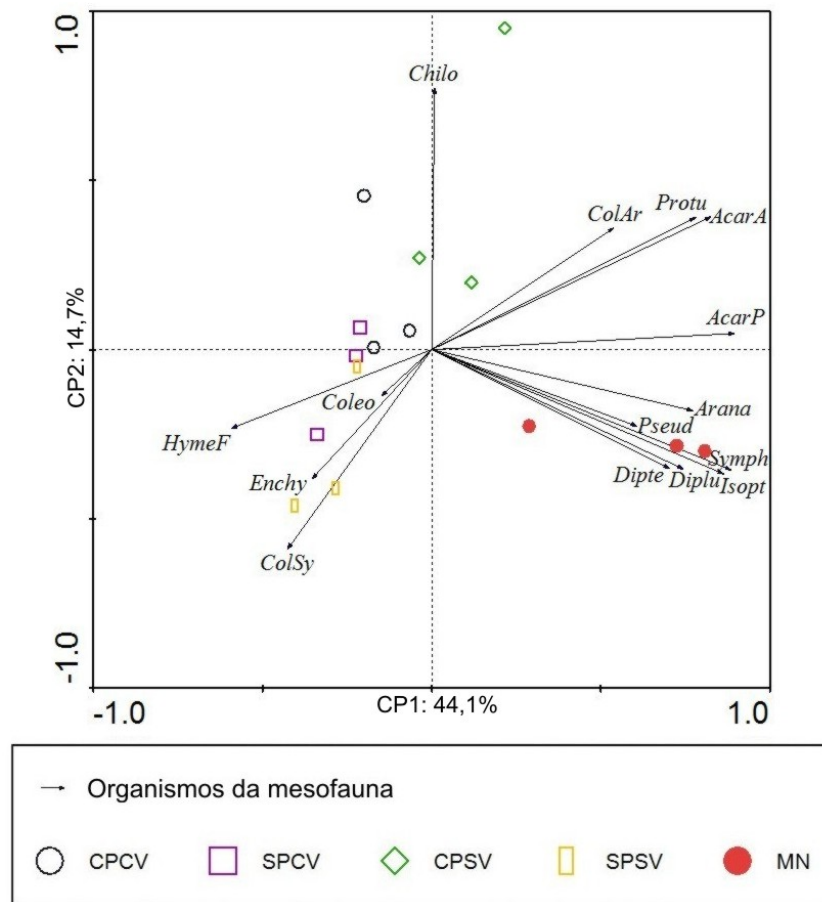
FIGURA 26 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS ENTRE OS TRATAMENTOS ESTUDADOS E OS GRUPOS DE ORGANISMOS DA MESOFAUNA EDÁFICA PRESENTES NAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, REFERENTE AO MÊS DE JULHO DO ANO DE 2008

FONTE: O autor (2009)

Para a coleta realizada em setembro, 44,1% da variabilidade dos dados foi explicada pela componente principal 1; a componente principal 2 explicou 14,7% e a componente 3 (não plotada) explicou 10,4%, totalizando 69,1% da variabilidade total dos tratamentos (FIGURA 27). Praticamente todos os grupos estiveram associados ao eixo 1, enquanto os grupos Chilopoda, Collembola Symphypleona e Enchytraeidae, ficaram associados ao eixo 2.

No tratamento MN estiveram presentes os grupos Symphyla, Isoptera, Diplura, Diptera, Araneae e Pseudoscorpiones. Os tratamentos SPSV e SPCV, neste mês, estiveram relacionados aos grupos Collembola Symphypleona, Enchytraeidae e Hymenoptera – Formiga. O tratamento CPSV esteve relacionado à presença dos grupos Chilopoda, Collembola Arthropleona, Protura, Acari Acariforme e Acari Parasitiforme. O tratamento CPCV esteve relacionado aos grupos Hymenoptera e Chilopoda.

Houve separação entre os tratamentos, em especial, nas áreas manejadas com cana-de-açúcar, que tiveram todas as suas parcelas de um lado do gráfico enquanto a área de mata permaneceu em lado oposto.



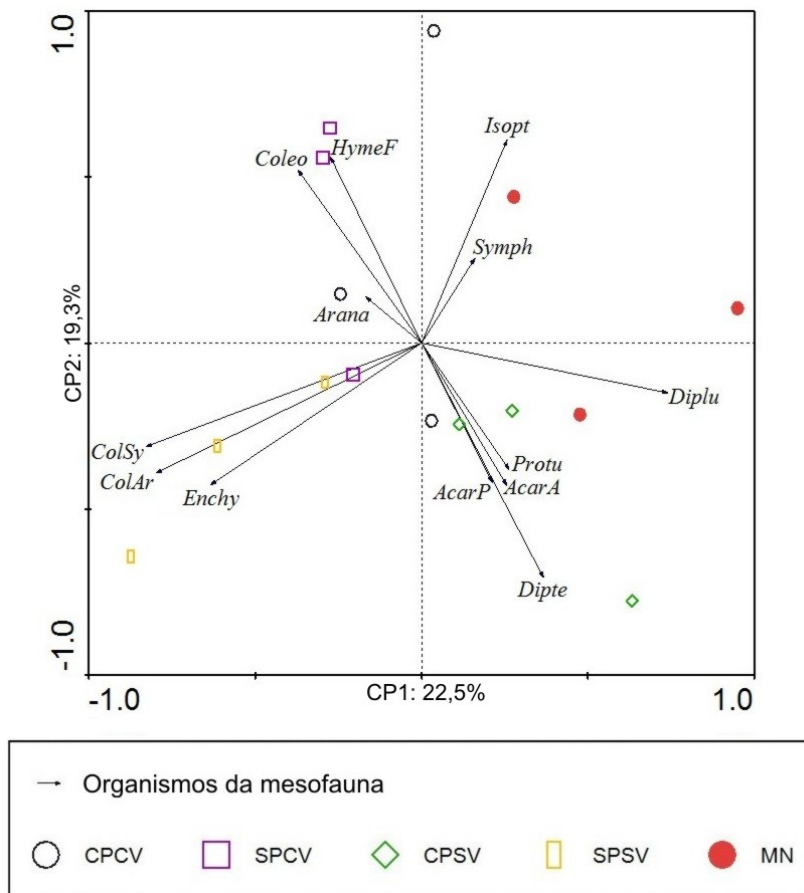
LEGENDA: CPCV – Com palha e com vinhaça; SPCV – Sem palha e com vinhaça; CPSV – Com palha e sem vinhaça; SPSV – Sem palha e sem vinhaça; MN – Mata nativa. Organismos da mesofauna – AcarA: Acari Acariforme; AcarP: Acari Parasitiforme; Arana: Araneae; Chilo: Chilopoda; ColAr: Collembola Arthropleona; Coleo: Coleoptera; ColSy: Collembola Symphypleona; Diplu: Diplura; Dipte: Diptera; Enchy: Enchytraeidae; HymeF: Hymenoptera – Formiga; Isopt: Isoptera; Protu: Protura; Pseud: Pseudoscorpiones; Symph: Symphyla

FIGURA 27 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS ENTRE OS TRATAMENTOS ESTUDADOS E OS GRUPOS DE ORGANISMOS DA MESOFAUNA EDÁFICA PRESENTES NAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, REFERENTE AO MÊS DE SETEMBRO DO ANO DE 2008

FONTE: O autor (2009)

Para a coleta realizada em novembro, 22,5% da variabilidade dos dados foi explicada pela componente principal 1; a componente principal 2 explicou 19,3% e a componente 3 (não plotada) explicou 18,1%, totalizando 59,8% da variabilidade total dos tratamentos (FIGURA 28). A presença dos grupos Collembola (Arthropleona e Symphypleona), Diplura e Enchytraeidae foi explicada principalmente pelo eixo 1. A presença dos grupos Coleoptera, Diptera, Hymenoptera – Formiga e Isoptera, foi explicada pelo eixo 2. Os demais grupos foram pouco expressivos nestes 2 eixos

plotados. O tratamento SPCV é explicado principalmente pela presença dos grupos Coleoptera, Hymenoptera – Formiga, Collembola Symphypleona e Collembola Arthropleona. O tratamento SPSV é explicado pela presença destes 2 últimos, juntamente com o grupo Enchytraeidae. O tratamento CPSV é explicado principalmente pela presença dos grupos Diptera, Protura, Acari Parasitiforme e Acari Acariforme. Estes 2 últimos, juntamente com o Araneae explicam o tratamento CPCV. Nota-se que houve separação entre alguns tratamentos, já que, praticamente, em cada quadrante houve dominância de um tratamento, exceto o tratamento CPCV, que teve suas parcelas dispersas no gráfico.



LEGENDA: CPCV – Com palha e com vinhaça; SPCV – Sem palha e com vinhaça; CPSV – Com palha e sem vinhaça; SPSV – Sem palha e sem vinhaça; MN – Mata nativa. Organismos da mesofauna – AcarA: Acari Acariforme; AcarP: Acari Parasitiforme; Arana: Araneae; ColAr: Collembola Arthropleona; Coleo: Coleoptera; ColSy: Collembola Symphypleona; Diplu: Diplura; Dipte: Diptera; Enchy: Enchytraeidae; HymeF: Hymenoptera – Formiga; Isopt: Isoptera; Protu: Protura; Symph: Symphyla

FIGURA 28 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS ENTRE OS TRATAMENTOS ESTUDADOS E OS GRUPOS DE ORGANISMOS DA MESOFAUNA EDÁFICA PRESENTES NAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, REFERENTE AO MÊS DE NOVEMBRO DO ANO DE 2008

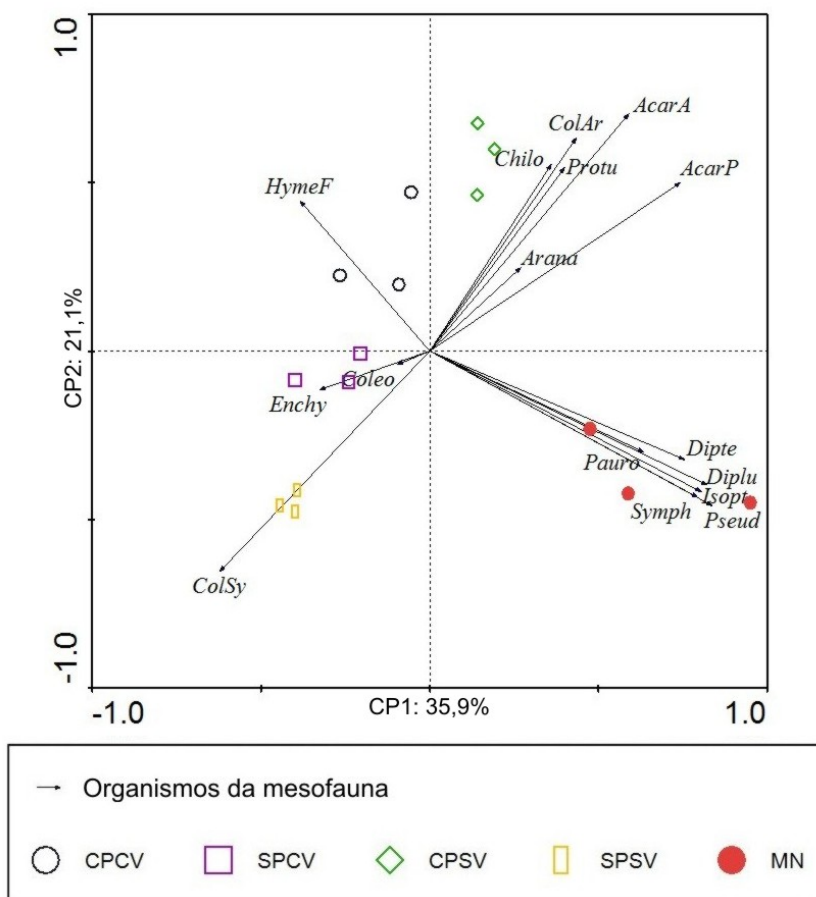
FONTE: O autor (2009)

Usando os dados anuais (FIGURA 29), observou-se que 35,9% da variabilidade dos dados foi explicada pela componente principal 1; a componente principal 2 explicou 21,1% e a componente 3 (não plotada) explicou 12,6%, totalizando 69,6% da variabilidade total dos tratamentos. Os grupos Acari Parasitiforme, Araneae, Diplura, Diptera, Isoptera, Pauropoda, Pseudoscorpiones e Symphyla, são explicados principalmente pelo eixo 1. Os grupos Acari Acariforme, Chilopoda, Collembola (Arthropleona e Symphypleona), Hymenoptera – Formiga e Protura, são explicados principalmente no eixo 2. Os demais grupos foram pouco expressivos nos 2 eixos plotados.

O tratamento MN é explicado pela presença dos grupos Pauropoda, Diptera, Diplura, Isoptera, Symphyla e Pseudoscorpiones. Já o tratamento CPSV é explicado pela presença dos grupos Chilopoda, Collembola Arthropleona, Acari (Acariforme e Parasitiforme), Protura e Araneae.

O tratamento CPCV esteve altamente correlacionado ao grupo Hymenoptera – Formiga. Os grupos Chilopoda, Collembola Arthropleona, Acari Acariforme, Acari Parasitiforme, Protura e Araneae estiveram correlacionados ao tratamento CPSV.

O tratamento SPCV esteve correlacionado à presença dos grupos Enchytraeidae e Coleoptera e o tratamento SPSV esteve correlacionado à presença de Collembola Symphypleona. Novamente, houve separação entre os tratamentos, onde de um lado do gráfico ficaram os tratamentos com cana-de-açúcar e, do outro, a mata.



LEGENDA: CPCV – Com palha e com vinhaça; SPCV – Sem palha e com vinhaça; CPSV – Com palha e sem vinhaça; SPSV – Sem palha e sem vinhaça; MN – Mata nativa. Organismos da mesofauna – AcaraA: Acari Acariforme; AcaraP: Acari Parasitiforme; Arana: Araneae; Chilo: Chilopoda; ColAr: Collembola Arthropleona; Coleo: Coleoptera; ColSy: Collembola Symphyleona; Dipte: Diptera; Diplu: Diplura; HymeF: Hymenoptera – Formiga; Isopt: Isoptera; Pauro: Pauropoda; Protu: Protura; Pseud: Pseudoscorpiones; Symph: Symphyla

FIGURA 29 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS ANUAL ENTRE OS TRATAMENTOS ESTUDADOS E OS GRUPOS DE ORGANISMOS DA MESOFAUNA EDÁFICA PRESENTES NAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, REFERENTE AO ANO DE 2008
 FONTE: O autor (2009)

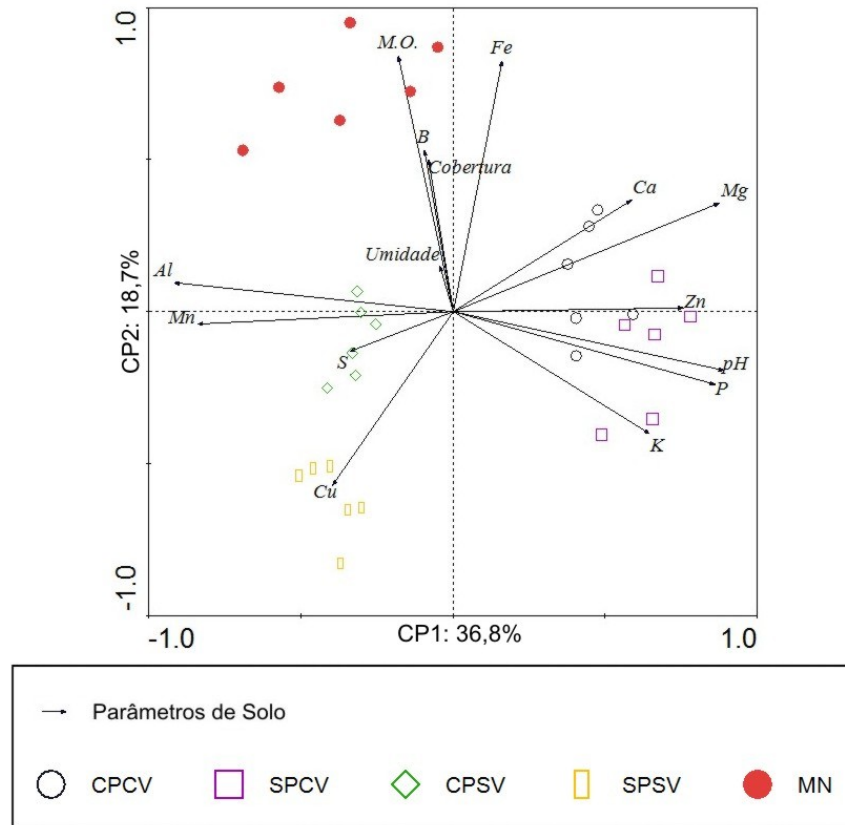
4.10 RELAÇÃO DOS PARÂMETROS DE SOLO AO MANEJO

Observando os dados anuais, 36,8% da variabilidade dos dados foi explicada pela componente principal 1; a componente principal 2 explicou 18,7% e a componente 3 (não plotada) explicou 11,3%, totalizando 66,9% da variabilidade total dos atributos do solo (FIGURA 30). O eixo 1 está correlacionado principalmente com os atributos pH, Fósforo, Potássio, Cálcio, Magnésio, Alumínio, Zinco e Manganês; o

Enxofre também teve uma certa relação com este eixo. Já o eixo 2 esteve correlacionado com Cobertura, Matéria Orgânica, Cobre, Ferro e Boro. A Umidade pouco se relacionou com os eixos plotados.

Houve um agrupamento das parcelas de cada tratamento. O tratamento MN esteve correlacionado aos maiores teores de MO, Fe, B e Cobertura do solo, além de maior Umidade do solo. Já o tratamento CPSV esteve relacionado ao Al, Mn e S, e também a menores concentrações de Ca, Mg, Zn, pH, P e K. O tratamento SPSV esteve relacionado à presença de maiores teores de Cu, bem como a menores teores de MO, B e Fe. Os parâmetros K, Zn, pH e P estiveram mais correlacionados ao tratamento SPCV, em oposição ao Al e Mn. Já no tratamento CPCV, tiveram maior correlação os parâmetros Ca, Mg, Zn, pH e P.

Nota-se também que há uma relação negativa entre o pH e o Al, ou seja, quanto maior um parâmetro menor o outro. O eixo 1 está separando os tratamentos com vinhaça dos sem vinhaça. O eixo 2 está separando o tratamento MN dos demais tratamentos. Vê-se claramente a separação entre os tratamentos manejados com cana-de-açúcar e da mata.



LEGENDA: CPCV – Com palha e com vinhaça; SPCV – Sem palha e com vinhaça; CPSV – Com palha e sem vinhaça; SPSV – Sem palha e sem vinhaça; MN – Mata nativa. Parâmetros de solo – Al: Alumínio; B: Boro; Ca: Cálcio; Cu: Cobre; Fe: Ferro; K: Potássio; Mg: Magnésio; Mn: Manganês; M.O.: Matéria Orgânica; P: Fósforo; Zn: Zinco

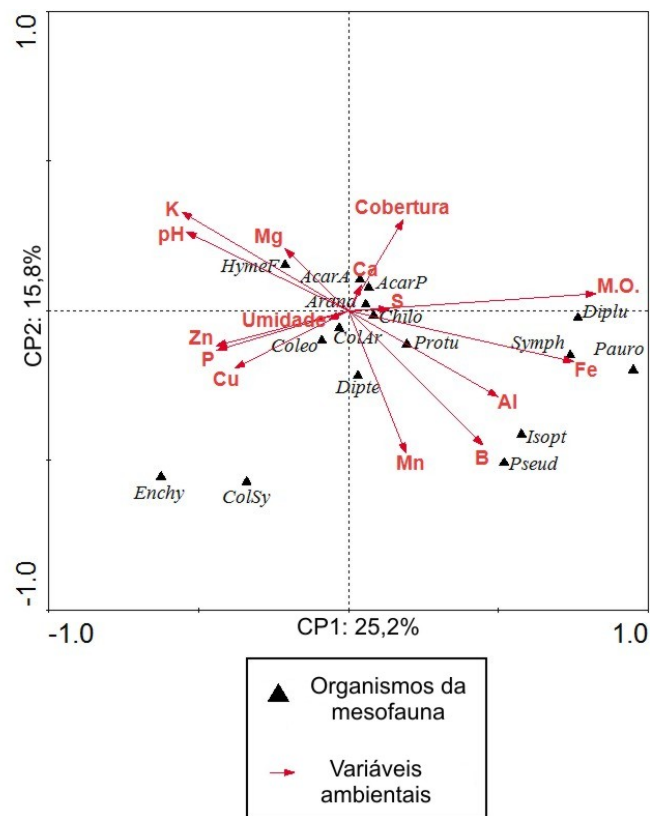
FIGURA 30 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS ANUAL ENTRE OS PARÂMETROS DE SOLO E OS TRATAMENTOS ESTUDADOS NAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, REFERENTE AO ANO DE 2008

FONTE: O autor (2009)

Na correlação dos grupos estudados com os parâmetros de solo (FIGURA 31), durante o ano, não considerando as variáveis ambientais, a componente principal 1 explicou 25,2% da variabilidade dos dados, a componente principal 2 explicou 15,8% e a componente principal 3 (não plotada) explicou 11,8%. As variáveis ambientais explicaram 73,3% da variabilidade. Destes, 34,3% foi explicada no eixo 1, 21,6% foi explicada no eixo 2 e 16% foi explicada no eixo 3.

Analisando o gráfico notou-se que os grupos Pauropoda, Symphyla, Chilopoda e Diplura estão correlacionados à presença de M.O. e Fe. Já os grupos Protura, Isoptera e Pseudoscorpiones, tiveram alta correlação com os parâmetros Al, B e Mn. Os grupos Acari Parasitiforme, Acari Acariforme, Araneae, tiveram preferência pelos tratamentos que apresentaram Cobertura e também alguma

relação à presença de M.O. Os ácaros possuem extrema sensibilidade em resposta a condições físico-químicas do solo, exibindo um padrão comportamental para essas alterações. Populações destes ácaros freqüentemente indicam condições microclimáticas específicas, conferindo ao grupo o status de bioindicadores ambientais. Correlações positivas entre o teor de matéria orgânica do solo e a densidade populacional de Oribatida têm sido observadas por outros autores (LOOTS; RYKE, 1967). O grupo Hymenoptera – Formiga esteve relacionado aos parâmetros pH, K e Mg. Os grupos Collembola Arthropleona, Coleoptera, bem como Enchytraeidae e Collembola Symphypleona tiveram correlação com os parâmetros Zn, P e Cu. A Umidade, o Ca e o S apresentaram pouca correlação com os grupos estudados.



LEGENDA: Organismos da mesofauna – AcarA: Acari Acariforme; AcarP: Acari Parasitiforme; Arana: Araneae; Chilo: Chilopoda; ColAr: Collembola Arthropleona; Coleo: Coleoptera; ColSy: Collembola Symphypleona; Diplu: Diplura; Dipte: Diptera; Enchy: Enchytraeidae; HymeF: Hymenoptera – Formiga; Isopt: Isoptera; Pauro: Paupoda; Protu: Protura; Pseud: Pseudoscorpiones; Symph: Symphyla. Variáveis Ambientais – Al: Alumínio; B: Boro; Ca: Cálcio; Cu: Cobre; Fe: Ferro; K: Potássio; Mg: Magnésio; Mn: Manganês; M.O.: Matéria Orgânica; P: Fósforo; Zn: Zinco

FIGURA 31 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA ANÁLISE DE CORRESPONDÊNCIA CANÔNICA ANUAL ENTRE AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS E OS GRUPOS DE ORGANISMOS DA MESOFAUNA EDÁFICA PRESENTES NAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE, MUNICÍPIO DE COLORADO, PR, REFERENTE AO ANO DE 2008

FONTE: O autor (2009)

5 CONCLUSÕES

A correlação dos organismos aos tratamentos demonstrou variar de acordo com a época de coleta, porém de maneira geral, houve uma grande correlação entre a presença de cobertura de solo e o número de grupos. Os grupos Acari (Aracariforme e Parasitiforme) e o grupo Collembola Arthropleona preferiram os tratamentos que mantiveram cobertura de solo. Logo, infere-se que estes animais têm preferência por ambientes onde não há grandes variações de temperatura e umidade, o que proporciona um local com mais abundância de alimento. Os grupos Diptera, Diplura, Symphyla, Isoptera, Pseudoscorpiones tiveram maior correlação ao tratamento MN, ou seja, no local onde houve maior presença de matéria orgânica e onde há equilíbrio no ecossistema. Já o grupo Hymenoptera – Formiga preferiu ambientes tanto com manutenção de palhada quanto com aplicação de vinhaça. Sendo assim, é possível afirmar que houve diferenciação entre as áreas manejadas com cana-de-açúcar e de mata nativa.

Quanto aos valores de densidade, os tratamentos com cana-de-açúcar que mantiveram a palhada bem como a associação desta à aplicação de vinhaça tiveram melhores resultados. Para os índices de diversidade de Shannon e equitabilidade de Pielou, bem como para a riqueza a mata nativa superou as áreas com cana-de-açúcar, obtendo os maiores valores.

Em relação ao manejo e aos parâmetros de solo, a presença de palha teve um efeito mais importante do que a vinhaça para a separação dos tratamentos e para a diferenciação nas comunidades da fauna do solo. A aplicação de vinhaça, apesar de mudar de forma importante a fertilidade do solo, teve menor efeito sobre as comunidades da fauna edáfica.

Os tratamentos que mantiveram a cobertura de solo mostraram-se bons para esses organismos, ao contrário de onde se realiza a queima da palha. De modo geral, pode-se inferir que houve perda de diversidade da mesofauna nos tratamentos com cana-de-açúcar em relação à mata nativa. Contudo, a manutenção de palhada nos tratamentos com cana é um fator muito importante para a sobrevivência destes organismos.

REFERÊNCIAS

ADIS, J. Comparative ecological studies of the terrestrial arthropod fauna in Central Amazonia inundation-forests. **Amazoniana**, Amazonas, v. 7, n. 2, p. 87-173, 1981.

AGRELL, I. Die schwedischen Thysanuren. **Opuscula Entomologica Supplementary**. n. 9, p. 26-36, 1944.

ALMEIDA FILHO, A. J. **Impacto ambiental da queima controlada da cana-de-açúcar sobre a entomofauna**. 64p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.

ALMEIDA, L. M., COSTA, C. S. R. ; MARINONI, L. **Manual de coleta, conservação, montagem e identificação de insetos**. Holos Editora. Ribeirão Preto, 78 p. 1998.

ALVAREZ, I. A.; CASTRO, P. R. de C. Crescimento da parte aérea de cana crua e queimada. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 4, p. 1069-1079, out./dez. 1999.

ANDERSON, J. M.; HUIISH, S. A.; INESON, P.; LEONARD, M. A.; SPLATT, P. R. 1985 Interactions of invertebrates, microorganisms and tree roots in nitrogen and mineral element fluxes in deciduous woodland soils. In: **Ecological interactions in soils**. Eds. Fitter, A. H.; Atkinson, D.; Read, D. J.; Usher, M. B. p. 377-392. Blackwell, Oxford.

ANTONIOLLI, Z. I.; CONCEIÇÃO, P. C.; BÖCK, V.; PORT, O.; SILVA, D. M de; SILVA, R. F. da. Método alternativo para estudar a fauna do solo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 4. p. 407-417, 2006.

AQUINO, A. M. de; CORREIA, M. E. F.; BADEJO, M. A. **Amostragem da mesofauna edáfica utilizando funis de Berlese-Tüllgren modificado**. Seropédica: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA Agrobiologia. Circular Técnica n. 17, 4 p. 2006.

ASSAD, M. L. L. Fauna do solo. In: VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. **Biologia dos solos dos Cerrados**. Planaltina: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, p. 363-443, 1997.

AZPIAZU, M. D.; CAIRO, V. G.; PALACIOS-VARGAS, J. G.; SÁNCHEZ, M. J. L. Los colémbolos en los suelos de Cuba. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO, 15 e CUBANO DE LA CIÊNCIA DEL SOLO, 5, 2001, Havana. **Anais...** Havana, 2001. p. 1-4.

BACHELIER, G. **La faune des sols**: son écologie et son action. Paris: Orstom, 1978. 389 p.

BAEV, P. V.; PENEV, L. D. **BIODIV**: program for calculating biological diversity parameters, similarity, niche overlap, and cluster analysis. Versión 5.1. Pensoft, Sofia – Moscow, 1995.

BALDANZI, R. **Licenciamento ambiental para uso agrícola de resíduos**. Disponível em: <http://www.montebelloeventos.com.br/uso%20agricola.ppt#356,1,Slide1>>. Acesso em: 18 nov. 2008.

BARETTA, D. **Fauna de solo e outros atributos edáficos como indicadores de qualidade ambiental em áreas com *Araucaria angustifolia* no estado de São Paulo**. 158 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

BEGON, M.; HARPER, J. L.; TOWNSEND, C. R. **Ecology**: individuals, populations and communities. New York: Blackwell Science, 1996. 1068 p.

BEHAN, V. A., STUART, B. B., McKEVAN, D. K. Effects of nitrogen fertilizer, as urea, on Acarina and other arthropods in Quebec black spruce humus. **Pedobiologia**, Jena, v. 18, p. 249-263, 1978.

BERG, N. W.; PAWLUK, S. Soil mesofaunal studies under different vegetative regimes in north central Alberta. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v. 64, p. 209-223, 1984.

BINI, L. M. **Alguns problemas com a aplicação de índices de estado trófico em reservatórios**. In: WORKSHOP SOBRE GESTÃO AMBIENTAL DE RESERVATÓRIOS HIDRELÉTRICOS, 1, 1999, São Paulo. Monitoramento e avaliação da qualidade ambiental das águas em reservatórios. São Paulo: CESP – Série Divulgação e Informação, 1999. v. 237. p. 31-43.

BODDEY, R. M.; DÖBEREINER, J. Nitrogen fixation associated with grasses and cereals: recent progress and perspectives for the future. **Fertility Research**, New York, v. 42, p. 241-250. 1995.

BONKOWSKI, M.; GRIFFITHS, B.; SCRIMGEOUR, C. Substrate heterogeneity and microfauna in soil organic "hotspots" as determinants of nitrogen capture and growth of ryegrass. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 14, n. 1, p. 37-53, 2000.

BORROR, D. J.; TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. **An Introduction to the Study of Insects**. Harcourt Brace College Publishers: Fort Worth, 875p., 1992.

BUTCHER, J. W.; SNIDER, R. J.; Bioecology of edaphic Collembola and Acarina. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 16, p. 249-288, 1971.

CANELLAS, L. P.; VELLOSO, A. C. X.; MARCIANO, C. R.; RAMALHO, J. F. G. P.; RUMJANEK, V. M.; REZENDE, C. E.; SANTOS, G. A. Propriedades químicas de um cambissolo cultivado com cana-de-açúcar, com preservação do palhico e adição de vinhaça por longo tempo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, p. 935-944, 2003.

CANHOS, V. P. Grupo de Trabalho temático: microrganismos e biodiversidade de solos BDT. In: **Estratégia Nacional de Diversidade Biológica**. Campinas: Unicamp, 1998.

CARVALHO, C. M. Anfíbios e Répteis: perspectivas de estudos. **Publicações Avulsas do Centro Acadêmico Livre de Biologia**, Sergipe, v. 1, p. 53-60, 1997.

CENTURIÓN, R. E. B.; MORAES, V. A.; PERCEBON, C. M.; RUIZ, R. T. **Destinação final da vinhaça produzida por destilarias autônomas e anexas, enquadradas no programa nacional do álcool**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 11, 1989, Fortaleza: Abes, 1989. p. 07.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. **Normas Técnicas**. 2007. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Servicos/publicacoes/resultadobusca.asp?codigo=1051>> Acesso em: 01 dez. 2007.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. **Norma Técnica P4.231**: Vinhaça - Critérios e Procedimentos para Aplicação no Solo Agrícola. São Paulo, 2005. Disponível em: <http://www.udop.com.br/download/legislacao_vinhaca.pdf> Acesso em: 01 dez. 2007.

CORREIA, M. E. F. **Relações entre a diversidade da fauna de solo e o processo de decomposição e seus reflexo sobre estabilidade dos ecossistemas**. 33 p. Seropédica: Embrapa Centro Nacional de Pesquisa de Agrobiologia – Embrapa-CNPAB, 2002. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 156).

CORREIA, M. E. F. **Organização da comunidade de macroartrópodos edáficos em um ecossistema de mata atlântica de tabuleiros, Linhares (ES)**. 78 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 1994.

CORREIA, M. E. F.; OLIVEIRA, L. C. M. de. **Fauna de solo**: aspectos gerais e metodológicos. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, fev. 2000. 46p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 112).

CRESTANI F.; SANTOS, J. C. P.; BARETTA, D; WILDNER, L. P. ; MIQUELLUTI, D. J. Fauna edáfica em diferentes sistemas de manejo do solo. In: FERTBIO, 2002, Rio de Janeiro, **Resumos expandidos...** Rio de Janeiro: EMBRAPA e UFRRJ, 2002. 1 CD-ROM.

CUNHA, L. O.; FONTES, M. A. L.; OLIVEIRA, A. D.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Análise multivariada da vegetação como ferramenta para avaliar a reabilitação de dunas litorâneas mineradas em Mataraca, Paraíba, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, p. 503-515, 2003.

CURRY, J. P.; GOOD, J. A. Soil fauna degradation and restoration. **Advances in Soil Science**, New Jersey, v. 17, p. 171-215, 1992.

CUTZ-POOL, L. Q.; PALACIOS-VARGAS, J. G.; CASTAÑO-MENESES, G.; GARCIA-CALDERÓN, N. E. Edaphic Collembolla from two agroecosystems with contrasting irrigation type in Hidalgo State, México. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 36, p. 46-52, 2007.

DAVIES, W. M. The effect of variation in relative humidity on certain species of Collembola. **The Journal of Experimental Biology**, Ottawa, n. 6, p. 79-86. 1928.

DECAËNS, T.; JIMÉNEZ, J. J.; ESCOBAR, G.; RIPPSTEIN, G.; SCHNEIDMADL, J.; SANZ, J. I.; HOYOS, P.; THOMAS, R. J. Impacto del uso de la tierra en la macrofauna del suelo de los Llanos Orientales de Colombia. In: JIMÉNEZ, J.J.; THOMAS, R.J. (Ed.). **El arado natural**: las comunidades de macroinvertebrados del suelo en las savanas neotropicales de Colombia. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 2003. p.21–45. (CIAT. Publicación, 336).

DELLA LUCIA, T. M. C.; FOWLER, H. C. As formigas cortadeiras. In: DELLA LUCIA, T. M. C. (Ed.). **As formigas cortadeiras**. Viçosa: Folha de Viçosa, 1993. cap. 1, p. 1-3.

DIAS, J. A. Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) – Superintendência Regional do Paraná. **Conjuntura sobre a produção de cana-de-açúcar no estado do Paraná**. 27/06/2007. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/sureg/PR/cana_de_acucar/cana_de_acucar_junho_2007.pdf> Acesso em: 01 dez. 2007.

DINDAL, D. L. **Soil biology guide**. New York: John Wiley, 1990. 1349 p.

EDWARDS, C. A.; LOFTY, J. R. Nitrogenous fertilizers and earthworms populations in agricultural soils. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 14, p. 515-521, 1982.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção da Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997, 212 p.

FRASER, P. M. The impact of soil and crop management practices on soil macrofauna. In: PANKHURST, C.E.; DOUBE, B.M.; GUPTA, V.V.S.R.; GRACE, P. R., eds. **Soil Biota**: management in sustainable farming systems. Melbourne: CSIRO, 1994. p. 25-132.

GASSEN, D. N. **Os benefícios de corós em lavouras sob plantio-direto**. Passo Fundo: EMBRAPA Trigo, 2000. 3 p. (Embrapa Trigo. Comunicado Online, 47).

GAUCH, H. G. Jr. **Multivariate analysis in community ecology**. New York: Cambridge University Press, 1982. 298 p.

GESTEL, C. A. M.; KRIDENIER, M.; BERG, M. P. Suitability of wheat straw decomposition, cotton strip degradation and bait-lamina feeding tests to determine soil invertebrate activity. **Biology and Fertility of Soils**, New York, v. 37, n. 2, p. 115-123, 2003.

GILLER, K. L.; BEARE, M. H.; LAVELLE, P.; IZAC, A. M. N.; SWIFT, M. J. Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 6, p. 3-16, 1997.

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**, Pelotas, v. 9, n. 3, p. 257-261, jul./set. 2003.

GOMES, A. S. **Análise de Dados Ecológicos**. Apostila. Universidade Federal Fluminense – Departamento de Biologia Marinha. Niterói, 2004. 30 p.

HALE, W. G. Colembolos. In: BURGESS, A.; RAW, F. (Eds.). **Biologia del suelo**. Barcelona: Omega, 1971. p. 463-477.

HARTE, J.; RAWA, A.; PRICE, V. Effects of manipulated soil microclimate on mesofaunal biomass and diversity. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 28, n. 3, p. 313-322, 1996.

HOLE, F. D. Effects of animals on soil. **Geoderma**, Amsterdam, v. 25, p. 75-112, 1981.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS – IAC. Boletim 200: **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. 6. ed. Campinas, Instituto Agrônomo, 1998.

INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOCIÊNCIAS – ITCG. **Divisão política administrativa do Paraná – 2007**. Disponível em: <http://www.itcg.pr.gov.br/arquivos/File/Produtos_DGEO/Logos/pdf_logo.gif>. Acesso em: 11 jan. 2009.

INTEGRATED TAXONOMIC INFORMATION SYSTEM – ITIS. **ITIS Advanced Search and Report**. Disponível em: <<http://www.itis.gov/>>. Acesso em: 19 set. 2009.

KAISER, P. A.; LUSSENHOP, J. Collembolan effects on establishment of vesicular arbuscular mycorrhizae in soybean (*Glycine max*). **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 23, n. 3, p. 307-308, 1991.

KENNEDY, A. C.; SMITH, K. L. Soil microbial diversity and the sustainability of agricultural soils. **Plant and Soil**, Crawley, v. 170, p. 75-86, 1995.

KLADIVKO, E. J.; TIMMENGA, H. J. Earthworms and agricultural management. In: BOX, J.E.; HAMMOND, L.C., (eds). **Rhizosphere Dynamics**. Madison: ASA, 1990. (ASA. Selected Symposium, 113). p.192-216.

LAVELLE, P. Diversity of soil fauna and ecosystem function. **Biology International**, Paris, v. 33, n. 3, p. 3-16, 1996.

LAVELLE, P.; BLANCHART, E.; MARTIN, A.; MARTIN, S.; SPAIN, A.; TOUTAIN, F.; BAROIS, I.; SCHAEFER, R. A hierarchical model for decomposition in terrestrial ecosystems: application to soils of the humid tropics. **Biotropica**, Washington, v. 25, n. 2, p. 130-150, 1993.

LAVELLE, P.; BLANCHART, E.; MARTIN, A.; SPAIN, A. V.; MARTIN, S. Impact of soil fauna on the properties of soils in the humid tropics. In: Lal, R. e Sanchez, P.A. eds. **Myths and Science of soils of the tropics**. Madison, USA. SSSA, 1992. (Special Publication, 29).

LAVELLE, P.; DANGERFIELD, M.; FRAGOSO, C.; ESCHENBRENNER, V.; LOPEZ-HERNANDEZ, D.; PASHANASI, B.; BRUSSARD, L. The relationship between soil macrofauna and tropical soil fertility. In: WOOMER, P. L.; SWIFT, M. J., eds. **The Biological Management of Tropical Soil Fertility**. New York: Wiley-Sayce Publication, p.137-169, 1994.

LAVELLE, P.; SPAIN, A.V. **Soil Ecology**. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2001.

LAWRANCE, W. F.; LOVEJOY, T. E.; VASCONCELOS, H. L.; BRUNA, E. M.; DIDHAM, R. K.; STOUFFER, P. C.; GASCON, C.; BIERREGAARD, R. O.; LAURANCE, S. G.; SAMPAIO, E. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: a 22-year investigation. **Conservation Biology**, Boston, v. 13, n. 3, p. 605-618, 2002.

LEBRUN, J. P.; STORK, A. L. Énumération des plantes à fleurs d'Afrique tropicale. In: _____. **Gamopétales: Clethraceae a Lamiaceae**. Geneva: Conservatoire et Jardin botaniques de la ville de Genève, 1997. v. 4.

LEE, K. E. The functional significance of biodiversity in soils. In: Interdisciplinary symposium soils and biodiversity. INTERNATIONAL CONGRESS SOIL SCIENCE, 25. MEXICO, p. 168-181, 1994.

LEPS, J.; SMILAUER, P. **Multivariate analysis of ecological data using Canoco**. Cambridge: Cambridge University Press, 2003. 282 p.

LIMA, V. C. Fundamentos de Pedologia. **Solos cultivados com Cana-de-açúcar**. Roteiro de estudo 34. Curitiba; UFPR/Setor de Ciências Agrárias/Depto. de Solos, 2001. p. 249-258.

LOOTS, G. C.; RYKE, P. A. J. The ratio Oribatei: Trombidiformes with reference to organic matter content in soils. **Pedobiologia**, Jena, n. 7, p. 121-124, 1967.

MACFADYEN, A. Notes on methods for the extraction of small soil arthropods. **The Journal of Animal Ecology**, London, v. 22, n. 1, p. 65-77, 1953.

MALUCHE-BARETTA, C. R. D.; AMARANTE, C. V. T.; KLAUBERG-FILHO, O. Análise multivariada de atributos do solo em sistemas convencional e orgânico de produção de maçãs. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 10, p. 1531-1531, 2006.

MARTINS, F. R.; SANTOS, F. A. M. Técnicas usuais de estimativa da biodiversidade. **Holos Environment**, Rio Claro, v. 1, p. 236-267, 1999.

MERLIM, A de O. **Macrofauna edáfica em ecossistemas preservados e degradados de araucária no parque estadual de Campos do Jordão, SP**. 103p. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

MORENO, C. E. **Métodos para medir la biodiversidad**. M&T - Manuales y Tesis SEA, v. 1. Zaragoza, 2001. 84 p.

MOTTA, L. O. J. **Fitossociologia e indicadores da qualidade do solo em fragmentos de Mata Atlântica, na cidade do Rio de Janeiro**. 98p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais Florestais) – Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2006.

MURPHY, P. W. (Ed.). **Progress in soil zoology**. London: Butterworths Scientific Publications, 1963.

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.

NASCIMENTO, D. **Tecnologia agrícola: novas regras para a vinhaça**. Idea online. Ideanews – Matérias. Disponível em: <<http://www.ideaonline.com.br/ideanews/ideanews.asp?cod=18&sec=3>> Acesso em: 01 dez. 2007.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro. Guanabara. 1988. 434 p.

OMETTO, A. R.; MANGABEIRA, J. A. de C.; HOTT, M. C. Mapeamento de potenciais de impactos ambientais da queima de cana-de-açúcar no Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7, Goiânia, 2005. **Anais...** Goiânia: INPE, 2005. p. 2297-2299.

PENATTI, C. P.; CAMBRIA, S.; BONI, P. S.; ARRUDA, F. C. de O.; MANOEL, L. A. Efeitos da aplicação de vinhaça e nitrogênio na soqueira da cana-de-açúcar. **Boletim Técnico Copersucar**, São Paulo (44):32-38. 1988.

PIELOU, E. C. **Ecological diversity**. New York, John Wiley & Sons. 1975. 165 p.

PIMENTEL, M. S.; AQUINO, A. M. de; CORREIA, M. E. F.; COSTA, J. R.; RICCI, M. dos S. F.; DE-POLLI, H. Atributos biológicos do solo sob manejo orgânico de cafeeiro, pastagem e floresta em região do médio Paraíba Fluminense-RJ. **Coffee Science**, Lavras, v. 1, n. 2, p. 85-93, jul./dez. 2006.

PINTO, C. P. **Tecnologia da digestão anaeróbia da vinhaça e desenvolvimento sustentável**. 162 p. Dissertação (Mestrado em Planejamento de Sistemas Energéticos) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.

PONG, J. F.; GILLET, S.; DUBS, F.; FEDOROFF, E.; HAESE, L.; SOUSA, J. P.; LAVELLE, P. Collembolan communities as bioindicators of land use intensification. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 35, p. 813-826, 2003.

POPI, R. J.; SENA, M. M. Métodos quimiométricos na análise integrada de dados. In: FRIGHETO, R. T. S.; VALARINI, P. J. (coords.) **Indicadores biológicos e bioquímicos da qualidade do solo**: manual técnico. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2001. 1198 p.

PRAZERES, F. **Projeto proíbe queima dos resíduos da cana-de-açúcar**. 04/06/2007. Disponível em: <<http://www.stephanesjunior.com.br/noticias.php?id=3193>> Acesso em: 02 dez. 2007.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: Agricultura em regiões tropicais**. 9ª ed. São Paulo: Nobel. 1990, p.142-154.

PROTEFER – Notícias 27/11/2007 - **Queima da palha de cana-de-açúcar está ameaçada**. Disponível em: <<http://www.protefer.com/noticias.php>> Acesso em: 02 dez. 2007.

QUEIROZ, A. F. **Dinâmica da ciclagem de nutrientes contidos na serapilheira em um fragmento de mata ciliar no Estado de São Paulo**. 93 f. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, 1999.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A., Eds. **Análise química para avaliação da fertilidade em solos tropicais**. Campinas, Instituto Agrônomo, 2001. 285 p.

RIBAS, S. Gazeta Digital – Notícias - **Plantão Gazeta**. Edição Nº 5876 de 29/11/2007. Disponível em: <http://www.gazetadigital.com.br/digital_indice.php?GED=5876&GEDDATA=2007-11-29> Acesso em: 01 dez. 2007.

RODRIGUES, J. D. **Fisiologia da cana-de-açúcar**. Botucatu – SP, 1995. Disponível em: <<http://www.residenciaagronomica.ufpr.br/bibliografia/MATURAD.pdf>> Acesso em: 01 dez. 2007.

ROSADO, T. L.; PASSOS, R. R.; ANDRADE, F. V.; ALBANE, R. R. O.; NICOLINE, H. O. **Efeito da aplicação de diferentes níveis de vinhaça nos teores de micronutrientes presentes na parte aérea da *Brachiaria brizantha* cultivada em dois solos**. Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, 7, e Encontro Latino Americano de Pós-Graduação, 8. Universidade do Vale do Paraíba, 2008. Disponível em: <http://www.inicepg.univap.br/docs/Arquivos/arquivosINIC/INIC1444_03_O.pdf> Acesso em: 02 fev. 2009

SANGINGA, N.; MULONGOY, K.; SWIFT, M.J. Contribution of soil organisms to the sustainability and productivity cropping systems in the tropics. **Agriculture Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 41, p. 135-152, 1992.

SANOMIYA, L. T.; ASSIS, L. C.; OLIVEIRA, J. A. de; NAHAS, E. Mineralization of sugar cane straw in soil amended with vinasse (a sugar-cane alcohol industry byproduct) and nitrogen fertilizer. **Agricultura Técnica**, Chillán, v. 66, n. 1, p. 90-97, mar. 2006.

SANTO, A. A. E. **Influência da poluição atmosférica e variáveis ambientais no comportamento de bioindicadores de solo no entorno de uma metalúrgica de cobre na Bahia**. 126 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Biomonitoramento) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2004.

SANTOS, M. G. dos. **Mapeamento da vulnerabilidade e risco de poluição das águas subterrâneas dos sistemas aquíferos sedimentares da região de Campos dos Goytacazes – RJ**. 131 p. Dissertação (Mestrado em Metalogênese) – Setor de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

SANTOS, M. G. dos; ROSADO, S. C. S.; OLIVEIRA FILHO, A. T. de; CARVALHO, D. de. Correlações entre as variáveis do solo e espécies arbustivas de dunas em revegetação no litoral norte da Paraíba. **Revista Cerne**, Lavras, v. 6, n. 1. p. 19-29, 2000.

SAUTTER, K. D. **Efeito da compactação de um latossolo vermelho-escuro, causada pela colheita de *Eucalyptus grandis*, sobre alguns organismos do solo**. 105 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.

SAUTTER, K D.; KOBAYAMA, M.; USHIWATA, C. T. Influência do lodo de esgoto doméstico e lodo de água sobre a mesofauna edáfica. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 39, n. 4, p. 745-750, 1996.

SAUTTER, K. D.; SANTOS, H. R. dos. Avaliação da estrutura da população da mesofauna edáfica, em diferentes regimes de reabilitação de um solo degradado pela mineração do xisto. **Revista Scientia Agraria**, Curitiba, v. 13, n. 1-2, p. 31-34, 1994.

SCHEU, S.; WOLTERS, V. Buffering of the effect of acid rain on decomposition of carbon-14-labeled beech leaf litter by saprophagus invertebrates. **Biology and Fertility of Soils**, New York, v. 11, p. 285-289, 1991.

SEASTED, T. R.; CROSSLEY, D. A. Effects of microarthropods on the seasonal dynamics of nutrients in forests litter. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 12, p. 337-342, 1980.

SEASTED, T. R. The role of microarthropods in decomposition and mineralization processes. **Annual review of entomology**, Palo Alto, v. 29, p. 25-46, 1984.

SERVIÇO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS DE MINAS GERAIS – SEBRAE. Ponto de Partida para Início de Negócio - **Cultivo de cana-de-açúcar**. Minas Gerais, 2007. Disponível em: <http://www.sebraemg.com.br/geral/busca_1st.aspx> Acesso em: 01 dez. 2007.

SGARDELIS, S. P.; MARGARIS, N. S. Effects of fire on soil microarthropods of a phryganic ecosystem. **Pedobiologia**, Jena, v. 37, p. 83-94, 1993.

SHANNON, C. E.; WEAVER, W. **The mathematical theory of communication**. University of Illinois Press, Urbana, 1949. 117 p.

SILVA, E. M. de P.; SAKATSUME, F. **A política brasileira de biocombustíveis**. FBDS – Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável. Núcleo de Pensamento - Apresentações. Disponível em: <http://www.fbds.org.br/Apresentacoes/7_Politica_Biocombust_E_Mirra.pdf> Acesso em: 02 dez. 2007.

SILVA, F. de A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. de. A new version of the Assistat-Statistical assistance software. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4, Orlando, 2006. **Anais...** Orlando: American Society of Agricultural Engineers, 2006. p. 393-396.

SILVA, R. F.; AQUINO, A. M.; MERCANTE, F. M. Efeitos de diferentes sistemas de manejo do solo sobre estrutura populacional da macrofauna edáfica, em Mato Grosso do Sul. In: FERTBIO, 2002, Rio de Janeiro, **Resumos expandidos...** Rio de Janeiro: EMBRAPA e UFRRJ, 2002. CD-ROM.

SERVIÇO METEOROLÓGICO DO PARANÁ – SIMEPAR. **Almanaque Climático**. Disponível em: <http://www.simepar.br/tempo/clima/teste_historico.jsp> Acesso em: 01 dez. 2007.

SOUTO, P. C. **Acumulação e decomposição da serapilheira e distribuição de organismos edáficos em área de caatinga na Paraíba, Brasil**. 161 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 2006.

SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; MIRANDA, J. R. P. DE; SANTOS, R. V. DOS; ALVES, A. R. Comunidade microbiana e mesofauna edáficas em solo sob caatinga no semi-árido da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 1, jan./fev. 2008.

SOUZA, S. A. V. de. **Métodos de utilização e aplicação de vinhaça**. Workshop tecnológico sobre vinhaça, Piracicaba 10 de outubro de 2007. Disponível em: <http://www.apta.sp.gov.br/cana/anexos/position_paper_sessao2_veronez.pdf> Acessado em 20 nov. 2007.

SOUZA, Z. M. de; PAIXÃO, A. C. S.; PRADO, R de M.; CESARIN, L. G.; SOUZA, S. R de. Manejo de palhada de cana colhida sem queima, produtividade do canavial e qualidade do caldo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v35, n.5, p.1062-1068, set-out, 2005a.

SOUZA, Z. M. de; PRADO, R. M.; PAIXÃO, A. C. S.; CESARIN, L. G. Sistemas de colheita e manejo da palhada de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 3, p. 271-278, mar. 2005b.

SPAROVECK, G.; ALLEONI, L. R. F.; PEREIRA, J. C.; ROSSETO, R. Aptidão das terras de Piracicaba para o corte mecanizado de cana-de-açúcar. **STAB**, Piracicaba, v. 15, n. 5, p. 14-17, 1997.

SPELLERBERG, I. F. **Monitoring ecological change**. Cambridge University Press, UK, 1991. 334 p.

STAUT, L. A. **Condições dos solos para o cultivo de cana-de-açúcar**. 2006. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2006_2/CanaSolo/index.htm> Acesso em: 02 dez. 2007.

STEFFEN, R. B.; ANTONIOLLI, Z. I.; STEFFEN, G. P. K. Avaliação de substratos para reprodução de colêmbolos nativos em condições de laboratório. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 3, p. 265-269, jul./set. 2007.

STORK, N. E.; EGGLETON, P. Invertebrates as determinants and indicators of soil quality. **American Journal of Alternative Agriculture**, Greenbelt, v. 7, n. 1/2, 1992.

SWIFT, M. J.; HEAL, O. W.; ANDERSON, J. M. The decomposer organisms. In: **Decomposition in Terrestrial Ecosystems**, Berkeley, University of California Press. p. 66-117. 1979.

TER BRAAK, C. J. F. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. **Ecology**, New York, v. 67, n. 5, p. 1167-1179, 1986.

TER BRAAK, C. J. F. The analysis of environment relationships by canonical correspondence analysis. **Vegetatio**, Dordrecht, v. 69, p. 69-77, 1987.

TER BRAAK, C. J. F., PRENTICE, I. C. A theory of gradient analysis. **Advances in Ecological Research**, Massachusetts, v. 18, n. 2, p. 271-317, 1988.

TER BRAAK, C. J. F., SMILAUER, P. CANOCO reference manual and CanoDraw for Windows user's guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). Ithaca: Microcomputer Power, 2002. 500 p.

THOMPSON, A. R.; EDWARDS, C. A. Effects of pesticides on nontarget invertebrates in freshwater and soil. In: GUENZI, W.D. (Ed.) **Pesticides in soil and water**. Madison: SSSA. p. 341-375, 1974.

TOLEDO, L. O. **Aporte de serrapilheira, fauna edáfica e taxa de decomposição em áreas de floresta secundária no Município de Pinheiral, RJ**. 80p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2003.

UHLIG, V. M. **Caracterização da mesofauna edáfica em três fases sucessionais da Floresta Ombrófila Densa Submontana, Antonina, PR.** 112p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

UPTON, M. S. Methods for collecting, preserving, and studying insects and allied forms. 4th Edition. **The Australian Entomological Society**, Australia, n. 3, p. 1-86, 1991.

USINA ALTO ALEGRE S/A. – Unidades – **Unidade Junqueira.** Disponível em: <<http://www.altoalegre.com.br/>> Acesso em: 02 dez. 2007.

USINA ALTO ALEGRE S/A. **Mapas gerados através do Topograf**, Colorado – PR (software de uso interno), 2008.

USINA ALTO ALEGRE S/A. **[Análise físico-química da vinhaça aplicada nas áreas da Usina Alto Alegre S/A no ano de 2007]** Colorado, PR, 2009.

VALENTIN, J. L. **Ecologia Numérica.** Uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos. Rio de Janeiro: Interciência, 2000. 117 p.

VALLEJO, L. R.; FONSECA, C. L. da; GONÇALVES, D. R. P. Estudo comparativo da mesofauna do solo entre áreas de *Eucalyptus citriodora* e mata secundária heterogênea. Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 47, n. 3, p. 363-370, 1987.

VILLA, E. B. **Diagnóstico participativo e enquadramento de agricultores familiares ao “PRONAF” florestal, em duas regiões da mata atlântica, no estado do Rio de Janeiro.** 90 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2006.

VOLL, C. E. **Aplicação de vinhaça e do extrato de palhiço de cana-de-açúcar no controle de plantas daninhas.** 45 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

WALLWORK, J. A. **Ecology of soil animals.** London: MacGraw-Hill, 1970.

WEYGOLDT, P. **The Biology of Pseudoscorpions**. Harvard University Press, Cambridge. 1969.

ANEXOS

ANEXO 1 – DENSIDADE (ind.m⁻²) DOS GRUPOS TAXONÔMICOS DA MESOFAUNA, POR PARCELA, PARA A COLETA DE JANEIRO DE 2008

	Arana	Pseud	AcarP	AcarA	Chilo	Pauro	Symph	Diplu	Protu	ColAr	ColSy	Coleo	HymeF	Dipte	Enchy	Isopt
CPCV1	0	0	312	208	0	0	0	0	0	0	0	0	260	0	0	0
CPCV2	0	0	208	260	0	0	0	0	0	52	0	0	520	0	0	0
CPCV3	0	0	104	52	0	0	0	0	0	104	0	0	2027	0	0	0
SPCV1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1715	0	0	0
SPCV2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	104	0	0	0
SPCV3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	0	0	0
CPSV1	0	0	208	624	0	0	0	0	0	52	0	0	104	0	0	0
CPSV2	0	0	156	5924	0	0	0	0	0	0	0	0	728	0	0	0
CPSV3	0	0	0	1299	0	0	0	0	0	0	0	0	2079	0	104	0
SPSV1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	208	0	0	0
SPSV2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	104	0	0	0
SPSV3	0	0	0	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MN1	0	0	0	104	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MN2	0	0	0	104	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MN3	0	0	104	104	0	0	0	52	0	0	0	0	0	0	0	0

ANEXO 2 – DENSIDADE (ind.m⁻²) DOS GRUPOS TAXONÔMICOS DA MESOFAUNA, POR PARCELA, PARA A COLETA DE MARÇO DE 2008

	Arana	Pseud	AcarP	AcarA	Chilo	Pauro	Symph	Diplu	Protu	ColAr	ColSy	Coleo	HymeF	Dipte	Enchy	Isopt
CPCV1	0	0	2183	364	0	0	0	0	0	2443	0	52	10758	0	0	0
CPCV2	0	0	4002	2858	0	0	156	0	0	3482	52	0	1039	0	0	0
CPCV3	0	0	2183	260	0	0	0	0	0	832	0	0	987	0	0	0
SPCV1	104	0	0	104	0	0	0	0	0	0	0	0	676	0	0	0
SPCV2	0	0	312	208	0	0	0	0	0	156	0	0	1871	0	0	0
SPCV3	0	0	728	52	0	0	0	0	0	104	0	0	4417	0	0	0
CPSV1	0	0	0	104	0	0	0	0	0	0	0	0	3378	0	0	0
CPSV2	0	0	208	2183	0	0	0	0	0	0	0	0	883	0	0	0
CPSV3	0	0	2598	2650	0	0	0	0	0	8471	0	0	104	0	0	0
SPSV1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	572	0	0	0
SPSV2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	156	0	0	0
SPSV3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	104	0	0	0
MN1	52	0	1247	1663	0	0	104	312	0	676	0	52	883	0	0	0
MN2	0	0	1819	2702	0	0	52	260	0	1195	0	0	416	0	0	0
MN3	0	0	3014	3014	0	0	156	156	0	676	0	52	1975	0	0	0

ANEXO 3 – DENSIDADE (ind.m⁻²) DOS GRUPOS TAXONÔMICOS DA MESOFAUNA, POR PARCELA, PARA A COLETA DE MAIO DE 2008

	Arana	Pseud	AcarP	AcarA	Chilo	Pauro	Symph	Diplu	Protu	ColAr	ColSy	Coleo	HymeF	Dipte	Enchy	Isopt
CPCV1	52	0	5093	2806	0	0	0	0	0	935	0	52	592	0	0	0
CPCV2	0	0	1039	1923	0	0	0	0	0	156	0	0	520	0	0	0
CPCV3	0	0	572	4573	0	0	0	0	52	104	0	104	208	52	0	0
SPCV1	52	0	728	572	0	0	0	0	156	1559	0	0	1923	0	0	0
SPCV2	0	0	1871	4729	0	0	0	0	0	0	0	52	624	0	0	0
SPCV3	0	0	312	1663	0	0	0	0	0	104	0	0	1455	104	0	0
CPSV1	0	0	14136	33156	0	0	0	0	468	780	52	52	364	0	0	0
CPSV2	52	0	6808	7328	0	0	0	0	9354	260	0	0	1715	0	0	0
CPSV3	52	0	7432	11537	0	0	0	0	0	156	0	52	52	0	0	0
SPSV1	0	0	0	52	0	0	0	0	0	0	0	52	156	0	0	0
SPSV2	0	0	0	0	0	0	0	0	104	0	0	0	312	52	0	0
SPSV3	0	0	52	104	0	0	0	0	0	0	0	52	52	0	0	0
MN1	0	0	1143	935	0	0	312	624	0	883	0	52	1039	0	0	0
MN2	0	0	2650	2546	0	52	0	260	312	2027	0	0	156	0	0	260
MN3	0	0	14707	4054	0	0	883	1143	572	1819	52	156	416	0	0	0

ANEXO 4 – DENSIDADE (ind.m⁻²) DOS GRUPOS TAXONÔMICOS DA MESOFAUNA, POR PARCELA, PARA A COLETA DE JULHO DE 2008

	Arana	Pseud	AcarP	AcarA	Chilo	Pauro	Symph	Diplu	Protu	ColAr	ColSy	Coleo	HymeF	Dipte	Enchy	Isopt
CPCV1	0	0	4521	5145	0	0	0	0	312	520	0	52	10290	104	0	0
CPCV2	0	0	883	6652	0	0	0	0	0	780	52	572	520	0	0	0
CPCV3	0	0	104	1195	0	0	0	0	0	0	0	0	832	0	0	0
SPCV1	0	0	0	52	0	0	0	0	0	0	0	104	1715	104	0	0
SPCV2	0	0	468	572	0	0	0	0	0	0	0	52	468	0	0	0
SPCV3	52	0	208	1299	0	0	0	0	0	104	0	52	1039	0	0	0
CPSV1	0	0	37574	16266	0	0	0	260	0	2391	0	0	156	0	0	0
CPSV2	0	0	1923	3742	0	0	0	0	0	156	0	0	883	0	0	0
CPSV3	0	0	2183	8783	104	0	0	0	104	1143	0	208	260	0	0	0
SPSV1	0	0	52	0	0	0	0	0	0	52	0	0	52	52	0	0
SPSV2	0	0	52	0	0	0	0	0	0	0	0	52	260	0	0	0
SPSV3	0	0	0	104	0	0	0	0	0	0	0	104	0	0	0	0
MN1	52	52	1143	1507	0	0	0	0	0	156	0	52	312	104	0	0
MN2	0	104	1351	1663	52	0	0	0	0	832	0	0	104	52	0	0
MN3	0	104	1403	2235	0	0	0	0	0	624	52	156	208	52	0	52

ANEXO 5 – DENSIDADE (ind.m⁻²) DOS GRUPOS TAXONÔMICOS DA MESOFAUNA, POR PARCELA, PARA A COLETA DE SETEMBRO DE 2008

	Arana	Pseud	AcarP	AcarA	Chilo	Pauro	Symph	Diplu	Protu	ColAr	ColSy	Coleo	HymeF	Dipte	Enchy	Isopt
CPCV1	0	0	0	780	52	0	0	0	0	468	104	0	987	0	0	0
CPCV2	0	0	520	1455	0	0	0	0	104	3222	0	156	1351	52	52	0
CPCV3	0	0	1923	260	0	0	0	0	0	3482	260	104	6808	0	0	0
SPCV1	0	0	260	156	0	0	0	0	0	1663	364	0	2391	0	0	0
SPCV2	0	0	52	156	0	0	0	0	0	416	676	208	3430	0	0	0
SPCV3	0	0	156	104	0	0	0	0	0	260	0	52	416	0	0	0
CPSV1	52	0	364	3274	0	0	0	0	104	2027	0	52	832	52	0	0
CPSV2	0	0	3170	5872	52	0	0	0	832	4365	52	104	52	0	0	0
CPSV3	0	0	780	1663	0	0	0	0	416	364	52	0	1091	0	0	0
SPSV1	0	0	156	52	0	0	0	0	0	364	780	52	728	52	52	0
SPSV2	0	0	0	156	0	0	0	0	0	883	676	0	104	0	0	0
SPSV3	0	0	52	156	0	0	0	0	0	104	935	104	3118	0	52	0
MN1	52	52	7172	3378	0	0	572	156	572	2962	260	0	104	52	0	104
MN2	52	0	8471	4106	0	0	676	312	364	1351	0	52	364	208	0	52
MN3	0	0	1819	3170	0	0	104	416	156	1403	416	156	208	52	0	52

ANEXO 6 – DENSIDADE (ind.m⁻²) DOS GRUPOS TAXONÔMICOS DA MESOFAUNA, POR PARCELA, PARA A COLETA DE NOVEMBRO DE 2008

	Arana	Pseud	AcarP	AcarA	Chilo	Pauro	Symph	Diplu	Protu	ColAr	ColSy	Coleo	HymeF	Dipte	Enchy	Isopt
CPCV1	0	0	52	1507	0	0	0	0	520	2235	52	0	1143	0	0	0
CPCV2	52	0	104	208	0	0	0	0	52	156	0	156	1195	0	0	52
CPCV3	0	0	935	520	0	0	0	0	156	1715	208	52	24737	0	0	0
SPCV1	0	0	364	468	0	0	0	0	0	2287	208	0	468	52	0	0
SPCV2	0	0	312	208	0	0	0	0	0	1195	52	156	7951	0	0	0
SPCV3	0	0	0	104	0	0	0	0	52	1871	208	52	2650	0	0	52
CPSV1	0	0	468	260	0	0	0	0	468	572	0	0	52	52	0	0
CPSV2	0	0	1143	987	0	0	0	52	468	832	0	0	52	208	0	0
CPSV3	52	0	208	156	0	0	0	0	832	1299	0	52	0	156	0	0
SPSV1	0	0	416	260	0	0	0	0	156	4054	1091	104	0	104	104	0
SPSV2	52	0	780	260	0	0	0	0	0	1715	935	0	1195	52	52	0
SPSV3	0	0	572	312	0	0	0	0	0	1611	468	156	0	104	0	0
MN1	0	0	104	468	0	0	52	0	312	208	0	52	1299	0	0	0
MN2	0	0	1819	260	0	0	0	156	0	0	0	52	52	104	0	52
MN3	0	0	104	416	0	0	0	52	52	364	0	0	676	208	0	0

ANEXO 7 – DENSIDADE (ind.m⁻²) DOS GRUPOS TAXONÔMICOS DA MESOFAUNA POR TRATAMENTO E MÊS AMOSTRADO

	Arana	Pseud	AcarP	AcarA	Chilo	Pauro	Symph	Diplu	Protu	ColAr	ColSy	Coleo	HymeF	Dipte	Enchy	Isopt
CPCVjan	0	0	3118	2598	0	0	0	0	0	780	0	0	14032	0	0	0
CPCVmar	0	0	41835	17410	0	0	780	0	0	33780	260	260	63922	0	0	0
CPCVmai	260	0	33520	46512	0	0	0	0	260	5976	0	780	6496	260	0	0
CPCVjul	0	0	27544	64961	0	0	0	0	1559	6496	260	3118	58205	520	0	0
CPCVset	0	0	12213	12473	260	0	0	0	520	35859	1819	1299	45733	260	260	0
CPCVnov	260	0	5457	11173	0	0	0	0	3638	20528	1299	1039	135379	0	0	260
SPCVjan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9354	0	0	0
SPCVmar	520	0	5197	1819	0	0	0	0	0	1299	0	0	34819	0	0	0
SPCVmai	260	0	14551	34819	0	0	0	0	780	8315	0	260	20008	520	0	0
SPCVjul	260	0	3378	9614	0	0	0	0	0	520	0	1039	16110	520	0	0
SPCVset	0	0	2339	2079	0	0	0	0	0	11693	5197	1299	31181	0	0	0
SPCVnov	0	0	3378	3898	0	0	0	0	260	26764	2339	1299	55347	260	0	260
CPSVjan	0	0	1819	39237	0	0	0	0	0	260	0	0	14551	0	520	0
CPSVmar	0	0	14032	24685	0	0	0	0	0	42355	0	0	21827	0	0	0
CPSVmai	520	0	141875	260105	0	0	0	0	49111	5976	260	520	10654	0	0	0
CPSVjul	0	0	208396	143954	520	0	0	1299	520	18449	0	1039	6496	0	0	0
CPSVset	260	0	21567	54048	260	0	0	0	6756	33780	520	780	9874	260	0	0
CPSVnov	260	0	9095	7016	0	0	0	260	8835	13512	0	260	520	2079	0	0
SPSVjan	0	0	0	260	0	0	0	0	0	0	0	0	1559	0	0	0
SPSVmar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4158	0	0	0
SPSVmai	0	0	260	780	0	0	0	0	520	0	0	520	2598	260	0	0
SPSVjul	0	0	520	520	0	0	0	0	0	260	0	780	1559	260	0	0
SPSVset	0	0	1039	1819	0	0	0	0	0	6756	11953	780	19748	260	520	0
SPSVnov	260	0	8835	4158	0	0	0	0	780	36898	12473	1299	5976	1299	780	0
MNjan	0	0	520	1559	0	0	0	260	0	0	0	0	0	0	0	0
MNmar	260	0	30402	36898	0	0	1559	3638	0	12732	0	520	16370	0	0	0
MNmai	0	0	92505	37677	0	260	5976	10134	4417	23646	260	1039	8055	0	0	1299
MNjul	260	1299	19488	27024	260	0	0	0	0	8055	260	1039	3118	1039	0	260
MNset	520	260	87308	53268	0	0	6756	4417	5457	28583	3378	1039	3378	1559	0	1039
MNnov	0	0	10134	5717	0	0	260	1039	1819	2858	0	520	10134	1559	0	260

ANEXO 8 – PARÂMETROS DE SOLO, COBERTURA E UMIDADE DE SOLO NOS TRATAMENTOS E MESES AMOSTRADOS

	Cobertura t.ha ⁻¹	pH	M.O. g/dm ³	P mg/dm ³	K ----- mmol _c /dm ³ -----	Ca mmol _c /dm ³ -----	Mg -----	Al -----	S -----	Cu -----	Fe -----	Zn -----	Mn -----	B -----	Umidade %
CPCVjan	23,7	5,8	12,00	28,00	3,80	15,00	5,00	0,00	10,00	0,80	39,00	1,30	2,80	0,27	10,22
CPCVmar	23,29	5,7	21,00	23,00	1,50	17,00	9,00	0,00	3,00	0,60	34,00	2,00	3,00	0,19	10,67
CPCVmai	15,18	5,4	15,00	35,00	2,50	18,00	9,00	0,00	15,00	0,60	29,00	0,90	3,20	0,39	3,00
CPCVjul	9,73	5,2	15,00	21,00	1,50	14,00	8,00	0,00	12,00	0,30	26,00	2,10	2,20	0,15	2,33
CPCVset	17,31	5,2	15,00	28,00	1,80	16,00	8,00	0,00	1,00	0,40	26,00	1,70	3,90	0,32	6,77
CPCVnov	24,12	6,1	15,00	114,00	1,80	23,00	8,00	0,00	5,00	1,00	50,00	2,20	9,70	0,13	9,77
SPCVjan	3,4	5,8	14,00	48,00	4,20	13,00	6,00	0,00	6,00	1,00	52,00	1,30	3,00	0,15	11,02
SPCVmar	0,83	5,5	21,00	105,00	2,50	20,00	7,00	0,00	6,00	0,80	39,00	3,00	3,20	0,19	11,88
SPCVmai	1,11	5,8	18,00	76,00	2,10	24,00	6,00	0,00	12,00	0,90	50,00	2,10	3,20	0,29	3,67
SPCVjul	1,83	5,5	15,00	64,00	2,80	19,00	7,00	0,00	10,00	0,60	30,00	2,60	2,20	0,12	2,10
SPCVset	1,68	5,5	15,00	198,00	2,10	20,00	7,00	0,00	1,00	0,60	38,00	2,90	2,60	0,28	8,42
SPCVnov	5,98	6,2	20,00	219,00	1,60	24,00	6,00	0,00	5,00	0,90	34,00	3,40	8,20	0,30	10,16
CPSVjan	20,84	4,9	16,00	13,00	1,30	13,00	3,00	1,00	9,00	1,60	21,00	0,90	19,60	0,19	10,59
CPSVmar	21,8	4,8	20,00	12,00	0,80	15,00	3,00	1,00	6,00	1,30	13,00	0,90	13,20	0,26	11,44
CPSVmai	18,10	4,8	16,00	12,00	0,80	13,00	2,00	1,00	15,00	1,00	12,00	0,80	16,80	0,16	4,98
CPSVjul	10,20	4,4	16,00	11,00	1,20	14,00	3,00	1,00	15,00	0,70	11,00	0,80	14,10	0,23	4,12
CPSVset	16,74	4,5	15,00	13,00	0,80	17,00	3,00	1,00	7,00	0,80	8,00	1,10	12,80	0,24	9,32
CPSVnov	19,89	4,9	16,00	7,00	1,50	15,00	3,00	1,00	5,00	1,20	14,00	1,10	28,80	0,33	9,74
SPSVjan	3,03	4,4	16,00	15,00	1,50	9,00	2,00	3,00	4,00	1,60	10,00	1,40	19,60	0,21	10,35
SPSVmar	1,58	4,4	20,00	12,00	1,00	10,00	2,00	3,00	4,00	1,80	8,00	1,10	12,80	0,12	10,47
SPSVmai	1,59	4,5	15,00	22,00	1,60	24,00	2,00	4,00	10,00	1,70	13,00	0,80	29,20	0,17	4,56
SPSVjul	1,63	4,2	11,00	17,00	2,70	9,00	2,00	2,00	15,00	1,00	7,00	1,10	15,20	0,21	3,74
SPSVset	1,10	4,3	10,00	28,00	1,30	11,00	3,00	2,00	7,00	1,50	8,00	1,40	15,60	0,30	8,96
SPSVnov	4,48	4,9	11,00	20,00	2,00	14,00	3,00	2,00	20,00	2,20	14,00	1,30	40,00	0,26	10,22
MNjan	14,79	4,4	38,00	13,00	1,80	21,00	6,00	2,00	24,00	1,00	124,00	2,20	25,20	0,25	12,75
MNmar	17,2	4,6	30,00	13,00	1,20	25,00	7,00	2,00	3,00	1,00	114,00	0,70	5,90	0,32	14,72
MNmai	9,39	4,2	29,00	8,00	0,60	12,00	3,00	4,00	12,00	0,60	176,00	0,70	14,40	0,32	5,12
MNjul	6,58	3,6	25,00	7,00	0,60	9,00	2,00	5,00	10,00	0,40	149,00	1,10	15,40	0,24	3,64
MNset	7,20	3,9	27,00	9,00	0,60	19,00	4,00	2,00	7,00	0,60	119,00	1,60	18,40	0,49	7,67
MNnov	13,38	4,2	27,00	7,00	1,60	15,00	4,00	3,00	7,00	0,60	134,00	1,10	27,60	0,24	10,79

ANEXO 9 – RESULTADO DA CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO SOLO DAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE REFERENTE À COLETA DE JANEIRO DE 2008

Tratamento	Profund. (cm)	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	H+Al	Al	Soma bases	CTC	Sat. bases	Sat. Al	S	Micronutrientes					
		CaCl ₂	resina											SO ₄	Cu	Fe	Zn	Mn	B	
			g/dm ³	mg/dm ³	mmol _c /dm ³							mg/dm ³								
										SB		V%	m%		DTPA					água quente
CPCV	0 - 5	5,8	12,00	28,00	3,80	15,00	5,00	12,00	0,00	24,00	36,00	66	0	10,00	0,80	39,00	1,30	2,80	0,27	
	5 - 20	5,7	15,00	30,00	3,50	11,00	6,00	12,00	0,00	21,00	33,00	63	0	3,00	0,90	60,00	1,20	4,50	0,17	
SPCV	0 - 5	5,8	14,00	48,00	4,20	13,00	6,00	13,00	0,00	23,00	36,00	64	0	6,00	1,00	52,00	1,30	3,00	0,15	
	5 - 20	6,2	17,00	76,00	6,40	16,00	8,00	12,00	0,00	30,00	42,00	72	0	7,00	0,90	50,00	1,90	2,60	0,17	
CPSV	0 - 5	4,9	16,00	13,00	1,30	13,00	3,00	20,00	1,00	17,00	37,00	46	5	9,00	1,60	21,00	0,90	19,60	0,19	
	5 - 20	4,8	15,00	9,00	1,30	12,00	3,00	22,00	1,00	16,00	38,00	43	6	10,00	1,30	14,00	1,20	13,60	0,23	
SPSV	0 - 5	4,4	16,00	15,00	1,50	9,00	2,00	25,00	3,00	13,00	38,00	33	19	4,00	1,60	10,00	1,40	19,60	0,21	
	5 - 20	4,2	16,00	17,00	1,30	7,00	2,00	31,00	4,00	10,00	41,00	25	28	20,00	2,30	17,00	1,50	25,60	0,27	
MN	0 - 5	4,4	38,00	13,00	1,80	21,00	6,00	38,00	2,00	29,00	67,00	43	6	24,00	1,00	124,00	2,20	25,20	0,25	
	5 - 20	4,1	21,00	8,00	1,30	12,00	5,00	42,00	5,00	18,00	60,00	30	21	9,00	0,90	110,00	1,60	12,00	0,16	

LEGENDA: CPCV – Com palha e com vinhaça; SPCV – Sem palha e com vinhaça; CPSV – Com palha e sem vinhaça; SPSV – Sem palha e sem vinhaça; MN – Mata nativa; M. O. – Matéria orgânica; P – Fósforo; K – Potássio; Ca – Cálcio; Mg – Magnésio; CTC – Capacidade de troca catiônica; Al – Alumínio; S – Enxofre; Cu – Cobre; Fe – Ferro; Zn – Zinco; Mn – Manganês; B – Boro.

FONTE: O autor (2009)

ANEXO 10 – RESULTADO DA CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO SOLO DAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE REFERENTE À COLETA DE MARÇO DE 2008

Tratamento	Profund. (cm)	pH CaCl ₂	M.O. resina	P	K	Ca	Mg	H+Al	Al	Soma bases SB	CTC	Sat. bases V%	Sat. Al m%	S SO ₄	Micronutrientes				
															Cu	Fe	Zn	Mn	B água quente
			g/dm ³	mg/dm ³	mmol/dm ³						mg/dm ³								
CPCV	0 - 5	5,7	21,00	23,00	1,50	17,00	9,00	13,00	0,00	28,00	41,00	68	0	3,00	0,60	34,00	2,00	3,00	0,19
	5 - 20	5,8	17,00	25,00	2,30	14,00	6,00	13,00	0,00	22,00	35,00	63	0	1,00	0,80	38,00	1,10	2,30	0,24
SPCV	0 - 5	5,5	21,00	105,00	2,50	20,00	7,00	15,00	0,00	30,00	45,00	66	0	6,00	0,80	39,00	3,00	3,20	0,19
	5 - 20	5,8	18,00	108,00	2,30	21,00	6,00	15,00	0,00	29,00	44,00	66	0	9,00	1,10	44,00	2,10	2,80	0,21
CPSV	0 - 5	4,8	20,00	12,00	0,80	15,00	3,00	22,00	1,00	19,00	41,00	46	5	6,00	1,30	13,00	0,90	13,20	0,26
	5 - 20	4,6	19,00	9,00	0,50	11,00	3,00	28,00	2,00	15,00	43,00	34	12	3,00	1,30	18,00	0,70	11,20	0,24
SPSV	0 - 5	4,4	20,00	12,00	1,00	10,00	2,00	34,00	3,00	13,00	47,00	28	19	4,00	1,80	8,00	1,10	12,80	0,12
	5 - 20	4,2	15,00	11,00	0,60	8,00	2,00	34,00	4,00	11,00	45,00	24	27	4,00	2,50	14,00	0,80	21,20	0,19
MN	0 - 5	4,6	30,00	13,00	1,20	25,00	7,00	38,00	2,00	33,00	71,00	47	6	3,00	1,00	114,00	0,70	5,90	0,32
	5 - 20	4,0	26,00	7,00	1,00	8,00	3,00	47,00	6,00	12,00	59,00	20	33	11,00	0,90	101,00	1,50	23,60	0,30

LEGENDA: CPCV – Com palha e com vinhaça; SPCV – Sem palha e com vinhaça; CPSV – Com palha e sem vinhaça; SPSV – Sem palha e sem vinhaça; MN – Mata nativa; M. O. – Matéria orgânica; P – Fósforo; K – Potássio; Ca – Cálcio; Mg – Magnésio; CTC – Capacidade de troca catiônica; Al – Alumínio; S – Enxofre; Cu – Cobre; Fe – Ferro; Zn – Zinco; Mn – Manganês; B – Boro.

FONTE: O autor (2009)

ANEXO 11 – RESULTADO DA CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO SOLO DAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE REFERENTE À COLETA DE MAIO DE 2008

Tratamento	Profund. (cm)	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	H+Al	Al	Soma	CTC	Sat.	Sat.	S	Micronutrientes				
		CaCl ₂	resina							bases	bases	Al	SO ₄	Cu	Fe	Zn	Mn	B	
			g/dm ³	mg/dm ³	mmol _c /dm ³							mg/dm ³							
										SB	V%	m%		DTPA					água quente
CPCV	0 - 5	5,4	15,00	35,00	2,50	18,00	9,00	20,00	0,00	30,00	50,00	60	0	15,00	0,60	29,00	0,90	3,20	0,39
	5 - 20	5,6	12,00	42,00	2,80	20,00	6,00	16,00	0,00	29,00	45,00	64	0	17,00	0,60	28,00	0,70	2,80	0,33
SPCV	0 - 5	5,8	18,00	76,00	2,10	24,00	6,00	20,00	0,00	32,00	52,00	62	0	12,00	0,90	50,00	2,10	3,20	0,29
	5 - 20	5,8	17,00	198,00	2,80	23,00	6,00	18,00	0,00	32,00	50,00	64	0	15,00	0,80	39,00	1,50	4,60	0,17
CPSV	0 - 5	4,8	16,00	12,00	0,80	13,00	2,00	31,00	1,00	16,00	47,00	34	6	15,00	1,00	12,00	0,80	16,80	0,16
	5 - 20	4,6	13,00	16,00	0,60	12,00	2,00	31,00	2,00	15,00	46,00	32	12	15,00	1,20	13,00	0,70	17,60	0,15
SPSV	0 - 5	4,5	15,00	22,00	1,60	24,00	2,00	34,00	4,00	28,00	62,00	45	13	10,00	1,70	13,00	0,80	29,20	0,17
	5 - 20	4,5	14,00	17,00	1,00	8,00	2,00	38,00	4,00	11,00	49,00	22	27	10,00	1,00	14,00	0,90	28,40	0,26
MN	0 - 5	4,2	29,00	8,00	0,60	12,00	3,00	47,00	4,00	16,00	63,00	25	20	12,00	0,60	176,00	0,70	14,40	0,32
	5 - 20	4,2	23,00	7,00	0,50	9,00	2,00	47,00	5,00	12,00	59,00	20	30	10,00	0,60	125,00	0,50	7,70	0,38

LEGENDA: CPCV – Com palha e com vinhaça; SPCV – Sem palha e com vinhaça; CPSV – Com palha e sem vinhaça; SPSV – Sem palha e sem vinhaça; MN – Mata nativa; M. O. – Matéria orgânica; P – Fósforo; K – Potássio; Ca – Cálcio; Mg – Magnésio; CTC – Capacidade de troca catiônica; Al – Alumínio; S – Enxofre; Cu – Cobre; Fe – Ferro; Zn – Zinco; Mn – Manganês; B – Boro.

FONTE: O autor (2009)

ANEXO 12 – RESULTADO DA CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO SOLO DAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE REFERENTE À COLETA DE JULHO DE 2008

Tratamento	Profund. (cm)	pH CaCl ₂	M.O.	P resina	K	Ca	Mg	H+Al	Al	Soma bases	CTC	Sat. bases	Sat. Al	S SO ₄	Micronutrientes				
															Cu	Fe	Zn	Mn	B água quente
													----- DTPA -----						
													----- mg/dm ³ -----						
			g/dm ³	mg/dm ³	----- mmol _c /dm ³ -----														
CPCV	0 - 5	5,2	15,00	21,00	1,50	14,00	8,00	16,00	0,00	24,00	40,00	59	0	12,00	0,30	26,00	2,10	2,20	0,15
	5 - 20	5,3	12,00	62,00	2,00	15,00	5,00	16,00	0,00	22,00	38,00	58	0	7,00	0,70	46,00	1,00	1,90	0,20
SPCV	0 - 5	5,5	15,00	64,00	2,80	19,00	7,00	16,00	0,00	29,00	45,00	64	0	10,00	0,60	30,00	2,60	2,20	0,12
	5 - 20	5,6	12,00	165,00	2,80	17,00	7,00	16,00	0,00	27,00	43,00	63	0	12,00	0,60	36,00	1,20	1,50	0,30
CPSV	0 - 5	4,4	16,00	11,00	1,20	14,00	3,00	28,00	1,00	18,00	46,00	39	5	15,00	0,70	11,00	0,80	14,10	0,23
	5 - 20	4,2	10,00	9,00	0,80	10,00	2,00	31,00	2,00	13,00	44,00	29	14	7,00	0,80	10,00	0,60	13,20	0,14
SPSV	0 - 5	4,2	11,00	17,00	2,70	9,00	2,00	31,00	2,00	14,00	45,00	31	13	15,00	1,00	7,00	1,10	15,20	0,21
	5 - 20	4	12,00	17,00	1,30	7,00	2,00	38,00	4,00	10,00	48,00	21	28	15,00	1,20	11,00	0,90	18,80	0,13
MN	0 - 5	3,6	25,00	7,00	0,60	9,00	2,00	58,00	5,00	12,00	70,00	17	30	10,00	0,40	149,00	1,10	15,40	0,24
	5 - 20	3,6	20,00	7,00	0,50	7,00	2,00	52,00	6,00	10,00	62,00	15	39	7,00	0,40	130,00	0,50	9,00	0,15

LEGENDA: CPCV – Com palha e com vinhaça; SPCV – Sem palha e com vinhaça; CPSV – Com palha e sem vinhaça; SPSV – Sem palha e sem vinhaça; MN – Mata nativa; M. O. – Matéria orgânica; P – Fósforo; K – Potássio; Ca – Cálcio; Mg – Magnésio; CTC – Capacidade de troca catiônica; Al – Alumínio; S – Enxofre; Cu – Cobre; Fe – Ferro; Zn – Zinco; Mn – Manganês; B – Boro.

FONTE: O autor (2009)

ANEXO 13 – RESULTADO DA CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO SOLO DAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE REFERENTE À COLETA DE SETEMBRO DE 2008

Tratamento	Profund. (cm)	pH CaCl ₂	M.O.	P resina	K	Ca	Mg	H+Al	Al	Soma bases	CTC	Sat. bases	Sat. Al	S SO ₄	Micronutrientes				
															Cu	Fe	Zn	Mn	B
															----- DTPA -----		água quente		
			g/dm ³	mg/dm ³	----- mmol _c /dm ³ -----							----- mg/dm ³ -----							
CPCV	0 - 5	5,2	15,00	28,00	1,80	16,00	8,00	13,00	0,00	26,00	39,00	66	0	1,00	0,40	26,00	1,70	3,90	0,32
	5 - 20	5,3	8,00	30,00	1,60	17,00	5,00	12,00	0,00	24,00	36,00	66	0	2,00	0,50	25,00	0,80	2,90	0,17
SPCV	0 - 5	5,5	15,00	198,00	2,10	20,00	7,00	12,00	0,00	29,00	41,00	71	0	1,00	0,60	38,00	2,90	2,60	0,28
	5 - 20	5,3	12,00	198,00	2,30	17,00	5,00	13,00	0,00	24,00	37,00	65	0	5,00	0,70	39,00	1,20	1,80	0,33
CPSV	0 - 5	4,5	15,00	13,00	0,80	17,00	3,00	18,00	1,00	21,00	39,00	54	5	7,00	0,80	8,00	1,10	12,80	0,24
	5 - 20	4,2	11,00	13,00	0,60	12,00	2,00	22,00	2,00	15,00	37,00	40	12	1,00	1,00	9,00	0,80	14,40	0,17
SPSV	0 - 5	4,3	10,00	28,00	1,30	11,00	3,00	20,00	2,00	15,00	35,00	43	12	7,00	1,50	8,00	1,40	15,60	0,30
	5 - 20	4,0	10,00	12,00	0,80	10,00	2,00	22,00	3,00	13,00	35,00	37	19	10,00	1,70	9,00	1,10	21,60	0,25
MN	0 - 5	3,9	27,00	9,00	0,60	19,00	4,00	38,00	2,00	24,00	62,00	38	8	7,00	0,60	119,00	1,60	18,40	0,49
	5 - 20	3,8	17,00	7,00	0,60	14,00	3,00	38,00	4,00	18,00	56,00	32	19	10,00	0,80	105,00	0,90	11,60	0,59

LEGENDA: CPCV – Com palha e com vinhaça; SPCV – Sem palha e com vinhaça; CPSV – Com palha e sem vinhaça; SPSV – Sem palha e sem vinhaça; MN – Mata nativa; M. O. – Matéria orgânica; P – Fósforo; K – Potássio; Ca – Cálcio; Mg – Magnésio; CTC – Capacidade de troca catiônica; Al – Alumínio; S – Enxofre; Cu – Cobre; Fe – Ferro; Zn – Zinco; Mn – Manganês; B – Boro.

FONTE: O autor (2009)

ANEXO 14 – RESULTADO DA CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO SOLO DAS ÁREAS DA USINA ALTO ALEGRE REFERENTE À COLETA DE NOVEMBRO DE 2008

Tratamento	Profund. (cm)	pH CaCl ₂	M.O.	P resina	K	Ca	Mg	H+Al	Al	Soma bases	CTC	Sat. bases	Sat. Al	S SO ₄	Micronutrientes				
															Cu	Fe	Zn	Mn	B
													----- DTPA -----					água quente	
			g/dm ³	mg/dm ³	----- mmol _c /dm ³ -----							----- mg/dm ³ -----							
CPCV	0 - 5	6,1	15,00	114,00	1,80	23,00	8,00	12,00	0,00	33,00	45,00	73	0	5,00	1,00	50,00	2,20	9,70	0,13
	5 - 20	6,1	12,00	180,00	1,50	23,00	5,00	11,00	0,00	30,00	41,00	73	0	5,00	1,30	54,00	1,20	9,00	0,22
SPCV	0 - 5	6,2	20,00	219,00	1,60	24,00	6,00	11,00	0,00	32,00	43,00	74	0	5,00	0,90	34,00	3,40	8,20	0,30
	5 - 20	5,9	10,00	58,00	1,60	18,00	4,00	11,00	0,00	24,00	35,00	68	0	5,00	0,80	42,00	0,90	10,40	0,31
CPSV	0 - 5	4,9	16,00	7,00	1,50	15,00	3,00	18,00	1,00	20,00	38,00	52	5	5,00	1,20	14,00	1,10	28,80	0,33
	5 - 20	4,5	14,00	10,00	1,00	11,00	2,00	20,00	2,00	14,00	34,00	41	13	10,00	1,40	14,00	0,70	28,00	0,33
SPSV	0 - 5	4,9	11,00	20,00	2,00	14,00	3,00	20,00	2,00	19,00	39,00	49	10	20,00	2,20	14,00	1,30	40,00	0,26
	5 - 20	4,5	12,00	14,00	1,20	13,00	2,00	22,00	3,00	16,00	38,00	42	16	7,00	2,60	15,00	1,00	42,40	0,32
MN	0 - 5	4,2	27,00	7,00	1,60	15,00	4,00	38,00	3,00	21,00	59,00	35	13	7,00	0,60	134,00	1,10	27,60	0,24
	5 - 20	3,8	17,00	7,00	0,60	8,00	2,00	42,00	6,00	11,00	53,00	20	36	7,00	0,90	124,00	0,80	10,60	0,32

LEGENDA: CPCV – Com palha e com vinhaça; SPCV – Sem palha e com vinhaça; CPSV – Com palha e sem vinhaça; SPSV – Sem palha e sem vinhaça; MN – Mata nativa; M. O. – Matéria orgânica; P – Fósforo; K – Potássio; Ca – Cálcio; Mg – Magnésio; CTC – Capacidade de troca catiônica; Al – Alumínio; S – Enxofre; Cu – Cobre; Fe – Ferro; Zn – Zinco; Mn – Manganês; B – Boro.

FONTE: O autor (2009)