

UNIVERSIDADE DE MOGI DAS CRUZES

DÉBORA RODRIGUES DE SOUZA

**“DIVERSIDADE DE FORMIGAS (HYMENOPTERA:
FORMICIDAE) EPIGÉICAS EM ÁREAS ANTROPIZADAS E A
INFLUÊNCIA DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS
DO SOLO”**

Mogi das Cruzes, SP

2010

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE DE MOGI DAS CRUZES

DÉBORA RODRIGUES DE SOUZA

**“DIVERSIDADE DE FORMIGAS (HYMENOPTERA:
FORMICIDAE) EPIGÉICAS EM ÁREAS ANTROPIZADAS E A
INFLUÊNCIA DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO
SOLO”**

Dissertação apresentada à Universidade de Mogi das Cruzes, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Biotecnologia (Área de Concentração: Ambiental).

Prof^a Orientadora Dr^a Maria Santina de Castro Morini

Mogi das Cruzes, SP

2010

Financiamento: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); Programa de Taxonomia da Universidade de Mogi das Cruzes (PROTAX - UMC); Fundação de Amparo ao Ensino e Pesquisa (FAEP).

FICHA CATALOGRÁFICA

Universidade de Mogi das Cruzes - Biblioteca Central

Souza, Débora Rodrigues de

Diversidade de formigas (Hymenoptera : Formicidae) epigéicas em áreas antropizadas e a influência de características físico-químicas do solo / Débora Rodrigues de Souza. – 2010.

105 f.

Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade de Mogi das Cruzes, 2010

Área de concentração: Ambiental

Orientador: Profª Drª Maria Santina de Castro Morini

1. Formicidae 2. Guildas 3. Metais 4. Solo 5. Pitfall
I. Morini, Maria Santina de Castro

CDD 595.747

ATAS

ATA DA SESSÃO PÚBLICA DE APRESENTAÇÃO DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM BIOTECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE MOGI DAS CRUZES

Às dez horas do dia vinte e seis de fevereiro de dois mil e dez, na Universidade de Mogi das Cruzes, realizou-se a defesa de dissertação "Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) epigéicas em áreas antropizadas e a influência de características físico-químicas do solo" para obtenção do grau de Mestre pelo(a) candidato(a) **Débora Rodrigues de Souza**. Tendo sido o número de créditos alcançados pelo(a) mesmo(a) no total de 48 (quarenta e oito), a saber: 24 unidades de crédito em disciplinas de pós-graduação e 24 unidades de crédito no preparo da dissertação, o(a) aluno(a) perfaz assim os requisitos para obtenção do grau de Mestre. A Comissão Examinadora estava constituída dos Senhores Professores Doutores Maria Santina de Castro Morini e Flávio Aparecido Rodrigues da Universidade de Mogi das Cruzes e Isabel Alves dos Santos da Universidade de São Paulo, sob a presidência do(a) primeiro(a), como orientador(a) da dissertação. A Sessão Pública da defesa de dissertação foi aberta pelo Senhor Presidente da Comissão que apresentou o(a) candidato(a). Em seguida o(a) candidato(a) realizou uma apresentação oral da dissertação. Ao final da apresentação da dissertação, seguiram-se as arguições pelos Membros da Comissão Examinadora. A seguir a Comissão, em Sessão Secreta, conforme julgamento discriminado por cada membro, considerou o(a) candidato(a)

Aprovada por unanimidade
(aprovação(a)/reprovado(a)) (unanimidade/maioria)

Mogi das Cruzes, 26 de fevereiro de 2010.

Comissão Examinadora

Julgamento

Maria Santina de Castro Morini
Profª Drª Maria Santina de Castro Morini

aprovado
(aprovado(a)/reprovado(a))

Flávio Aparecido Rodrigues
Prof. Dr. Flávio Aparecido Rodrigues

aprovado
(aprovado(a)/reprovado(a))

Isabel Alves dos Santos
Profª Drª Isabel Alves dos Santos

aprovada
(aprovado(a)/reprovado(a))

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha família: meus pais Rose e João, por todo apoio, amor e companheirismo incondicional em cada etapa da minha vida; e aos meus irmãos Alexandre e Everton, pelo apoio e ajuda em todos os momentos que precisei.

À professora Maria Santana, pela orientação, por todo o aprendizado que me forneceu e que sei ainda me fornecerá, e por todo o crescimento que me proporcionou. Agradeço muito a sua amizade, carinho, paciência e atenção dada em cada passo dessa trajetória científica.

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela concessão de bolsa de estudo.

À Universidade de Mogi das Cruzes por disponibilizar bolsas para o Programa de Taxonomia (Protax), ao qual fiz parte.

À Faep (Fundação de Amparo ao Ensino e Pesquisa).

Ao Dr. André Fernando e Dr. Ástrea, do Laboratório de Pesquisa em Química Analítica e Físico-Química (LAPEQ), por todo o auxílio nas análises químicas realizadas nesse trabalho, e esclarecimentos de dúvidas em vários momentos.

Aos coordenadores e moradores das áreas estudadas, por autorizarem a realização desse trabalho em suas residências e estabelecimentos.

À todos os membros do grupo de pesquisa do Laboratório de Mirmecologia do Alto Tietê (LAMAT).

À Suzamar que trabalhou diretamente junto a mim com seu projeto de Iniciação Científica, e por todo o auxílio nas coletas e identificação do material.

À Catarina, pelo auxílio em alguns testes estatísticos.

À Fábio Fernandes, pelo grande auxílio em todas as coletas, e por torna-las sempre “mais leves”.

À Silvia, pela troca de idéias, discussões, auxílio em testes, conselhos e principalmente pela sua amizade incondicional em todos os momentos.

À Satie, presente em cada etapa dessa jornada, que mesmo longe, sempre esteve presente com sua amizade.

À todos os meus amigos, que compreenderam minha ausência e sempre estiveram ao meu lado, ora perto, ora longe, mas sempre juntos a mim e fazendo com que cada momento fosse sempre especial: Aline Da'l Olio, Anderson Rodrigues, Carolina Pozzebom, Cristine Gobbo, Emy Mano, Márcia Tachira, Márcia Nakano., Marcus Santos, Rafael Conde, Ricardo Conde, Rogério Cordeiro, Rosana Guimarães, Juliana Satie, Silvia Sayuri, Thiago Lisboa e Viviane Cavalcanti.

E por fim, agradeço a todos que de uma forma ou de outra contribuíram para que o trabalho fosse concluído.

OBRIGADA!!!

“Quando o homem aprender a respeitar até o menor ser da criação, seja animal ou vegetal, ninguém precisará ensiná-lo a amar seu semelhante”

Albert Schweitzer (Nobel da Paz – 1952)

RESUMO

Diante do alto crescimento industrial, e ocupação de solo em áreas de Floresta Ombrófila, a degradação observada nos ecossistemas brasileiros é cada vez maior. Estudos revelam que em locais próximos a complexos industriais a contaminação por determinados metais pesados no solo, afeta diretamente a sustentabilidade dos ecossistemas. Uma das formas de avaliação dessas interferências é através de monitoramento ambiental, sendo os formicídeos, um importante grupo de organismos para esse fim. O município de Mogi das Cruzes, escolhido para a pesquisa, é considerado uma área de Mata Atlântica prioritária nos programas de proteção ambiental, devido a riqueza de seus mananciais e remanescentes. Assim, esse trabalho teve como objetivo avaliar a diversidade da fauna de formigas em uma região de desenvolvimento sustentável em áreas de Mata Atlântica da bacia hidrográfica do Alto Tietê, ao longo de um transecto, buscando determinar a riqueza da mirmecofauna e a sua correlação com a presença e o teor dos metais no solo, com os componentes de fertilidade do solo, e também com a espessura da serapilheira. Além disso, foram analisadas as guildas e a sua associação com os diferentes metais estudados. Sete sítios de coleta foram demarcados, sendo que em cada um foram colocados 20 “pifalls”, distantes entre si 20m, que permaneceram no campo por uma semana. Foram efetuadas 4 coletas durante o ano, e a espessura da serapilheira foi medida ($n = 5$) com um paquímetro no entorno de cada “pitfall”. Os táxons foram identificados por comparação com exemplares existentes na coleção da mirmecofauna do Alto Tietê. No total foram amostradas 92 espécies e 36 gêneros de formigas; sendo Myrmicinae (48 espécies) e Formicinae (21) as subfamílias mais ricas. As curvas de riqueza observada e estimada (Chao2; software EstimateS) tenderam a estabilização; a riqueza total observada e a espessura da camada da serapilheira, entre os diferentes sítios de coleta diferem significativamente. Entretanto, não houve correlação significativa (correlação de Spearman) entre a riqueza e a espessura da camada de serapilheira obtidas para cada sítio. Em relação aos valores do índice de Shannon-Wiener não foi observada diferença significativa entre os sítios de coleta. A análise de ordenação (NMDS; software R), utilizando Bray-Curtis como índice de dissimilaridade mostra que, ao longo do transecto, ocorrem diferentes comunidades, que formam dois grupos: (1) um constituído pelos sítios próximos à região urbana da cidade de Mogi das Cruzes e outro (2) pelos sítios próximos a Serra do Itapeti. No presente estudo, os metais tanto em sua condição total como biodisponível influenciam as comunidades e as guildas de formigas de forma diferenciada; sendo o Magnésio e Manganês os metais que mais apresentaram associação com os táxons de Formicidae. De uma maneira geral, somente *Camponotus* e *Pheidole* parecem sofrer influência com os diferentes metais e os parâmetros físicos e químicos do solo.

Palavras chave: Formicidae, guildas, metais, solo, pitfall.

ABSTRACT

Given the high industrial growth, and land use patterns in areas of rain forest, the degradation observed in Brazilian ecosystems is increasing. Studies show that at locations close to industrial contamination by certain heavy metals in the soil, directly affects the sustainability of ecosystems. One way of assessing the interference by environmental monitoring is use the ant, an important group of organisms for this purpose. The Mogi das Cruzes city, chosen for the research, is considered an Atlantic Forest area priority in environmental protection programs, because the wealth of springs and their remnants. Thus, this study aimed to assess the ant fauna diversity in a region sustainable development in areas Atlantic basin Alto Tietê, along a transect and to determine the Mirmecofauna richness and its correlation with presence and content metals in the soil, with the components soil fertility, and also with the thickness of the leaf-litter. In addition, we analyzed the guilds and their association with the different metals studied. Seven study sites were marked, and in each were placed 20 "pifalls", 20 m distant from each other, which remained in the camp for a week. Four samples were made during the year, and the thickness of the leaf-litter was measured ($n = 5$) with a caliper in the surroundings of each pitfall. The taxa were identified by comparison with specimens existing in the collection Mirmecofauna Alto Tietê. In total we sampled 92 species and 36 genera of ants, and Myrmicinae (48 species) and Formicinae (21) the subfamilies richer. The curves observed and estimated richness (Chao2; software EstimateS) tended to stabilize, the observed total richness and thickness of the litter among the different study sites differ significantly. However, no significant correlation (Spearman correlation) between the richness and thickness of the leaf-litter collected for each site. For the values of the Shannon-Wiener wasn't significantly different between the study sites. Ordination analysis (NMDS; software R), using Bray-Curtis dissimilarity index and shows that along the transect, there are different communities, which form two groups: (1) one composed of sites near the area of the town Mogi das Cruzes and other (2) the sites near the Serra do Itapeti. In this study, the metals in both their overall condition as bioavailable influence the communities and guilds of ants in different ways, and the magnesium and manganese metals that were associated with more taxa of Formicidae. In general, only *Pheidole* and *Camponotus* seem to be influenced with different metals and the physical and chemical properties.

Key words: Formicidae, guilds, metals, soil, pitfall.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Localização dos pontos de coleta das amostras de formigas ao longo de um gradiente de impactação, situado no município de Mogi das Cruzes (imagem modificada do Google-Earth).....	23
Figura 2	Caracterização das áreas estudadas. Ponto 1. Parque Leon Feffer (A); Ponto 2. Centro Esportivo Joana D'arc (B); Ponto 3. Área Urbanizada I na Perimetral (C); Ponto 4. Parque Nagib Najjar (COSIM) (D).....	25
Figura 3	Caracterização das áreas estudadas. Ponto 5. Área Urbanizada II na Perimetral (A); Ponto 6. Área antropizada próxima ao Parque Municipal Francisco Afonso de Melo (ABECAR) (B); e Ponto 7 Parque Municipal Francisco Afonso de Mello (Serra do Itapeti) (C).....	26
Figura 4	Armadilha do tipo “pitfall”, confeccionada com garrafa pet (A); enterrada no mesmo nível da superfície do solo (B).....	27
Figura 5	Material sendo peneirado (A) e adicionado a frascos etiquetados contidos por álcool 70% (B).....	28
Figura 6	Foto demonstrativa das cinco medidas da camada da serapilheira (A) realizada com um paquímetro (B).....	28
Figura 7	Riqueza total de espécies amostrada em todos os sítios de coleta, de acordo com as subfamílias.....	41
Figura 8	Riqueza de espécies de acordo com as subfamílias, nos diferentes sítios de coleta.....	44
Figura 9	Riqueza de espécies observadas (A) e estimadas (B) em todos os sítios de coleta (1 a 7) , localizados no Município de Mogi das Cruzes (SP.)	58
Figura 10	Dendograma baseado no índice de dissimilaridade de Bray-Curtis para os sítios de coleta, localizados no município de Mogi das Cruzes (SP).....	61
Figura 11	Resultado da análise de ordenação (NMDS) para as comunidades de formigas nos sítios de coleta, localizados no município de Mogi das Cruzes (SP).....	62
Figura 12	Teor médio de Cálcio em sua concentração total (A) e biodisponíveis (B) de metais totais presentes nos diferentes sítios de coleta	65
Figura 13	Teor médio de Cádmiio em sua concentração total (A) e biodisponíveis (B) de metais totais presentes nos diferentes sítios de coleta	65
Figura 14	Teor médio de Cobre em sua concentração total (A) e biodisponíveis (B) de metais totais presentes nos diferentes sítios de coleta	66
Figura 15	Teor médio de Cromo em sua concentração total (A) e biodisponíveis (B) de metais totais presentes nos diferentes sítios de coleta	66
Figura 16	Teor médio de Ferro em sua concentração total (A) e biodisponíveis (B) de metais totais presentes nos diferentes sítios de coleta	66
Figura 17	Teor médio de Magnésio em sua concentração total (A) e biodisponíveis (B) de metais totais presentes nos diferentes sítios de coleta	67
Figura 18	Teor médio de Manganês em sua concentração total (A) e biodisponíveis (B) de metais totais presentes nos diferentes sítios de coleta	67
Figura 19	Teor médio de Níquel em sua concentração total (A) e biodisponíveis (B) de metais totais presentes nos diferentes sítios de coleta	67

Figura 20	Teor médio de Zinco em sua concentração total (A) e biodisponíveis (B) de metais totais presentes nos diferentes sítios de coleta	68
Figura 21	Dendograma de similaridade entre o teor de metais totais amostrados nos diferentes sítios estudados (Distância métrica Chebychev).....	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Caracterização dos sítios de amostragem de formigas e de solo, no município de Mogi das Cruzes (SP).....	24
Tabela 2	Limites de detecção e de precisão para cada metal no espectrofotômetro de absorção atômica Perkin elmer 3110	30
Tabela 3	Frequência relativa (%) de ocorrência e de abundância de acordo com os táxons e os sítios de coleta, localizadas no município de Mogi das Cruzes (SP).....	45
Tabela 4	Espécies mais frequentes (%) nos diferentes sítios de coleta, localizadas no Município de Mogi das Cruzes (SP).....	53
Tabela 5	Valores do teste a <i>posteriori</i> de Dunn em relação a riqueza amostrada entre os diferentes sítios de coleta no município de Mogi das Cruzes.....	55
Tabela 6	Valores do teste a <i>posteriori</i> de Dunn em relação a riqueza estimada entre os diferentes sítios de coleta no município de Mogi das Cruzes.....	55
Tabela 7	Valores do teste a <i>posteriori</i> de Dunn em relação a abundância entre os diferentes sítios de coleta no município de Mogi das Cruzes	56
Tabela 8	Riqueza total de espécie e riqueza estimada, de acordo com cada sítio de coleta	57
Tabela 9	Espessura média da camada da serapilheira nos diferentes sítios de coleta no Município de Mogi das Cruzes	60
Tabela 10	Valores do teste a <i>posteriori</i> de Dunn em relação a espessura da camada da serapilheira entre os diferentes sítios de coleta do município de Mogi das Cruzes.....	60
Tabela 11	Resultados do teste de correlação por postos de Spearman entre a riqueza observada e a espessura da camada serapilheira em cada sítio de coleta	60
Tabela 12	Concentração média de metais biodisponíveis (mg/g) presentes em todos os sítios de coleta, localizados no município de Mogi das Cruzes (SP).	64
Tabela 13	Concentração média de metais biodisponíveis (mg/g) presentes em todos os sítios de coleta, localizados no município de Mogi das Cruzes (SP).	64
Tabela 14	Componentes físico-químicos que representam a fertilidade do solo e espessura da camada de serapilheira, em cada sítio de coleta	69
Tabela 15	Valores orientados (solo em mg.Kg ⁻¹ peso seco) pela CETESB (2005), para solo no estado de São Paulo.....	73
Tabela 16	Valores significativos (p> 0,05) de correlação por postos de Spearman (rs) entre a ocorrência de espécies e o teor de metais totais em todos os sítios de coleta.....	79
Tabela 17	Valores significativos (p> 0,05) de correlação por postos de Spearman (rs) entre a ocorrência de espécies e o teor de metais biodisponíveis em todos os sítios de coleta.....	80
Tabela 18	Valores significativos (p> 0,05) de correlação por postos de Spearman (rs) entre a ocorrência de espécies, os componentes de fertilidade do solo presentes em todos os sítios de coleta.....	82
Tabela 19	Número total de espécies de formigas de acordo com as guildas propostas por Weiser & Kaspari (2006) em relação aos metais totais.....	86

Tabela 20	Número total de espécies de formigas de acordo com as guildas propostas por Weiser & Kaspari (2006) em relação aos metais biodisponíveis.....	86
Tabela 21	Número total de espécies de formigas de acordo com as guildas propostas por Weiser & Kaspari (2006) em relação à fertilidade do solo.....	86

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 OBJETIVOS.....	21
3 MÉTODOS.....	22
3.1 Áreas de estudo	22
3.2 Coleta das formigas para análise de riqueza	27
3.3 Medida da serapilheira	28
3.4 Amostragem do solo	29
3.5 Triagem do material biológico	29
3.6 Identificação dos Formicidae	29
3.7 Avaliação do teor de metais no solo em cada área de amostragem	30
3.7.1 Pré-tratamento das amostras	31
3.7.2 Determinações Analíticas.....	31
3.7.2.1 Amostra úmida: Determinação do pH em CaCl_2 0,01 mol.L ⁻¹	31
3.7.2.2 TFSA: Nitrato.....	31
3.7.2.3 TFSA: Matéria Orgânica	32
3.7.2.4 TFSA: Fosfato	32
3.7.2.5 TFSA: Acidez total	32
3.7.2.6 TFSA: Acidez trocável	33
3.7.2.7 TFSA: Determinação dos metais totais nas amostras de solo por AAS	33
3.7.2.8 TFSA: Determinação dos metais biodisponíveis nas amostras de solo por AAS	34
3.8. Análise de dados	34
3.8.1. Análise descritiva	34
3.8.2. Análise inferencial	35
3.8.2.1 Análise de riqueza	35
3.8.2.2 Similaridade ente as comunidades de formigas e os metais totais amostrados nos diferentes sítios estudados	36
3.8.2.3 Correlação	37
3.8.2.4 Análise de variância	37
3.8.2.5 Diversidade de espécies.....	38
3.8.2.6 Guildas	39
4.RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
4.1 Caracterização das comunidades de formigas.	40
4.2 Relação entre a riqueza de formigas e o teor de metais do solo em cada sítio de coleta	63
4.2.1 Concentração de metais e componentes de fertilidade do solo nos diferentes sítios de coleta	63
4.2.2 Relação da riqueza de formigas com o teor de metais total e biodisponível e os componentes de fertilidade de solo nos diferentes sítios de coleta	77
4.2.3 Influência do teor de metais total e biodisponível, e os componentes de fertilidade do solo, sobre as guildas de formigas amostradas nos diferentes sítios de coleta	84
5 CONCLUSÕES	87
REFERÊNCIAS	89

APÉNDICE	104
----------------	-----

1. INTRODUÇÃO

Em todos os ecossistemas, diversas alterações ambientais, resultantes principalmente das atividades antrópicas, vêm promovendo grande degradação. Os programas do *Global Environment Facility* (GEF, 2003) definem degradação como sendo qualquer forma de deteriorização do potencial natural da área, afetando a integridade do ecossistema, com a redução da produtividade e sustentabilidade ecológica da riqueza biológica natural e manutenção da resiliência.

A degradação observada nos ecossistemas brasileiros ocorre em diferentes níveis, sendo que estes podem variar desde uma perda temporária da capacidade de regeneração de uma floresta, por efeito de incêndios ou outras causas naturais, até a completa remoção de horizontes férteis do solo e de substratos (REIS, 2006). Paralelamente ao aumento de atividades como industrialização e mineração, ocorre grande alteração nos ciclos geoquímicos e no fluxo natural dos metais, ocasionando maior liberação desses elementos na biosfera (SOARES *et al.*, 2002).

Estudos em locais próximos a complexos industriais revelam elevadas concentrações de determinados metais no solo, o que afeta diretamente a funcionalidade, a biodiversidade e a sustentabilidade dos ecossistemas, podendo causar danos irreversíveis, quanto as suas propriedades químicas, físicas e biológicas (SOARES *et al.*, 2002).

Na região tropical, os solos de maneira geral mostram-se bastante intemperizados e lixiviados, possuindo baixa fertilidade natural (CORREA & OLIVEIRA, 2000), o que torna fundamental, a análise das propriedades edáficas, não só para recomendações agrícolas, como também para processos de adubação (RAIJ *et al.*, 2001). O solo de uma forma geral é formado por três fases, a citar: solução aquosa, parte sólida e fase gasosa (LANGMUIR, 1997; LUCHESE *et al.*, 2001).

Na solução aquosa do solo, o metal pode estar solubilizado na forma de íon livre ou na forma complexada. A primeira forma favorece sua absorção em plantas e invertebrados através de processos ativos (SAUVÉ, 2002; LARCHER, 2004) e sua concentração depende de fatores associados à sua hidrólise no meio (constantes de equilíbrio e pH da solução) e da presença de ligantes (LANGMUIR, 1997). A presença de ligantes, principalmente substâncias orgânicas de baixa massa molar e de substâncias húmicas solúveis leva à complexação do metal (ARAÚJO *et al.*, 2002), formando espécies catiônicas, aniônicas ou neutras, enquanto que essas últimas têm a absorção favorecida por processos passivos (hipótese partição-pH) (GERWECK *et al.*, 1999). Atualmente, tem sido verificada a correlação entre a bioacumulação de metais e a concentração dos íons livres no meio (SANTOS, 2004; SAUVÉ, 2002).

Na fase gasosa apenas metais de alta volatilidade, tais como mercúrio ou seus organometálicos são encontrados, e podem entrar em equilíbrio com as fases aquosa ou sólida do solo (MARGARELI & FOSTIER, 2005; OLIVEIRA *et al.*, 2007).

A parte sólida do solo é formada por diversos minerais, seus produtos de intemperismo e outros sólidos (LANGMUIR, 1997). Esses produtos de intemperismo têm sido divididos em cinco grandes partes, devido a limitações experimentais da química analítica envolvida (TESSIER *et al.*, 1979; CALVET *et al.*, 1990; KENNEDY *et al.*, 1997; GLEYSSES, 2002). Essa divisão, operacional apenas, em fase trocável, carbonatos, óxidos de manganês, óxidos de ferro e matéria orgânica, é uma maneira interessante que auxilia a explicação do comportamento do metal no solo e a sua biodisponibilização (GLEYSSES, 2002).

Assim, o íon metálico pode estar nas diferentes fases do solo, incorporado aos minerais, apresentando uma baixa mobilidade (virtualmente nula), na forma de carbonatos ou óxidos metálicos, sendo então mais acessíveis (passíveis de dissolução) em diferentes condições ambientais (pH mais ácidos, presença de ligantes mais fortes, etc.). Podem ainda

estar complexados a substâncias húmicas insolúveis de elevada massa molar (huminas) ou adsorvidas. Processos de sorção (adsorção ou troca-iônica, principalmente em argilas) também levam à retenção de metais na parte sólida. Entretanto, apresenta uma maior mobilidade quando está na fase aquosa, se comparado aos outros processos (TESSIER *et al.*, 1997; GLEYSES, 2002). Esses metais podem ser então inerentes a este estrato, ou oriundos de atividades antrópicas (SILVA *et al.*, 2006).

O solo é considerado como um sistema trifásico com diferentes constituintes. Primordialmente o solo é contido por uma camada com depósitos de matéria orgânica morta (O), onde muitos organismos nidificam e forrageiam, camada esta conhecida como serapilheira. Tal camada pode também ser subdividida em O₁ e O₂, sendo a primeira constituída por vegetais recém-caídos, e a segunda com materiais semidecompostos, geralmente associados a uma malha de raízes. Abaixo a essa camada se encontram diferentes horizontes do solo que demonstram a crescente influência do clima e dos fatores bióticos, com o aumento da profundidade (ESC.AGRA. UFPR, 2009). Estes horizontes podem ser assim descritos:

Horizonte A – Composto por uma camada rica em húmus, constituída por material orgânico parcialmente decomposto misturado com solo mineral (A₁) e uma região de intensa lixiviação de minerais do solo (A₂). De uma maneira geral, os minerais neste horizonte são dissolvidos pela água (mobilizados), e com isso as raízes das plantas se desenvolvem e se concentram de uma forma mais acentuada.

Horizonte B- composto por uma região de pouco material orgânico, cuja composição química assemelha-se a da rocha subjacente, de maneira que os minerais de argila e óxidos de alumínio e ferro que são lixiviados para fora do horizonte A₂ são eventualmente nele depositados.

Horizonte C- Composto principalmente por material levemente modificado, semelhante à rocha matriz. Carbonatos de cálcio e magnésio acumulam-se neste horizonte, especialmente em regiões secas, algumas vezes formando camadas duras e impermeáveis.

A contaminação por metais em solos brasileiros vem sendo um tema amplamente discutido, em decorrência, principalmente das atividades de origem industrial e de mineração (RAIJ *et al.*, 2001; ZUBILAGA *et al.*, 2008), que durante os últimos séculos tem sido crescente devido o aumento da demanda de energia e minérios, levando a abertura de indústrias, hidrelétricas e minas, que muitas vezes não respeitam a legislação vigente. Os solos urbanos, neste contexto são conhecidos por terem características peculiares tais como, estrutura deficiente e altas concentrações de oligoelementos (MANTA *et al.*, 2002). Outros fatores, como a presença de ligantes concorrentes, a força iônica da solução do solo e da presença simultânea de metais concorrentes são conhecidos por afetar significativamente o perfil do solo, bem como os processos de sorção e lixiviação (ZUBILAGA *et al.*, 2008).

No Brasil, são incipientes os estudos sobre o impacto dos metais no solo, visando a recuperação de áreas degradadas (SOARES *et al.*, 2002); bem como sobre métodos de biodisponibilidade, principalmente de Cádmio, Cromo, Chumbo e Níquel. A quantificação do teor de cada metal total é extremamente importante para indicar a toxicidade, além de fornecer o acompanhamento do enriquecimento do solo por esses elementos, sobretudo, em situações em que há adições constantes de resíduos urbanos e industriais (RAIJ *et al.*, 2001).

Atualmente a contaminação dos ambientes por inseticidas, metais potencialmente tóxicos e demais substâncias relacionadas têm aumentado consideravelmente, e conseqüentemente acarretado diversos problemas, tais como a permanência de rejeitos tóxicos nos lençóis freáticos, e também a morte de animais em diferentes níveis da cadeia trófica. A contaminação ambiental por metais prejudica diretamente organismos ocupantes de níveis tróficos mais superiores, uma vez que estes têm apresentado índices de bioacumulação

alarmantes, chegando a levar populações inteiras à extinção (EYSINK *et al.*, 1988). No caso de artrópodes sabe-se que a deposição de metais é realizada de forma gradativa e acumulativa, sugerindo a incorporação de metais do ambiente (SCHOFIELD *et al.*, 2002; EEVA *et al.*, 2004).

De uma forma geral a mobilidade do metal é determinada por diversos fatores: tipo e quantidade de solo superficial presente, teor e tipo de íons competitivos e de agentes ligantes (orgânicos e inorgânicos), pH, potencial redox do solo, degradação de compostos orgânicos, bem como pelas mudanças e interferências decorrentes de alterações naturais ou antrópicas (MOURA, 2006).

Uma das formas de avaliar algumas dessas interferências no ambiente é através de atividades de monitoramento ambiental que podem ser desenvolvidas, por exemplo, para verificar o nível de resíduos em locais impactados por metais pesados (HILTY & MERENLENDER, 2000). O uso de bioindicadores vem a ser uma dessas formas, pois eles podem mostrar as condições do ambiente, evidenciando alterações ecológicas ou diagnosticando as causas dessas modificações (NIEMI & McDONALD, 2004).

Assim, considerando-se que a composição da fauna de solo reflete o funcionamento do ecossistema (WINK *et al.*, 2005), o uso de determinadas espécies ou grupos desses organismos como indicadores tem alcançado sucesso em vários estudos ecológicos (UNDERWOOD & FISCHER, 2006). Além disso, a fauna edáfica, dentre vários papéis que desempenha nos ecossistemas, pode participar da fragmentação de resíduos orgânicos, auxiliando a incorporação com a fração mineral (DOLES *et al.*, 2001).

As formigas, dentro desse contexto, podem ser usadas como bioindicadores ecológicos, ambientais e de biodiversidade (LEAL, 2005), pois constituem o grupo taxonômico dominante na maioria dos ecossistemas e nos mais diferentes habitats (WINK *et al.*, 2005), dentre outras características.

Os Formicidae apresentam ampla distribuição por todos os ambientes terrestres do planeta (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990), atualmente estima-se que existam no mundo 21 subfamílias; 301 gêneros; 12.545 espécies descritas, sendo que na região neotropical, 15 subfamílias correspondendo a 71% no Mundo, 122 gêneros (40%) e 3.100 espécies (25%) são conhecidas (FERNANDEZ, 2009 – SIMPÓSIO DE MIRMECOLOGIA, 2009).

Esses organismos podem modificar a ciclagem de nutrientes do solo, através do enriquecimento do solo, pela transferência de nutrientes para as camadas mais superficiais durante a construção e relocação de ninhos (MOUTINHO, 2003), bem como também através da trilha de forrageamento que podem também induzir a alteração do solo através de excreção, perda acidental de alimento durante o traslado e morte de indivíduos, o que acaba estendendo o impacto das formigas além do perímetro da colônia (COSTA, 2007), além disso, são constituídos por um grupo predominantemente predador, de tal forma que seu papel estruturador de comunidades de artrópodes tem sido destacado em diferentes estudos (WILSON, 1987; HÖLLDOBLER & WILSON, 1990).

Levando em consideração que qualquer alteração ou perturbação de um determinado ecossistema provoca uma situação de desequilíbrio, ora momentânea, ora a longo prazo, torna-se necessário obter ferramentas que permitam avaliar rapidamente a diversidade local, como também identificar locais com alterações (DELABIE *et al.*, 2009). Neste contexto as formigas são consideradas os organismos mais aptos, dentre os demais invertebrados, para avaliação e monitoramento ambiental (ANDERSEN, 1995) e, estão entre os mais utilizados como indicadores biológicos, por apresentarem espécies ou comunidades cuja população, função ou “status” pode ser usado para determinar a integridade ambiental dos ecossistemas (DELABIE *et al.*, 2009).

Uma das aplicações inegáveis dos formicídeos como bioindicadores é o seu uso para monitorar áreas em processos de regeneração (SILVESTRE, 2005), já que são muito

abundantes, possuem riqueza de espécies local e global alta, com muitos táxons especializados, serem facilmente amostradas e separadas em morfoespécies e também por serem sensíveis as mudanças nas condições do ambiente (MAJER, 1983; AGOSTI *et al.*, 2000). Além disso, possuem ninhos estacionários que podem ser reamostrados ao longo do tempo, bem como interações com outros organismos em todos os níveis tróficos, fatores estes importantes para estudos de biodiversidade (ALONSO & AGOSTI, 2000).

De uma maneira geral, o estudo de comunidades de formigas em diferentes ecossistemas, pode fornecer informações que permitem avaliar o estado de conservação, além de subsidiar o entendimento dos principais problemas associados ao uso do solo, uma vez que sítios com colônias de formigas acabam apresentando mudanças quanto suas propriedades químicas e físicas do solo, tornando-o mais rico em alguns nutrientes como em Nitrogênio (N), Magnésio (Mg) e Cálcio (Ca) (COSTA, 2007). Além disso, são amplamente utilizadas em estudos sobre desmatamento, agroecossistemas e fragmentação de habitats (MAJER *et al.*, 1997; CARVALHO & VASCONCELOS, 1999).

A descrição da biodiversidade e dos processos que a mantêm são fundamentais para elaboração de planos de conservação de ecossistemas naturais ou ameaçados (WALL & MOORE, 1999), como é o caso da Mata Atlântica que compõe um dos ecossistemas que mais sofreu impactos ambientais nos ciclos econômicos da história do Brasil (MACEDO, 2004). Para a conservação de determinadas áreas ou para o seu uso de forma sustentada, o primeiro passo a ser dado é a realização de estudos sobre a diversidade biológica, e com isso sobre ecologia e sistemática dos organismos e dos ecossistemas (SCOTT *et al.*, 1987).

Santos (2003) ressalta que sem um conhecimento mínimo sobre quais organismos ocorrem no local, e sobre quantas espécies podem ser encontradas nele, é praticamente impossível desenvolver qualquer projeto de preservação. Estudos sobre assembléias de formigas podem embasar programas de avaliação e conservação de ecossistemas

(ANDERSEN, 1991; ANDERSEN *et al.*, 2002), sendo os inventários ferramentas importantes para o início dos trabalhos. A utilização dos inventários biológicos também auxilia no entendimento das alterações dos diferentes componentes da diversidade de um ecossistema, ao longo de gradientes abióticos naturais ou em resposta as perturbações locais naturais ou de atividades humanas (LEWINSOHN *et al.*, 2001).

Entretanto, os resultados dos inventários devem gerar dados de riqueza que possibilitem comparações e, para que isso ocorra é prioritário o uso de métodos de coletas padronizados (SANTOS, 2003).

2. OBJETIVOS

O objetivo do trabalho foi avaliar a diversidade de formigas epigéicas em áreas com diferentes níveis de influência antrópica. Mais especificamente foram analisadas:

- As comunidades de formigas ao longo de um transecto, em cujas extremidades se localizam: uma das regiões industriais de Mogi das Cruzes e uma área de Mata Atlântica em diferentes níveis de regeneração;
- A relação entre a riqueza e espessura da camada da serapilheira;
- A relação entre a riqueza/ guildas de formigas e o teor de metal total e biodisponível, e os componentes químicos e físicos de fertilidade do solo.

3. MÉTODOS

3.1. Áreas de estudo

As áreas de estudo se localizam no município de Mogi das Cruzes (S23°31'23.7" WO 46°11'31.2"), na bacia hidrográfica do Rio Tietê, região complexa por abrigar significativos remanescentes de Mata Atlântica e os mananciais mais ricos do estado de São Paulo.

A cidade está situada na região leste da grande São Paulo na região do Alto Tietê, com 714 quilômetros quadrados de extensão, população de 375.268 habitantes (IBGE, 2009) e cortada pela Serra do Itapeti e Serra do Mar, apresentando altitude de 742m acima do nível do mar. O clima do município é caracterizado como sendo subtropical, assim como em toda região metropolitana de São Paulo, sendo a temperatura média variando de 15°C a 20°C. Aproximadamente 65% do município porta áreas de preservação ambiental, sendo inserido na segunda maior reserva de Mata Atlântica do estado de São Paulo (PMMC, 2009) (Figura 1).

As malhas urbana e industrial, que crescem no entorno da Serra do Itapeti, apresentam níveis de desenvolvimento diferenciados e, conseqüentemente, variadas formas de ocupação do solo de áreas que outrora eram de Floresta Ombrófila. Assim, para atingir os objetivos desse trabalho foi realizado um transecto de poucos quilômetros que possibilita o estudo de diferentes graus de impactação. Os pontos de amostragem representam diferentes graus de atividade antrópica (Tabela 1), sendo que o ponto situado no Parque Natural Municipal Francisco Affonso de Mello possui a menor interferência humana e o situado no Parque Nagib Najjar a maior. Especificamente esse sítio de coleta está localizado em uma das áreas industriais da cidade de Mogi das Cruzes, além de ter sido usada durante 40 anos pela Companhia Siderúrgica de Mogi das Cruzes (COSIM).

Para realização das coletas, foram solicitadas autorizações da Prefeitura do município, bem como também dos proprietários dos sítios estudados.



Figura 1. Localização dos pontos de coleta das amostras de formigas ao longo de um gradiente de impactação, situado no município de Mogi das Cruzes. (imagem modificada do Google-Earth). Sendo: Parque Leon Feffer (sítio 1), C.J.D'Arc (Sítio 2), Urbanizada I (Sítio 3), COSIM (sítio 4), Próximo a perimetral (sítio 5), Residencial – Serra (sítio 6) e Serra do Itapeti (sítio 7).

Tabela 1. Caracterização dos sítios de amostragem de formigas e de solo, no município de Mogi das Cruzes (SP).

Sítio	Local	Coordenada geográfica	Área de entorno	Figura
1	Parque Leon Feffer	S23°31.750' WO46°13.431'	Possui de 342 mil m ² é composto por vegetação em diferentes graus de regeneração, sendo rodeado pela mata ciliar do rio Tietê. Atualmente é aberto a visitação, bem como a eventos da cidade (PMMC, 2009).	2A
2	Centro Esportivo Colégio Joana D'Arc	S23°31.086' WO46°13.254'	É composto por vegetação rasteira e poucas espécies arbóreas	2B
3	Área Urbanizada I (Estrada Perimetral)	S23°30.980' WO46°13.166'	É caracterizado por vegetação rasteira, em sua grande maioria Poaceae; está localizada próxima a estrada da perimetral	2C
4	Parque Nagib Najjar (COSIM)	S23°31.086' WO46°13.254'	Corresponde a antiga Companhia Siderúrgica de Mogi das Cruzes (COSIM) implantada na década de 40 no município. Nessa área são encontrados dois tipos de contaminação: (1) Metais pesados, principalmente representados por zinco, níquel, ferro e manganês, resultantes do processo de produção de aço e (2) materiais provenientes da moinha de carvão (FAPESP, 2009). Atualmente apresenta vegetação em diferentes estágios de regeneração Vegetação rasteira; presença de pequenas áreas de mata ciliar dos rios Tietê e Negro.	2D
5	Área Urbanizada II (Estrada Perimetral)	S23°30'744' WO46°12'642	É caracterizado por vegetação rasteira, em sua grande maioria Poaceae; está localizada próximo à estrada da perimetral.	3A
6	Área antropizada próxima ao Parque Municipal Francisco Affonso de Mello (ABECAR)	S23°29.825' WO46°12.066'	É composto por pouca vegetação nativa, sendo em sua maioria vegetação rasteira, além de espécies exóticas. Localiza-se na estrada Municipal que faz ligação com o Parque Natural Municipal Francisco Affonso de Mello. Faz parte da Serra do Itapeti.	3B
7	Parque Natural Municipal Francisco Affonso de Mello – Serra do Itapeti	S23°29'258' WO46°11'690'	Possui 352,5 ha e atualmente é um ponto de referência para comunidade científica, pois é caracterizado por grande riqueza de espécies da fauna e flora nativas de Mata Atlântica, com vegetação em diferentes níveis de regeneração (PMMC, 2009). Quando comparado aos demais sítios, este é o que menos recebe interferência antrópica.	3C



Figura 2. Caracterização das áreas estudadas. Ponto 1. Parque Leon Feffer (A); Ponto 2. Centro Esportivo Joana D'arc (B); Ponto 3. Área Urbanizada I na Perimetral (C); Ponto 4. Parque Nagib Najjar (COSIM) (D). (Fotos da autora).



Figura 3. Caracterização das áreas estudadas. Ponto 5. Área Urbanizada II na Perimetral (A); Ponto 6. Área antropizada próxima ao Parque Municipal Francisco Afonso de Melo (ABECAR) (B); e Ponto 7. Parque Municipal Francisco Afonso de Melo (Serra do Itapeti) (C). (Fotos da autora).

3.2. Coleta das formigas para análise de riqueza

As formigas foram coletadas através de armadilha do tipo “pitfall”, que é uma das mais utilizadas em estudos de formigas de solo. O modelo de armadilha utilizado possui nove cm de diâmetro por 11 cm de altura, sendo enterrada com a borda ao nível do solo (Figura 4). Cada armadilha foi preenchida até a sua metade com água, um pouco de detergente neutro e formalina (3%), e na sua borda foi passado óleo vegetal de sardinha em conserva, utilizada como isca atrativa. Foram colocadas 20 armadilhas em cada ponto de amostragem, separadas entre si por 20 metros.

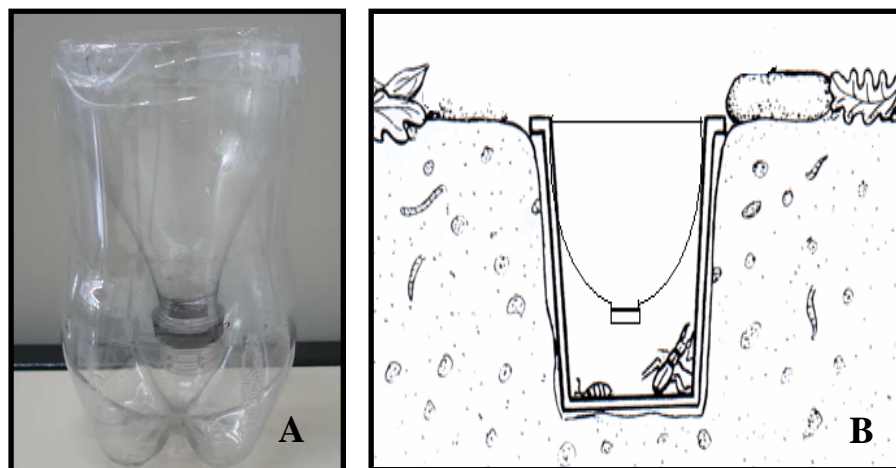


Figura 4. Armadilha do tipo “pitfall”, confeccionada com garrafa pet (A) (Foto da autora), e enterrada no mesmo nível da superfície do solo (B) (Adaptado de YPTE, 2009).

Foram realizadas quatro coletas, duas na estação chuvosa (Março e Abril/2008) e duas na estação seca (Junho e Agosto/2008). As armadilhas permaneceram no campo por sete dias, e em seguida os artrópodes capturados foram peneirados e transferidos para recipientes contendo álcool 70%, devidamente etiquetados (Figura 5).



Figura 5. Material sendo peneirado (A) e acondicionados em frascos com álcool 70% (B) (Fotos da autora).

3.3. Medida da serapilheira

A cada coleta, a camada de serapilheira foi medida com um paquímetro, no entorno de cada “pitfall”. Foram feitas cinco medidas ao redor de cada “pitfall” (Figura 6).



Figura 6. Foto demonstrativa das cinco medidas da camada da serapilheira (A) realizada com um paquímetro (B) (Fotos da autora).

3.4. Amostragem do solo

A amostragem do solo foi realizada nos sete pontos distribuídos ao longo do transecto de estudo. Assim, no entorno de cada “pitfall”, a uma profundidade de 30 cm, foi retirada uma amostra de solo, que constituiu uma sub-amostra. Essas sub-amostras após terem sido muito bem misturadas, cerca de um kilo de terra foi selecionado para formar uma amostra composta, que foi levada ao Laboratório de Química da Universidade de Mogi das Cruzes para as análises necessárias.

3.5. Triagem do material biológico

O material das armadilhas passou por triagem manual sob microscópio estereoscópio, no laboratório de Mirmecologia do Alto Tietê (LAMAT) da Universidade de Mogi das Cruzes, em duas etapas: (1) primeiramente os Formicidae foram separados dos demais organismos e das impurezas provenientes da extração (solo e serapilheira) e, (2) posteriormente, foram agrupados levando em consideração as características morfológicas semelhantes, tais como cor, tamanho e estrutura corpórea. Após a realização das triagens, o material foi acondicionado em frascos com álcool 70%, devidamente rotulados com os dados sobre a coleta.

3.6. Identificação dos Formicidae

As formigas coletadas e triadas foram identificadas, após a montagem de três exemplares de cada táxon em pequenos triângulos de papel transpassados por alfinete

entomológico. A classificação das subfamílias está de acordo com Bolton (2003; *et al.* 2006) e a identificação em gêneros com Bolton (2006). A identificação de morfoespécie foi feita por comparação com a coleção de referência da mirmecofauna do alto Tietê existente no laboratório de Mirmecologia, onde os *vouchers* foram depositados, seguindo a numeração da coleção de referência.

3.7. Avaliação do teor de metais no solo em cada sítio de coleta

As análises dos teores metais totais e biodisponíveis, além da fertilidade do solo foram realizadas de acordo com os procedimentos descritos por Raij *et al.* (2001), no Laboratório de Química Analítica (LAPEQ) da Universidade de Mogi das Cruzes.

Os limites de detecção e de precisão (repetibilidade de 8 medidas no valor médio da curva analítica) para cada metal analisado, obtido no espectrofotômetro de absorção atômica Perkin Elmer 3110 está sendo apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Limites de detecção e de precisão para cada metal no espectrofotômetro de absorção atômica Perkin Elmer 3110.

Elemento	Limite de detecção /mg/L	Repetibilidade (%)
Ca	222,0	0,7
Cd	3,0	1,4
Cr	18,0	0,8
Cu	27,0	1,5
Fe	117,0	0,6
Mg	18,5	2,0
Mn	7,7	0,8
Ni	22,0	0,8
Zn	20,0	0,3

3.7.1 Pré-tratamento das amostras

A umidade das amostras de solo foi determinada em porções separadas, a 60°C e 105°C. Após terem sido coletadas ao longo do transecto, foram tratadas como (i) amostras úmidas (correspondendo ao solo recém-coletado), para a determinação de pH e N amoniacal (nitrato). Nessa etapa, foram separadas porções de aproximadamente 100 g de cada amostra de solo, que foram devidamente identificadas e acondicionadas em recipientes plásticos sob refrigeração (4°C), até a determinação do pH e N amoniacal (nitrato), que ocorreu 24 h após a coleta.

As amostras foram tratadas também como (ii) amostras secas (correspondendo ao restante das amostras coletadas em cada ponto do transecto), foram secas ao ar, homogêneas para obtenção de terra fina seca ao ar (TFSA) e, em seguida, peneiradas em peneira de malha 2 mm (ABTN n°10).

3.7.2. Determinações Analíticas

3.7.2.1. Amostra úmida: Determinação do pH em CaCl_2 0,01 mol.L⁻¹

Para determinação do pH das amostras, foram pesadas aproximadamente 5 g de solo em béquer que recebeu 25 mL com uma pipeta volumétrica, de solução de CaCl_2 (Nuclear) 0,01 mol.L⁻¹, que permaneceu em contato por 15 minutos, e posteriormente agitado por 10 minutos em agitador magnético (Tecnal TE-0,81/Quimis Q221). Após a agitação, as amostras com a solução foram deixadas em repouso por mais 30 minutos para que houvesse decantação. Foi medido o pH do sobrenadante em um pHmetro Denver 220.

3.7.2.2. Amostra úmida: Nitrato

Os extratos obtidos a partir de 5 g de amostra úmida e 50 mL de KCl 1 mol/L foram utilizados para determinação de nitrato e nitrito usando o reagente de Griess em um sistema por injeção em fluxo (FIA) com detecção espectrofotométrica. Primeiramente foi analisado o teor de nitrito da amostra mediante a reação com sulfanilamida na presença de naftiletilenodiamina. O produto da reação foi monitorado medindo-se a absorbância em 540 nm. O teor de nitrato total foi determinado procedendo-se a redução de nitrato a nitrito mediante a inserção de uma coluna de cádmio metálico no sistema em fluxo.

A concentração real de nitrato da amostra foi determinada pela diferença entre as concentrações de nitrato total e nitrito.

3.7.2.3. TFSA: Matéria orgânica

A matéria orgânica total foi obtida através da pesagem do resíduo de queima da amostra a 550°C em forno mufla.

3.7.2.4. TFSA: Fosfato

Para a obtenção do fosfato total, foi utilizada a digestão de 0,5 g de amostra TFSA em meio de persulfato de amônio e ácido sulfúrico 5,4 mol/L em MW com HNO₃. Após o término da digestão a amostra foi diluída para volume final de 50 mL, sendo analisada por método espectrofotométrico usando o reagente de Motomizu, monitorando-se a reação do orto-fosfato com verde de malaquita 440 nm.

3.7.2.5. TFSA: Acidez total

Para a determinação de acidez total foram pesados aproximadamente 5g de cada amostra (em duplicata) diretamente em recipientes de plástico (polietileno), acompanhado de 100 mL de solução de acetato de cálcio 1 mol.L^{-1} em pH 7,0. Após o procedimento anterior, as soluções foram agitadas vigorosamente durante 15 minutos, e posteriormente filtradas. Foram transferidos 50 mL do extrato para um recipiente de plástico e titulados cada amostra em duplicata com solução de NaOH $0,025 \text{ mol.L}^{-1}$ (previamente padronizada) até a viragem da fenolftaleína. Nessa etapa, foi também realizada a titulação da solução extratora (branco).

3.7.2.6. TFSA: Acidez trocável

Para a determinação de acidez trocável no solo foram pesadas 5 g de cada amostra (em duplicata) diretamente em recipientes de plástico e acrescentando 50 mL de solução de KCl 1 mol.L^{-1} . Após, as amostras foram agitadas por 5 minutos e filtradas. Posteriormente, foram transferidos 50 mL do extrato para outro recipiente de plástico e titulados com NaOH $0,025 \text{ mol.L}^{-1}$ até viragem da fenolftaleína. Nessa etapa, foi também titulado o branco (extrator).

3.7.2.7. TFSA: Determinação dos metais totais nas amostras de solo por AAS

Para a determinação dos metais totais no solo, as amostras foram secas em estufa a 105°C , trituradas e homogeneizadas. Posteriormente, foram pesadas diretamente nos módulos de digestão do forno de microondas em sistema fechado (Milestone Ethos Plus), aproximadamente 0,5 g de amostra seca em estufa a 105°C e acrescentados 10 mL de ácido nítrico concentrado.

Após o programa de irradiação por microondas, ter sido utilizado, as amostras mineralizadas foram diluídas em balões de 25 mL com água Tipo 1. Foram separadas

alíquotas e aditivadas de acordo com o metal desejado (CLESCERI *et al.*, 1998). Para os metais Ca, Mg, Cu, Zn e Cd foram utilizados 10 mL de amostra sem aditivo. Para a determinação de Fe e Mn totais foi utilizado $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 3,75 % (m/v) como aditivo na proporção 1:100. Os teores de metais foram determinados em um espectrofotômetro de absorção atômica Perkin Elmer 3110, com chama de ar/acetileno ou óxido nitroso/acetileno (para Al, Ca e Mg). Para as amostras que necessitaram de diluição foi utilizado HNO_3 5,6 mol.L⁻¹ como diluente e foi também determinado o branco para condição experimental.

3.7.2.8. TFSA: Determinação dos metais biodisponíveis nas amostras de solo por AAS

Para a determinação do teor biodisponível dos metais foi utilizado DTPA-TEA (ácido dietilenotriaminopentaacético/ trietanolamina) como extrator, conforme recomendado por Raij *et al.* (2001).

Foram pesados aproximadamente 20 g das amostras (TFSA) em frascos coletores e acrescentados 40 mL da solução extratora DTPA. Agitou-se em mesa agitadora (Orbital MA 376 Marconi) durante duas horas a 120 rpm. Após a agitação foram filtrados de um dia para o outro em papel de filtro. Foram determinados os metais dos extratos obtidos por espectrofotometria de absorção atômica, com a adição dos aditivos necessários, como descrito no item de determinação do teor total de metais. Para as amostras que necessitaram de diluição foi utilizada a solução extratora como diluente.

3.8. Análise de dados

3.8.1 Análise descritiva

Foi realizada através de gráficos e tabelas, além da frequência relativa de ocorrência e de abundância. A frequência relativa de ocorrência dos espécimes foi calculada, levando em consideração o percentual de ocorrência de uma espécie em relação à soma das frequências absolutas.

3.8.2. Análise inferencial

3.8.2.1. Análise de riqueza

Para comparar a riqueza total das espécies foram construídas curvas de acumulação de espécies, usando o programa EstimateS, versão 8.0 (COLWELL, 2005). O estimador de riqueza escolhido foi o Chao 2, que incorpora importantes componentes da riqueza de espécies, incluindo as espécies representadas por uma única amostra (espécies únicas) e aquelas representadas por somente 2 amostras (espécies duplicadas) (SILVA, 2004). O índice é expresso pela seguinte fórmula:

$$S_2 = S_{obs} + \frac{L^2}{2M} \quad , \text{ onde:}$$

S_2 = Índice de riqueza;

S_{obs} = Número de espécies observadas em todas as amostras combinadas;

L = frequência de espécies que ocorrem em apenas uma amostra;

M = Frequência de espécies que ocorrem em apenas duas amostras.

3.8.2.2. Similaridade ente as comunidades de formigas e os metais totais amostrados nos diferentes sítios estudados

Para comparar a similaridade entre os sítios estudados, foi utilizado o índice de similaridade Bray-Curtis, usando uma matriz de presença e ausência com as espécies obtidas em cada área. Em seguida, o número total de ocorrência de cada espécie foi reunificado, apresentando uma análise baseada na dissimilaridade entre as áreas, também utilizando o índice de associação Bray-Curtis (LEGENDRE & LEGENDRE, 1998).

Para avaliar a similaridade entre os sítios de acordo com os metais totais presentes, foi utilizado o teste de similaridade de distância métrica Chebychev (STATOF BRASIL, 2001).

Já para comparar a composição e distribuição de mirmecofauna coletada nos diferentes sítios, foi realizado o teste de ordenação Non-metric Multidimensional (NMDS) (LEGENDRE & LEGENDRE, 1998), que consiste em um dos métodos de ordenação mais robustos a situações não lineares, que quando comparados a outras técnicas indiretas de ordenação, resumem na grande maioria das vezes mais informações em menos eixos (SILVA & SILVESTRE, 2004).

3.8.2.3. Correlação

O teste de correlação por postos de Spearman (SIEGEL, 1975), foi utilizado para avaliar a correlação entre a espessura da serapilheira e metais (variáveis explicativas) e a riqueza de formigas (variável resposta). A mesma análise foi usada para avaliar a relação entre a riqueza de formigas (variável resposta) e os teores de metais totais e biodisponíveis, e os componentes de fertilidade de solo encontrados (variáveis explicativas), usando o software SAS versão 8.0 (SAS, 2001). O teste segue a seguinte fórmula:

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum D_i^2}{N(N^2 - 1)}, \text{ onde :}$$

$$t = r_s \sqrt{\frac{N - 2}{1 - r_s^2}}$$

N = Número de pares;

D = Diferença entre postos.

3.8.2.4. Análise de variância

A fim de se determinar a significância dos resultados obtidos, para os dados de riqueza, estimativa de riqueza e abundância obtidos, foi utilizado o teste não paramétrico de Kruskal – Wallis, e *a posteriori* o teste de Dunn, através do programa BIOESTAT versão 5.0 (AYRES *et al.* 2007). O teste de Kruskal – Wallis segue a seguinte fórmula:

$$H = \left[\frac{12}{N(N+1)} \sum_{j=1}^k n_j \bar{R}_j^2 \right] - 3(N+1), \text{ onde:}$$

k = Número de amostras ou grupos;

N = Número total de scores;

N_j = Números de scores da amostra j ;

R_j = Somatória dos postos da amostra.

3.8.2.5. *Diversidade de espécies*

A diversidade de espécies foi determinada pelo índice de Shannon-Wiener, calculado pelo programa BIODAP (THOMAS, 2000). Trata-se de um índice que reflete dois atributos básicos das comunidades, sendo a comunidade de formigas e equitatividade. De acordo com Odum (1988), o índice de H' é um dos mais adequados para comparação entre comunidades, pois são relativamente independentes aos tamanhos das amostras. O índice é expresso, pela seguinte fórmula:

$$H' = \sum p_i (\ln p_i), \text{ onde:}$$

H' = Índice de riqueza de espécies

P_i = Frequência relativa de espécies “ i ” dada por $\frac{n_i}{N}$

Ln = Logaritmo neperiano.

A equitatividade compara a diversidade de Shannon com a distribuição de espécies observadas. O índice varia de zero a um, sendo que “um” corresponde a situação onde todas as espécies são igualmente abundantes (MAGURRAN, 1988). Esse índice é obtido pela seguinte fórmula:

$$J = H' / H'_{max}, \text{ onde:}$$

H' = Índice de Shannon- Wiener

H'_{max} = $\log S$

(sendo S = número de espécies amostradas)

3.8.2.6. Guildas

As guildas foram classificadas de acordo com Weiser & Kaspari (2006).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Caracterização das comunidades de formigas.

Foram coletadas em todas as áreas estudadas um total de 53.300 formigas, distribuídas em 92 espécies, 36 gêneros, 19 tribos e sete subfamílias (Tabela 3). Os sítios de coleta mais ricos em espécies de formigas foram o Parque Natural Municipal Francisco Affonso de Mello (sítio 7) e a Área urbanizada I (sítio 3) (Tabela 3), que são caracterizados como locais de Mata Atlântica em processo de regeneração, de composição florística semelhante. Especificamente no Parque Natural Municipal Francisco Affonso de Mello, a coleta foi efetuada em uma trilha onde a vegetação natural é cortada constantemente e a superfície do solo se encontra coberta por gramíneas (Poaceae). As demais localidades de entorno desse sítio são de Floresta Ombrófila Densa, em estágio avançado de regeneração.

O sítio com menor número de espécies se situa na área da COSIM, cujo local foi usado durante 40 anos por uma indústria metalúrgica e, atualmente, possui uma grande quantidade de rejeitos originários dos processos industriais. Além disso, no decorrer das coletas, modificações no ambiente eram nítidas, promovidas principalmente por cortes frequentes, queimadas, deposição de dejetos e entulhos, possivelmente oriundos de residências próximas. Esses fatores acabam interferindo na composição das comunidades de animais e vegetais, pois ocasionam mudanças no solo (RICKMAN & CORNOR, 2003). Schmidt *et al.* (2008) concluíram que, a interferência na camada edáfica pode alterar a composição das comunidades, principalmente em relação às formigas epigéicas.

De uma maneira geral, áreas com um nível de perturbação maior, apresentam baixa riqueza e uma alta abundância de espécimes, o que é uma característica dos ecossistemas urbanos (MCINTYRE *et al.*, 2001). Como exemplo, nas áreas estudadas, tem-se a COSIM, que apresentou baixa riqueza e uma alta abundância de espécimes (Tabela 3).

Os resultados alcançados são corroborados por trabalhos como os de Vasconcelos (1999), que ao comparar quatro habitats em diferentes estágios de regeneração, observou uma maior riqueza nas áreas de florestas mais desenvolvidas e uma menor abundância de espécimes; e Silva *et al.* (2007a) que, ao avaliarem três tipos de ambientes, concluíram que a sucessão florestal interfere na riqueza e na composição de espécies de formigas de uma dada área.

As subfamílias mais ricas foram Myrmicinae, seguida por Formicinae e Ponerinae; o que é comum para a região Neotropical, tanto em áreas de mata (WARD, 2000), como em ecossistemas urbanos (DELABIE *et al.*, 1995; LOPEZ- MORENO *et al.*, 2003). Já Ectatominae, Dolichoderinae, Pseudomyrmecinae e Ecitoninae estão entre as menos ricas (Tabela 3 e Figura 7).

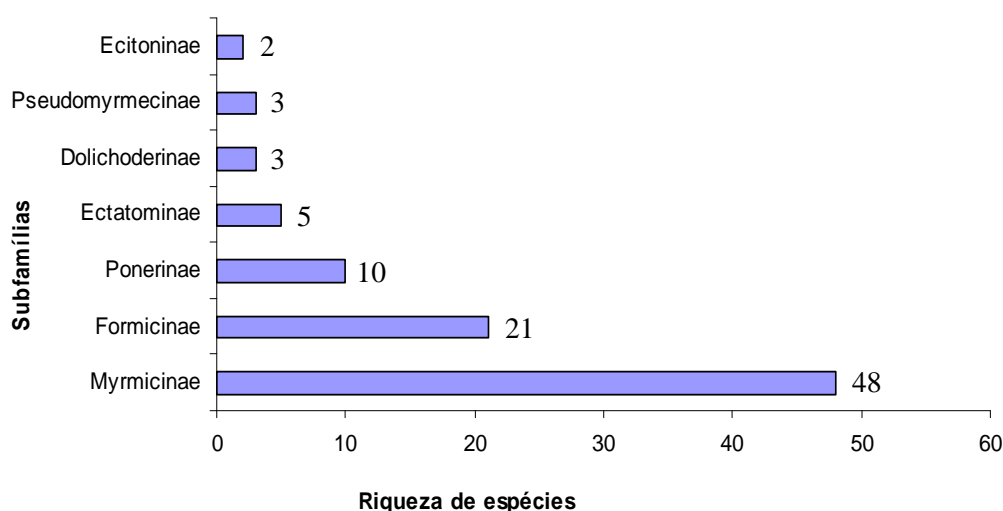


Figura 7. Riqueza total de espécies amostrada em todos os sítios de coleta, de acordo com as subfamílias.

A maior riqueza de Myrmicinae em sítios completamente diferenciados em relação à ocupação antrópica, como o Parque Natural Municipal Francisco Affonso de Mello (sítio 7), Parque Leon Feffer (sítio 1) e COSIM (sítio 4), pode ser atribuída as inúmeras adaptações ecológicas das espécies que compõe essa subfamília (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990;

CAETANO *et al.*, 2002), como a dieta onívora que proporciona hábitos generalistas. Inclusive a riqueza amostrada para a subfamília é semelhante à relatada em vários trabalhos realizados em áreas de Mata Atlântica, em diferentes estágios de conservação (DELABIE *et al.*, 2000; MACEDO, 2004; SILVA & SILVESTRE, 2004; SANTOS *et al.*, 2006; SILVA *et al.*, 2007b). Já os formicíneos são, na grande maioria, generalistas; podendo apresentar forte atração por fontes de carboidratos como os encontrados em nectários extraflorais e em secreções açucaradas liberadas por homópteros (LONGINO, 1994).

Os Ponerinae, que representam a subfamília composta por espécies plesiomórficas, apresentam ninhos simples, pouco polimorfismo nas castas, e comunicação química incipiente (WILSON, 1971). São geralmente especializadas em sua dieta alimentar e predominantemente predadoras; são características de locais mais estruturados e sensíveis às modificações ambientais (DELABIE *et al.*, 2000); o que torna esse táxon bioindicador das áreas onde se encontram. Neste contexto, também podem ser incluídos os Ectatomminae, que foram amostrados em todos os sítios. A presença de espécies pertencentes a essas subfamílias indica que, apesar da influência da área urbana, as condições propícias tanto para abrigo, quanto para alimentação, exigidas por esses táxons, têm sido mantidas.

A subfamília Dolichoderinae, mesmo sendo considerada dominante em diferentes ambientes, tanto numericamente quanto funcionalmente (ANDERSEN, 2000), com táxons que nidificam no solo como na vegetação (CAETANO *et al.*, 2002), apresentou apenas três espécies. Dentre essas, destaca-se *Linepithema neotropicum* Wild, 2007, por pertencer a um gênero generalista comumente encontrado em área urbana e ser amplamente distribuído, podendo estar presente desde áreas de florestas com bosque primário até em cultivos extensivos (ANTWEB, 2009; GUERRERO & FERNANDEZ, 2007). Já os Pseudomyrmecinae, pelo fato de serem arborícolas (LONGINO, 1994; CAETANO *et al.*, 2002), foram pobremente amostrados.

Os Ectoninae são constituídos por formigas predadoras, de hábitos nômades (FERNANDEZ, 2003), e duas de suas espécies, *Labidus praedator* (Fr. Smith, 1858) e *Labidus coecus* (Latreille), foram coletadas em praticamente todos os sítios. Normalmente, os ecitoníneos apresentam colônias massivas e conspícuas, com dieta variada, alta abundância de operárias e ampla distribuição na região Neotropical (FERNANDEZ, 2003). Apenas nos sítios 4 e 5 não houve coleta desses táxons, o que provavelmente está relacionada ao comportamento especialista em relação à alimentação.

Nos diferentes sítios estudados, foi possível observar que a distribuição das espécies de formigas de acordo com as subfamílias pode ser variável. A subfamília Dolichoderinae apresenta uma representação mais homogênea dentre os diferentes sítios, sendo o mesmo observado para a subfamília Myrmicinae. Já as subfamílias Pseudomyrmecinae e Ectoninae, foram as que apresentaram uma representatividade de espécies mais heterogênea nos diferentes sítios (Figura 8).

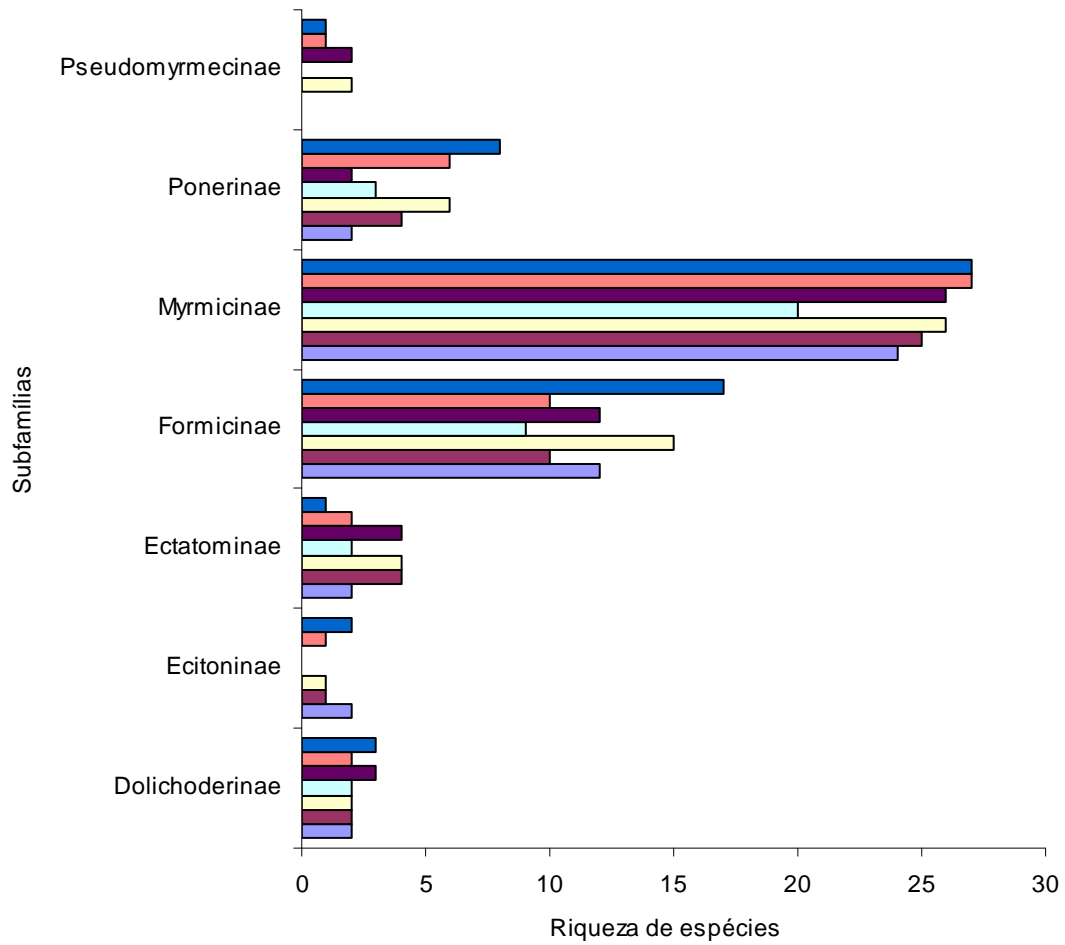


Figura 8. Riqueza de espécies de acordo com as subfamílias, nos diferentes sítios de coleta.

■ Sítio 1 - Parque Leon Feffer; ■ Sítio 2 - Centro Esportivo Colégio Joana D'arc; □ Sítio 3 - Área Urbanizada I; □ Sítio 4 - Cosim; ■ Sítio 5 - Área Urbanizada II; □ Sítio 6 - Abecar; ■ Sítio 7 - Parque Municipal Francisco Affonso de Mello.

Cont. Tabela 3.

Táxons	Sítios de coleta													
	1		2		3		4		5		6		7	
	FRO	FRA	FRO	FRA	FRO	FRA	FRO	FRA	FRO	FRA	FRO	FRA	FRO	FRA
<i>Cephalotes pussilus v. brevispinosus</i>	-	-	-	-	0,72	0,71	1,72	0,53	-	-	-	-	0,38	0,01
<i>Procryptocerus</i> (Gr. Pr. <i>Schmalzi</i>) (sp.1)	-	-	-	-	0,36	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-
Tribo Crematogastrini														
<i>Crematogaster (arthocrema)</i> sp.1	-	-	-	-	0,36	0,13	-	-	-	-	-	-	1,90	0,39
<i>Crematogaster</i> sp.2	0,33	0,05	0,34	0,01	2,15	1,22	0,86	0,02	-	-	-	-	0,76	0,12
<i>Crematogaster</i> sp.3	0,66	0,01	0,34	0,10	-	-	0,43	0,03	2,66	1,25	-	-	-	-
<i>Crematogaster</i> sp.7	0,99	1,01	0,34	0,16	1,43	0,44	1,29	0,49	-	-	0,35	0,01	-	-
Tribo Dacetini														
<i>Pyramica schmalzi</i>	1,32	0,04	-	-	0,72	0,04	0,43	0,01	0,66	0,03	-	-	-	-
Tribo Leptothoracini														
<i>Leptothorax</i> sp.1	-	-	-	-	0,36	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-
Tribo Myrmicini														
<i>Hylomyrma reitteri</i> (Mayr, 1887)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,33	0,03	-	-	0,38	0,01
<i>Pogonomyrmex mayeli abdominalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2,66	0,69	-	-	-	-
Tribo Pheidolini														
<i>Pheidole</i> sp.1	-	-	2,75	1,35	-	-	1,29	0,02	0,66	1,30	2,47	0,33	-	-
<i>Pheidole</i> sp.3	1,98	0,13	6,18	3,40	3,22	0,93	0,43	0,05	1,66	0,52	2,83	6,25	0,76	0,26
<i>Pheidole</i> sp.4	5,94	23,10	2,06	1,97	2,87	7,28	4,72	1,88	6,33	29,13	2,83	3,08	2,28	6,58
<i>Pheidole</i> sp.6	0,66	1,80	-	-	1,43	0,24	1,29	0,09	3,66	2,82	-	-	2,28	1,14
<i>Pheidole</i> sp.7	0,33	0,07	-	-	-	-	0,86	0,87	-	-	-	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp.9	-	-	-	-	0,36	0,04	0,43	0,31	-	-	-	-	0,38	0,03
<i>Pheidole</i> sp.13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,71	0,09	1,14	0,17
<i>Pheidole</i> sp.14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,35	0,08	1,52	0,64
<i>Pheidole</i> sp.15	0,33	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,38	0,03
<i>Pheidole</i> sp.16	-	-	3,43	2,76	-	-	-	-	0,33	0,01	1,41	0,07	0,38	0,03
<i>Pheidole</i> sp.17	1,98	1,49	1,72	0,49	2,15	6,19	3,00	0,50	3,33	4,36	0,35	0,03	1,14	0,65
<i>Pheidole</i> sp.18	-	-	-	-	-	-	-	-	0,18	0,03	-	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp.20	0,66	0,48	-	-	0,36	0,04	-	-	-	-	0,35	0,11	0,38	0,31
<i>Pheidole</i> sp.22	-	-	0,34	0,08	1,07	0,07	-	-	0,22	0,05	0,71	0,27	-	-
<i>Pheidole</i> sp.23	-	-	1,03	0,15	-	-	-	-	-	-	0,35	0,40	-	-

Cont. Tabela 3.

Táxons	Sítios de coleta													
	1		2		3		4		5		6		7	
	FRO	FRA	FRO	FRA	FRO	FRA	FRO	FRA	FRO	FRA	FRO	FRA	FRO	FRA
<i>Pheidole</i> sp.24	1,98	0,56	1,03	0,18	1,07	0,33	-	-	1,00	1,51	1,41	2,85	1,14	0,11
<i>Pheidole</i> sp.26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,38	0,25
<i>Pheidole</i> sp.28	0,99	0,46	0,34	0,02	-	-	-	-	-	-	2,47	2,19	1,90	4,11
<i>Pheidole</i> sp.30	1,32	0,66	2,75	2,06	0,72	0,31	-	-	-	-	3,89	6,00	1,14	4,30
<i>Pheidole</i> sp.36	3,96	4,88	3,78	8,47	0,72	0,84	2,15	4,76	2,33	2,16	2,83	8,18	-	-
<i>Pheidole</i> sp.38	3,63	8,37	2,75	0,80	3,22	3,37	2,15	0,92	3,66	2,16	0,71	0,14	0,38	0,14
<i>Pheidole</i> sp.39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,38	1,10
<i>Pheidole</i> sp.43	-	-	-	-	-	-	-	-	0,66	0,99	-	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp.46	-	-	-	-	-	-	-	-	0,33	0,04	-	-	-	-
Tribo Solenopsidini														
<i>Megalomyrmex</i> sp.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,06	0,05	0,76	0,07
<i>Oxyopocus</i> sp.2	0,66	0,07	5,15	7,92	0,72	0,58	-	-	-	-	4,59	11,87	3,42	6,33
<i>Solenopsis saevissima</i> (Smith)	5,61	19,64	5,15	12,95	7,17	18,52	8,58	18,86	4,33	7,47	4,95	6,76	4,56	8,23
<i>Solenopsis</i> sp.2	2,31	0,66	2,75	3,63	5,02	5,26	4,29	1,43	3,00	1,73	3,53	3,42	6,08	5,10
<i>Solenopsis</i> sp.3	1,32	2,15	-	-	0,72	10,32	5,58	4,94	1,00	0,77	1,41	2,05	3,04	0,24
SUBAFAMÍLIA PONERINAE														
Tribo Ponerini														
<i>Anochetus altisquamis</i> (Mayr, 1887)	-	-	-	-	0,36	0,02	-	-	-	-	0,71	0,01	0,38	0,01
<i>Hypoponera</i> sp.1	-	-	0,69	0,02	0,72	0,04	-	-	-	-	0,35	0,01	-	-
<i>Hypoponera</i> sp.8	0,33	0,01	-	-	0,36	0,09	-	-	0,33	0,06	-	-	1,52	0,04
<i>Hypoponera</i> sp.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,38	0,03
<i>Leptogenys</i> sp. 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,76	0,03
<i>Odontomachus affinis</i> (Guerin, 1845)	-	-	0,34	0,01	1,07	0,13	-	-	-	-	1,06	0,22	1,52	0,15
<i>Odontomachus meinerti</i> (Forel, 1905)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,71	0,04	0,76	0,03
<i>Odontomachus chelifer</i> (Latreille, 1802)	-	-	1,37	0,04	1,07	0,11	0,43	0,01	-	-	7,07	1,87	6,08	2,27
<i>Pachycondyla striata</i> (Fr. Smith)	6,60	4,39	2,75	0,15	6,09	1,38	4,72	0,41	4,66	1,11	6,01	0,91	6,84	1,86
<i>Pachycondyla harpax</i>	-	-	-	-	-	-	0,43	0,01	-	-	-	-	-	-
SUBFAMÍLIA PSEUDOMYRMECINAE														

Cont. Tabela 3.

Táxons	Sítios de coleta													
	1		2		3		4		5		6		7	
	FRO	FRA	FRO	FRA	FRO	FRA	FRO	FRA	FRO	FRA	FRO	FRA	FRO	FRA
Tribo Pseudomyrmecini														
<i>Pseudomyrmex gracilis</i> (Fabricius)	-	-	-	-	0,72	0,09	-	-	1,33	0,11	1,77	0,10	0,38	0,07
<i>Pseudomyrmex pallidus</i> (Smith)	-	-	-	-	0,36	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pseudomyrmex phyllophilus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2,00	0,40	-	-	-	-
Abundância Parcial (em cada sítio)	10.305		9.217		4.504		8.360		6.467		7.259		7.188	
Riqueza Parcial (em cada sítio)	44		46		56		36		49		49		56	
Abundância Total (em todos os sítios)							53.300							
Riqueza Total (em todos os sítios)							92							
Diversidade de Shannon (em cada sítio)	3,31		3,48		3,54		3,21		3,58		3,50		3,62	
Equitatividade de Pielou (em cada sítio)	0,88		0,91		0,88		0,89		0,92		0,90		0,90	

Os gêneros mais ricos em todos os sítios de coleta foram *Pheidole* Westwood, 1840 (Myrmicinae) e *Camponotus* Mayer, 1861 (Formicinae), com um total de 24 e 14 espécies amostradas em todo o inventário, respectivamente (Tabela 3). Esses gêneros são caracterizados por apresentar alta riqueza e abundância em diferentes ambientes (WILSON, 1976), além de possíveis indicadores de áreas impactadas em processo de regeneração (DIEHL *et al.*, 2004). Apesar de serem táxons comuns na região Neotropical (WARD, 2000), a riqueza acentuada de ambos nas áreas de estudo deve estar relacionada à malha urbana de entorno, que favorece a presença de espécies mais generalistas.

Pheidole costuma ser diversamente observado em áreas de Mata Atlântica primárias ou secundárias (SILVA & SILVESTRE, 2000). De acordo com Wilson (2003), a hiperdiversidade de *Pheidole* é uma característica da região Neotropical, e provavelmente está associada a uma combinação vantajosa entre o tamanho pequeno das operárias e do emprego de mecanismos de defesa química e física das colônias. Já *Camponotus* também costuma ser abundante em levantamentos taxonômicos (BONNET & LOPES, 1993), pois é numericamente dominante nos ecossistemas da região Neotropical (DELABIE *et al.*, 2000). O gênero é característico de solo e de vegetação (MARIANO *et al.*, 1998) e possui espécies oportunistas (FERNANDEZ, 2003) e de hábitos noturnos (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990); é encontrado geralmente em ambientes degradados (LONGINO, 2005). Sua alta riqueza pode ter sido favorecida também pelo tipo de técnica usada, pois as armadilhas permaneceram no campo durante sete dias.

A alta frequência de ocorrência de táxons com hábitos generalistas tais como, *Solenopsis*, *Linepithema* e *Paratrechina*, em todos os sítios (Tabela 3), demonstra o nível de interferência antrópica nos locais. Essas espécies epigéicas, recrutam com maior intensidade (SILVESTRE & SILVA, 2001), o que pode, dentre outras características, estar relacionado ao tamanho diminuto das operárias (FUTUYAMA, 1986). Esse comportamento facilita a

localização de fontes alimentares, uma melhor efetividade no forrageamento e, conseqüentemente, favorece a permanência de mais indivíduos desses táxons. Já dentre os táxons com hábitos mais especialistas, tem-se espécies pertencentes aos gêneros: *Labidus*, *Ectatomma*, *Myrmelachista*, *Apterostigma*, *Atta*, *Cyphomyrmex*, *Mycetarotes*, *Mycetosoritis*, *Trachymyrmex*, *Procryptocerus*, *Pyramica*, *Leptothorax*, *Hylomyrma*, *Pogonomyrmex*, *Oxypoeus*, *Anochetus*, *Leptogenys*, *Odontomachus*, *Pachycondyla* e *Pseudomyrmex*.

A maioria dos gêneros amostrados durante todo o trabalho, ou seja, 60% foi representada por apenas uma espécie, a saber, *Apterostigma* (Mayr, 1865), *Anochetus* (Mayr, 1861), *Atta* (Fabricius, 1804), *Cephalotes* (Latreille, 1802), *Cyphomyrmex* (Mayr, 1862), *Dorymyrmex* (Mayr, 1866), *Leptogenys* (Roger, 1861), *Leptothorax* (Mayr, 1855), *Linepithema* (Mayr, 1866), *Tapinoma* (Foester, 1850), *Thypholomyrmex*, *Hylomyrma* (Forel, 1912), *Megalomyrmex* (Forel, 1885), *Mycetosoritis* (Wheeler, 1907), *Oxypoeus*, *Paratrechina* (Motschoulsky, 1863), *Pogonomyrmex* (Mayr, 1868), *Procryptocerus* (Emery, 1887), *Pyramica* (Roger, 1862), *Trachymyrmex* (Forel, 1893) e *Wasmannia* (Forel, 1893).

Apesar da coleta de um único indivíduo indicar a presença da colônia (ROMERO & JAFFÉ, 1989), o número baixo, já que as armadilhas ficaram no campo por sete dias, pode estar relacionado à fitofisionomia dos sítios estudados. Espécies pertencentes aos gêneros *Apterostigma* e *Trachymyrmex*, por exemplo, preferem ambientes mais fechados, de florestas úmidas, que é caracterizado por camadas superficiais com grande quantidade de matéria orgânica para o cultivo de seu fungo simbiote (SANTOS, 2004). As espécies de *Pyramica* também preferem florestas úmidas (BOLTON, 1999), além de serem especialistas quanto à alimentação.

Em todos os sítios de coleta foram amostradas espécies pertencentes a gêneros normalmente encontrados em ecossistemas urbanos. Do número total de espécies (92), apenas 17 (17,52%) foram compartilhadas por todos os sítios de coleta, *Brachymyrmex incisus*,

Camponotus rufipes, *Camponotus (Myrmaphaenus) sp.2*, *Camponotus (Myrmaphaenus) novagrandensis*, *Camponotus sp.8*, *Dorymyrmex sp.1*, *Gnamptogenys striatula*, *Linepithema humile*, *Paratrechina fulva*, *Pachycondyla striata*, *Pheidole sp.3*; *Pheidole sp.4*; *Pheidole sp.17*; *Pheidole sp.38*; *Solenopsis saevissima*, *Solenopsis sp.2* e *Wasmannia sp.3*. Espécies como *Crematogaster (Arthrocrema)* e *Pheidole sp. 9* foram compartilhadas somente pelos sítios 3 (Área urbanizada I) e sítio 7 (Parque Municipal Francisco Affonso de Mello), porém, como esses táxons são generalistas e comuns em muitas áreas do Alto Tietê (MORINI comunicação pessoal), a ausência deve estar relacionada às próprias características dos locais.

Como espécies raras, ou seja, espécies que foram amostradas somente uma vez têm-se: *Camponotus sp.12*, *Camponotus sp.13*, *Camponotus sp.18*, *Cyphomyrmex sp.7*, *Hypoponera sp.9*, *Leptogenys sp. 3*, *Leptothorax sp.1*, *Myrmelachista catharinae* (Roger, 1863), *Myrmelachista bettinae* (Forel, 1903), *Pheidole sp.18*, *Pheidole sp. 26*, *Pheidole sp.43*, *Pheidole sp.46*, *Pogonomyrmex mayeliabdominales*, *Procryptocerus* (Gr. Schmalzi), *Pseudomyrmex pallidus* (Smith), *Pseudomyrmex phyllophilus*, *Thypholomyrmex rogennoferi* (Majer, 1862) e *Trachymyrmex* (Gr. *Septentionales*). Dentre essas destacam-se *Pseudomyrmex pallidus*, *Pseudomyrmex phyllophilus*, *Myrmelachista catharinae* e *Myrmelachista bettinae*, que são formigas que nidificam em árvores (CAETANO *et al.*, 2002), e a baixa frequência pode estar relacionada com o método de coleta, uma vez que foram utilizadas somente armadilhas de solo.

De uma forma geral, nos diferentes sítios estudados, as espécies com maior frequência de ocorrência estão sendo apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4. Espécies mais frequentes (%) nos diferentes sítios de coleta, localizadas no Município de Mogi das Cruzes (SP) (Sítio 1 – Parque Leon Feffer; Sítio 2 – Centro Esportivo Colégio Joana D’arc; Sítio 3 – Área Urbanizada I; Sítio 4 – Cosim; Sítio 5 – Área Urbanizada II; Sítio 6 – Abecar; Sítio 7 – Parque Municipal Francisco Affonso de Mello).

Espécies mais frequentes	Sítios						
	1	2	3	4	5	6	7
<i>Brachymyrmex pictus</i>	6,60	6,87					
<i>Camponotus rufipes</i>	6,60	6,18	6,10	7,73			
<i>Dorymyrmex</i> sp.1					5,33		
<i>Gnamptogenys striatula</i>			6,09				
<i>Linepithema neotropicum</i>					5,33	6,61	5,32
<i>Odontomachus chelifer</i>						7,07	6,08
<i>Pachycondyla striata</i>	6,60		6,09			6,01	6,84
<i>Paratrechina fulva</i>				8,50			
<i>Pheidole</i> sp.3		6,18					
<i>Pheidole</i> sp.4					6,33		
<i>Solenopsis saevissima</i>				8,58			

No sítio 1 e 2 a alta ocorrência de *Brachymyrmex pictus* merece destaque, pois esses locais são constantemente modificados com construções e cortes da vegetação, além de um deles ser aberto a visitação. Segundo Ribeiro (2009) esse táxon, embora forrageie tanto no solo como nas camadas de serapilheira, são características de vegetação, além de serem considerados sensíveis às modificações ambientais, nesse contexto, provavelmente condições favoráveis, tanto para nidificação, quanto para forrageamento parecem ainda estar sendo encontradas por esses táxons, indicando possivelmente uma adaptação a esses ambientes.

No sítio 3 é possível observar que dentre as espécies mais ocorrentes, se encontram táxons com hábitos especializados, como *G. striatula* e *P. striata*. *Gnamptogenys* que normalmente nidifica em troncos em decomposição, sendo restrito a florestas úmidas (LATTKE, 1990), e *P. striata* é comumente encontrada em áreas onde o solo é pouco manejado, ou até mesmo em áreas com vegetação nativa (SCHMIDT *et al.*, 2008).

Solenopsis saevissima foi a espécie mais frequente no sítio 4, que é um dos mais antropizados no transecto realizado. Essa espécie é muito agressiva na utilização de recursos de serapilheira, pois possuem recrutamento em massa, e são capazes de suportar longos

períodos de escassez de alimento (FOWLER *et al.*, 1991). No sítio 5, as espécies mais ocorrentes de uma maneira geral, são comuns ao tipo de ambiente. Apenas *P. striata* é uma exceção, pois é encontrada em ambientes menos antropizados (SCHMIDT *et al.*, 2008). Mesmo tendo sido amostrada nos demais sítios, *Odontomachus chelifer* foi mais freqüente nos sítios 6 e 7, apesar desses locais possuírem diferença na composição florística. A alta ocorrência observada costuma ser comum em florestas úmidas (LONGINO, 1999), onde formam colônias com menos de 500 operárias (BORGES *et al.* 2007). São predadoras solitárias, forrageando no solo e na vegetação, mas não se interagem com outras formigas (DELABIE *et al.*, 2000). Uma característica comportamental interessante desse táxon é que ele pode atuar como dispersor de sementes de determinadas espécies arbóreas presentes em áreas mais degradadas (FOWLER *et al.*, 1991).

Vasconcelos (1999) classificou as comunidades de formigas em três agrupamentos, dependendo da abundância em cada ambiente. O primeiro grupo corresponde às formigas pioneiras, que se mostram relativamente abundantes em áreas mais degradadas e menos abundantes em ambientes mais estruturados. Neste trabalho, avaliando sítios com estágio de regeneração completamente diferentes, como o sítio 4 (COSIM) e sítio 7 (Parque Municipal Francisco Affonso de Mello), tem-se como exemplo: *Brachymyrmex pictus*, *Solenopsis saevissima* e *Paratrechina fulva*. O segundo corresponde às formigas raras, ou completamente ausentes em áreas com menor grau de regeneração, e presentes em ambientes mais estruturados, como por exemplo, *Thypholomyrmex rogenhoferi*, *Myrmelachista Catharinae*, *Myrmelachista bettinae*, *Cyphomyrmex* sp.7, *Procryptocerus* (Gr. Pr. Schmalzi), *Procryptocerus* (Gr. Pr. Schmalzi), *Leptothorax* sp.1 e *Pseudomyrmex pallidus* (Smith). Já o terceiro grupo é formado por espécies mais difusas, sendo compostas por aquelas encontradas em todos os ambientes, com freqüência e abundância semelhantes.

A riqueza amostrada (Tabela 3) entre os sítios de coleta foi significativamente diferente (Kruskal-Wallis = 27.7193; $df = 6$; $p < 0,01$); mais especificamente entre os sítios 3 (Área Urbanizada I) e 4 (Cosim); 4 (Cosim) e 5 (Área Urbanizada II); 6 (Abecar) e 4 (Cosim); e 7 (Parque Municipal Francisco Affonso de Mello) e 4 (Cosim) (Tabela 5)

Tabela 5. Valores do teste *a posteriori* de Dunn em relação à riqueza amostrada entre os diferentes sítios de coleta no município de Mogi das Cruzes (SP)

Sítios	Z	df	p
3 e 4	4,1245	6	< 0,05
4 e 5	3,3916	6	< 0,05
6 e 4	3,3897	6	< 0,05
7 e 4	4,4091	6	< 0,05

A riqueza estimada também foi significativamente diferente entre os sítios de coleta (Kruskal-Wallis= 57, 8806, $df = 6$, $p < 0,01$), especificamente entre os sítios 1 (Parque Leon Feffer) e 3 (Área Urbanizada I); 1 (Parque Leon Feffer) e 7 (Parque Municipal Francisco Affonso de Mello); 2 (Centro Esportivo Colégio Joana D'arc) e 3 (Área Urbanizada I); 2 (Centro Esportivo Colégio Joana D'arc) e 7 (Parque Municipal Francisco Affonso de Mello); 3 (Área Urbanizada I) e 4 (Cosim); 4 (Cosim) e 5 (Área Urbanizada II); 4 (Cosim) e 6 (Abecar); e 4 (Cosim) e 7 (Parque Municipal Francisco Affonso de Mello) (Tabela 6).

Tabela 6. Valores do teste *a posteriori* de Dunn em relação à riqueza estimada entre os diferentes sítios de coleta no município de Mogi das Cruzes (SP).

Sítios	Z	df	p
1 e 3	3,7386	6	< 0,05
1 e 7	3,9296	6	< 0,05
2 e 3	3,2766	6	< 0,05
2 e 7	3,4676	6	< 0,05
3 e 4	6,1108	6	< 0,05
4 e 5	3,9452	6	< 0,05
4 e 6	3,9783	6	< 0,05
4 e 7	6,3018	6	< 0,05

O mesmo resultado também foi observado para a abundância ($H = 24.3394$; $df = 6$; $p < 0,05$), especificamente entre os sítios 1 (Parque Leon Feffer) e 3 (Área Urbanizada I), 1 (Parque Leonn Feffer) e 5 (Área Urbanizada II), 1 (Parque Leon Feffer) e 7 (Parque Municipal Francisco Affonso de Mello) e 3 (Área Urbanizada I) e 4 (Cosim) (Tabela 7). Já em relação à diversidade (Kruskal-Wallis = 11,3727; $df = 6$; $p > 0,05$) não houve diferença significativa. O índice de equitatividade, que estima a distribuição das espécies nas amostras, foi praticamente o mesmo em todas as áreas (Tabela 3).

Tabela 7. Valores do teste *a posteriori* de Dunn em relação à abundância entre os diferentes sítios de coleta no município de Mogi das Cruzes (SP).

Sítios	Z	df	p
1 e 3	40,816	6	< 0,05
1 e 5	31,148	6	< 0,05
1 e 7	30,641	6	< 0,05
3 e 4	31,109	6	< 0,05

As curvas de acumulação e de estimativa de riqueza demonstram que a metodologia aplicada foi adequada e também que a fauna de formigas epigéicas, mesmo não atingindo o número de espécies estimado (Tabela 8), pode ser considerada bem amostrada, uma vez que houve tendência a estabilização das mesmas (Figura 9). Normalmente nos ambientes tropicais, essas curvas não se estabilizam devido ao grande número de espécies raras (únicas ou duplicatas) nas amostras, o que dificulta a geração de curvas de acumulação com assíntota evidente (LONGINO *et al.*, 2002). A diferença constatada entre os valores observados e estimados reflete em uma provável diversificação de ambientes, pois, quanto maior for a heterogeneidade na distribuição espacial das espécies, maior será a distância entre o observado e estimado pelo estimador de riqueza Chao 2 (SANTOS, 2004).

Tabela 8. Riqueza total de espécie e riqueza estimada, de acordo com cada sítio de coleta (Sítio 1 – Parque Leon Feffer; Sítio 2 – Centro Esportivo Colégio Joana D’arc; Sítio 3 – Área Urbanizada I; Sítio 4 – Cosim; Sítio 5 – Área Urbanizada II; Sítio 6 – Abecar; Sítio 7 – Parque Municipal Francisco Affonso de Mello).

Sítio de coleta	N. total de espécies observadas	Estimativa de riqueza (Chao 2)	Desvio Padrão
1	44	51,46	16,86
2	46	51,34	17,80
3	56	67,28	13,92
4	36	42,65	10,59
5	49	59,45	16,71
6	49	55,53	13,08
7	56	70,36	12,22

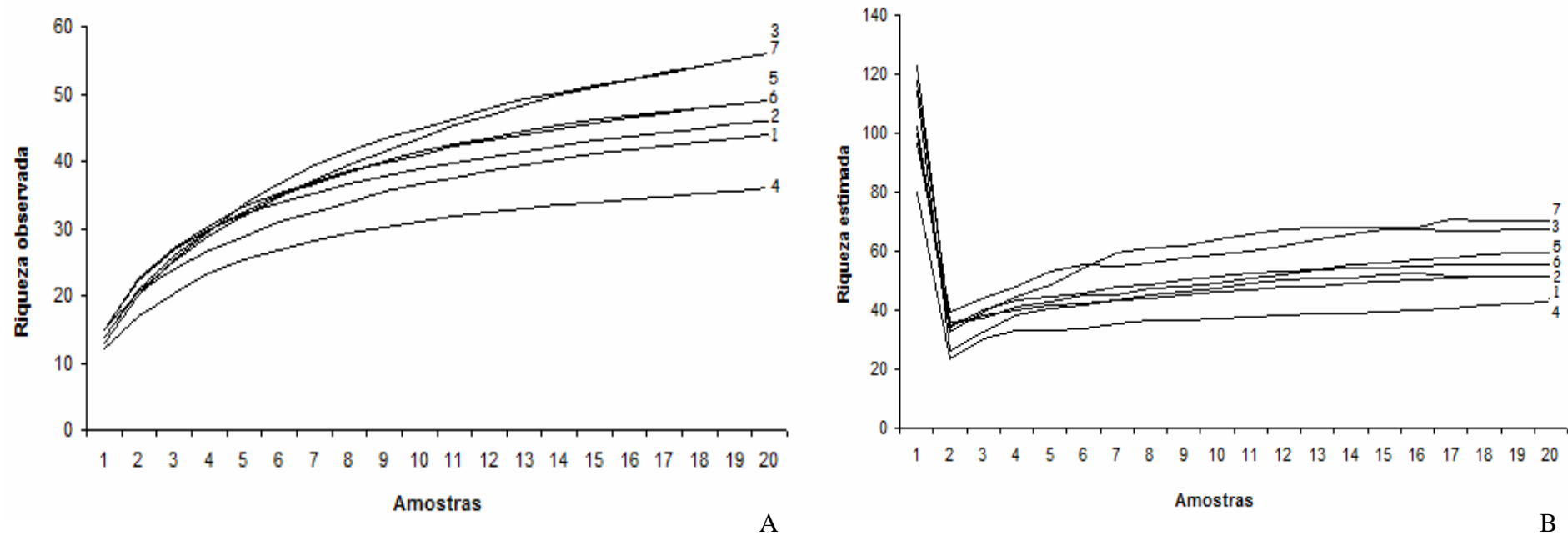


Figura 9. Riqueza de espécies observadas (A) e estimadas (B) em todos os sítios de coleta ((Sítio 1 – Parque Leon Feffer; Sítio 2 – Centro Esportivo Colégio Joana D’arc; Sítio 3 – Área Urbanizada I; Sítio 4 – Cosim; Sítio 5 – Área Urbanizada II; Sítio 6 – Abecar; Sítio 7 – Parque Municipal Francisco Affonso de Mello), localizados no Município de Mogi das Cruzes (SP.)

A riqueza de espécies de formigas pode (VASCONCELOS, 1990; THEUNIS *et al.*, 2005) ou não (DELABIE & FOWLER, 1995; SOARES & SCHOEREDER, 2001) ser recurso dependente. Distúrbios ocasionados por outras formigas ou até mesmo por folhas frescas que caem constantemente no solo (MCGLYNN *et al.*, 2004; CAMPOS *et al.*, 2003; CAMPOS *et al.*, 2007), produtividade primária (KASPARI *et al.*, 2000), cobertura arbórea (REYES-LOPEZ *et al.*, 2003), complexidade do ambiente que é devido, em parte à riqueza e composição das comunidades de plantas (GREENSLADE & GREENSLADE, 1977; HOFFMAN *et al.*, 2000; LASSAU & HOCHULI, 2004), temperatura e umidade (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990; KING *et al.*, 1998; SABU *et al.*, 2008), também podem ser responsáveis pela riqueza de formigas em um determinado tempo e espaço, bem como pela sua variabilidade local. Diante desse contexto pode-se dizer que, a serapilheira é um ambiente importante para as formigas que a utilizam na busca de recursos, como local e fonte para forrageamento, refúgio e materiais para a construção de ninhos (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990).

Entretanto, apesar dos sítios de coleta diferirem em relação à riqueza, e apresentarem diferenças significativas em relação à espessura da camada de serapilheira (Tabela 9) (Kruskal-Wallis = 22,1986; $df= 6$; $p < 0,01$), especificamente entre, os sítios 4 (Cosim) e 2 (Centro Esportivo Colégio Joana D'arc), 4 (Cosim) e 6 (Abecar), e 4 (Cosim) e 7 (Parque Municipal Francisco Affonso de Mello) (Tabela 10), não foi encontrada correlação significativa entre a riqueza e a espessura da serapilheira em cada local (Tabela 11). Provavelmente outras variáveis bióticas ou abióticas estão interferindo na riqueza observada. Esses resultados corroboram Correa *et al.* (2006) e Valentim *et al.* (2007), pois também não encontraram relação significativa entre a riqueza de formigas e a espessura ou o volume da serapilheira. Já Diehl *et al.* (2004) e Carvalho & Vasconcelos (1999) observaram correlação positiva entre a riqueza e a cobertura superficial do solo.

Tabela 9. Espessura média (cm) da camada da serapilheira nos diferentes sítios de coleta no município de Mogi das Cruzes.

Sítios	espessura serapilheira
1	1,26
2	0,88
3	1,40
4	1,87
5	1,35
6	1,67
7	1,54

Tabela 10. Valores do teste *a posteriori* de Dunn em relação à espessura da camada de serapilheira entre os diferentes sítios de coleta no município de Mogi das Cruzes (SP).

Sítios	Z	df	p
4 e 2	3,3156	6	< 0,05
4 e 6	3,5320	6	< 0,05
4 e 7	3,3039	6	< 0,05

Tabela 11. Resultados do teste de correlação por postos de Spearman entre a riqueza observada e a espessura da camada de serapilheira, em cada sítio de coleta.

Sítios	rs	p
1 Parque Leon Feffer	0,0317	0,8945
2 Centro Esportivo Colégio Joana D'arc	- 0,0820	0,7311
3 Área Urbanizada I	0,0235	0,9217
4 Cosim	0,2975	0,2026
5 Área Urbanizada II	- 0,4593	0,0416
6 ABECAR	0,1582	0,5052
7 Parque Natural Francisco Affonso de Mello	-0,1188	0,6180

Analisando-se as comunidades é possível observar a formação de dois agrupamentos (Figura 10 e 11): (1) constituído por áreas que se encontram mais próximas a malha urbana da cidade de Mogi das Cruzes, sendo diretamente suscetível aos efeitos de urbanização, como o Parque Leon Feffer (sítio 1), Centro Esportivo Colégio Joana D'Arc (sítio 2), Parque Nagib Najar (COSIM) (sítio 4) e Área Urbanizada II (Estrada Perimetral) (sítio 5); e (2)

caracterizado por áreas próximas a Serra do Itapeti, tais como, Área Urbanizada I (Estrada Perimetral) (sítio 3), Área antropizada próxima ao Parque Municipal Francisco Affonso de Mello (ABECAR) (sítio 6) e Parque Municipal Francisco Affonso de Mello (sítio 7).

Os sítios que formam o primeiro grupo compartilham 32 espécies, enquanto que os sítios que formam o segundo compartilham 20. Provavelmente as áreas com vegetação nativa, que ficam no entorno do primeiro grupo, estão atuando como um reservatório/dispersor de espécies. Esses resultados corroboram Roth *et al.* (1994), pois atribuíram parte da recuperação da fauna original de formigas de uma área de plantação de cacau desativada, a proximidade com uma floresta mais estruturada.

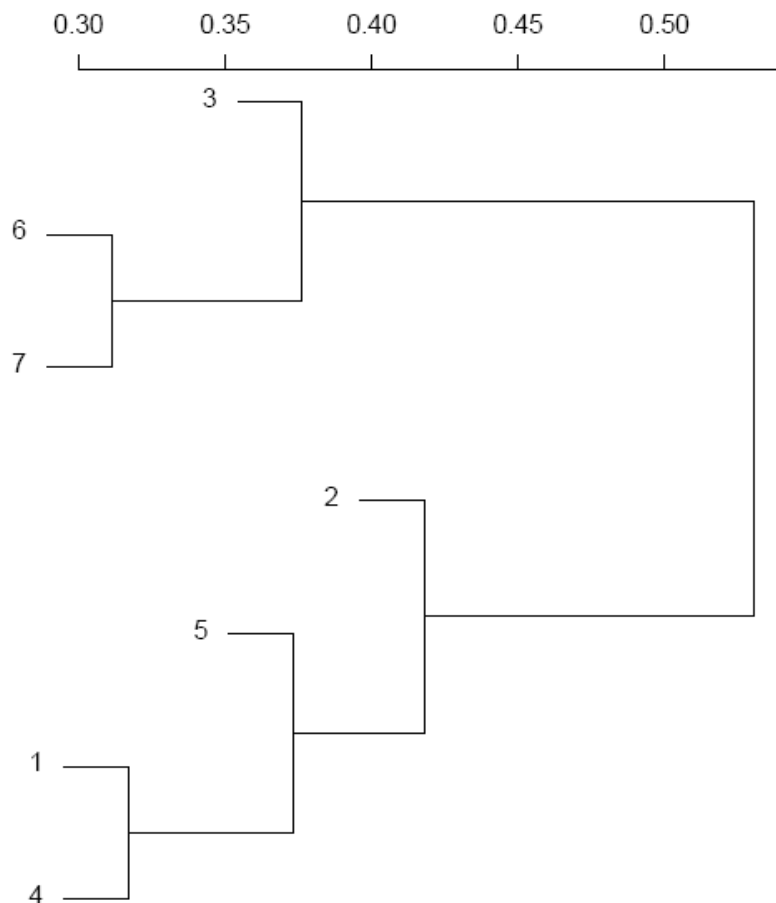


Figura 10. Dendrograma baseado no índice de dissimilaridade de Bray-Curtis para os sítios de coleta, localizados no município de Mogi das Cruzes (SP) (Sítio 1 – Parque Leon Feffer; Sítio 2 – Centro Esportivo Colégio Joana D’arc); Sítio 3 – Área Urbanizada I; Sítio 4 – Cosim; Sítio 5 – Área Urbanizada II; Sítio 6 – ABECAR; Sítio 7 – Parque Municipal Francisco Affonso de Mello).

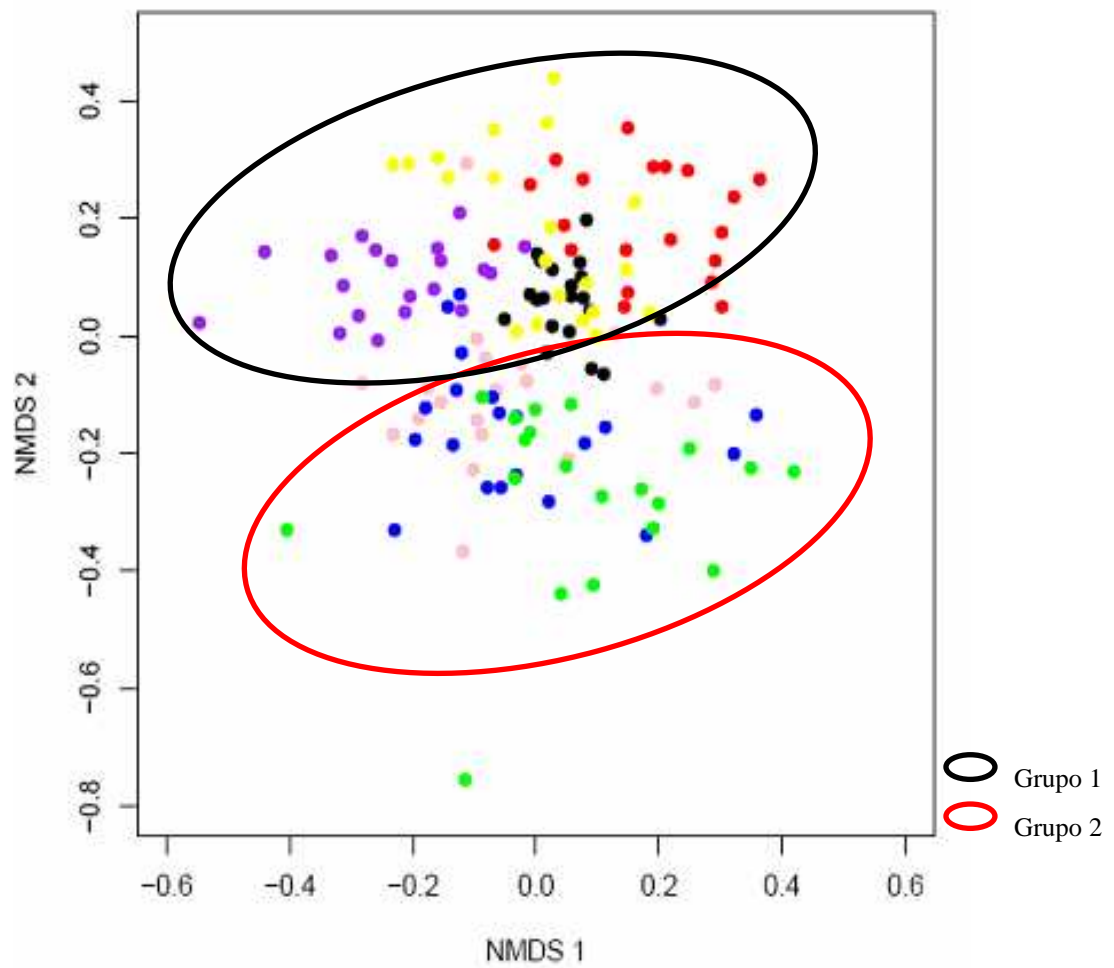


Figura 11. Resultado da análise de ordenação (NMDS) para as comunidades de formigas nos sítios de coleta, localizados no município de Mogi das Cruzes (SP) (Stress= 27,71).

Sítio 1 - Parque Leon Feffer • ; Sítio 2 - Centro Esportivo Colégio Joana D'arc • ; Sítio 3- Área Urbanizada I • ; Sítio 4 - Cosim • ; Sítio 5 - Área Urbanizada II • ; Sítio 6 - Abecar • ; Sítio 7 - Parque Municipal Francisco Affonso de Mello • .

4.2. Relação entre a riqueza de formigas e o teor de metais do solo em cada sítio de coleta

4.2.1. Concentração de metais e componentes de fertilidade do solo nos diferentes sítios de coleta

Em todos os sítios de estudo, foram avaliados nove metais: Cálcio (Ca), Cádmio (Cd), Cobre (Cu), Cromo (Cr), Ferro (Fe), Magnésio (Mg), Manganês (Mn), Níquel (Ni) e Zinco (Zn), que são metais comumente estudados em análises de solo, pois seus níveis podem refletir em índices confiáveis ou de poluição ambiental. Dentre esses se destaca Cobre, Ferro, Manganês e Zinco, pois são essenciais para sistemas biológicos; Níquel, quando presente é importante para o desenvolvimento de plantas. Já metais como Cádmio, são considerados não essenciais e até mesmo tóxicos em quantidades-traços (MOURA *et al.*, 2006).

Comparativamente o sítio de coleta que apresentou a maior concentração de metais totais e biodisponíveis foi o sítio 4 (Cosim) (Tabela 12 e 13), o que de uma certa forma já era esperado, uma vez que durante o funcionamento da Companhia Siderúrgica de Mogi das Cruzes os resíduos e parte da matéria prima utilizada (sucata) eram depositados no solo, e ali permaneceram após a desativação da indústria.

Tabela 12. Concentração média de metais biodisponíveis (mg/g) presentes em todos os sítios de coleta, localizados no município de Mogi das Cruzes (SP).

Sítios de Coleta	Metal Biodisponível								
	Ca	Mg	Mn	Fe	Zn	Ni	Cu	Cr	Cd
1	0.3607	0.0825	0.00092	0.0016	0.0059	0.000114	0.00109	<0,0001	0.0000407
2	0.1983	0.0522	0.00125	0.0011	0.0015	0.000057	0.00044	<0,0001	<0,000007
3	0.1191	0.0262	0.00219	0.0026	0.0031	0.000095	0.00062	<0,0001	0.0000319
4	0.4582	0.1216	0.00041	0.0006	0.0222	0.000191	0.00308	<0,0001	0.0000674
5	0.2057	0.0539	0.00157	0.0002	0.0044	0.000095	0.00101	<0,0001	<0,000007
6	0.0905	0.0166	0.00398	0.0022	0.0016	0.000114	0.00036	<0,0001	<0,000007
7	0.2118	0.0848	0.00610	0.0014	0.0019	0.000230	0.00065	<0,0001	0.0000194

Tabela 13. Concentração média de metais totais (mg/g) presentes em todos os sítios de coleta, localizados no município de Mogi das Cruzes (SP).

Sítios de Coleta	Metal Total								
	Ca	Mg	Mn	Fe	Zn	Ni	Cu	Cr	Cd
1	0.4209	0.1479	0.0762	12.5824	0.0574	0.0068	0.0129	0.0106	0.00031
2	0.2032	0.0657	0.0730	26.6810	0.0160	0.0047	0.0046	0.0063	0.00062
3	0.1677	0.0592	0.0480	23.3783	0.0205	0.0068	0.0046	0.0073	0.00046
4	1.7579	0.5517	0.8908	29.2363	0.2345	0.0237	0.0665	0.0235	0.00123
5	0.2861	0.0688	0.1157	32.6441	0.0348	0.0068	0.0145	0.0236	0.00062
6	0.2018	0.1238	0.1237	23.5633	0.0292	0.0054	0.0037	0.0052	0.00062
7	0.2733	0.2286	0.1733	22.2961	0.0327	0.0074	0.0049	0.0062	0.00066

De uma maneira geral, não houve diferença significativa entre a concentração total de cada metal total nos diferentes sítios de coleta; os teores total e biodisponível de cada metal nos diferentes sítios podem ser observados nas Figuras 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 e 20; para os componentes de fertilidade do solo (Tabela 14), também não foram observadas diferenças significativas entre os sítios estudados (Apêndice 1).

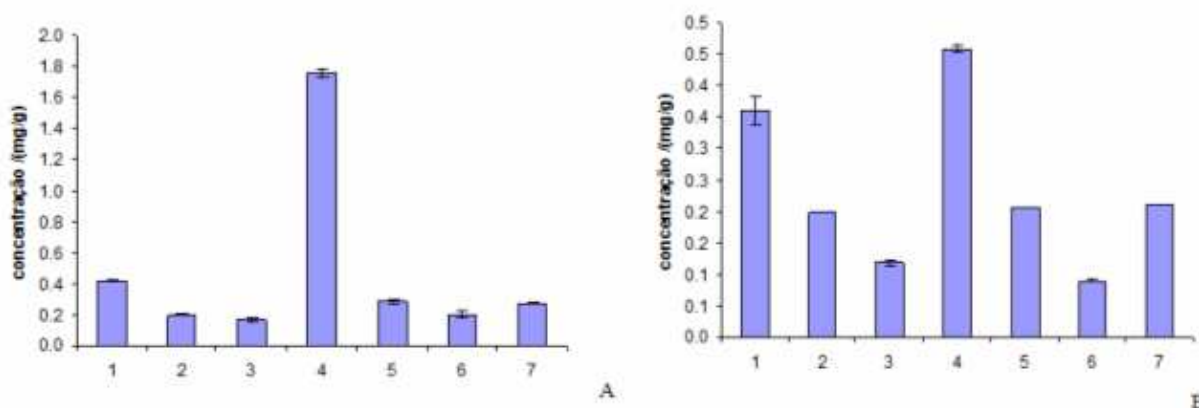


Figura 12. Teor médio de Cálcio em sua concentração total (A) e biodisponível (B) (mg/g) nos diferentes sítios.

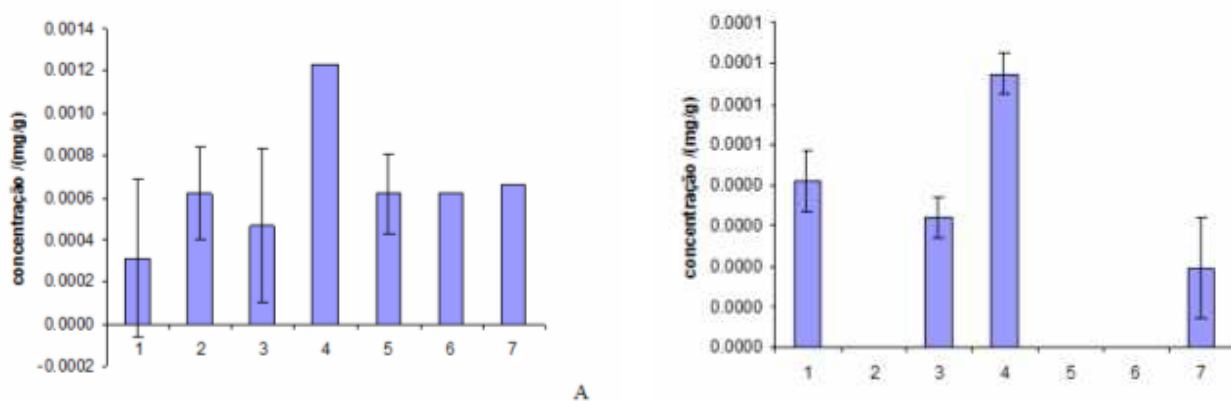


Figura 13. Teor médio de Cádmio em sua concentração total (A) e biodisponível (B) (mg/g) nos diferentes sítios.

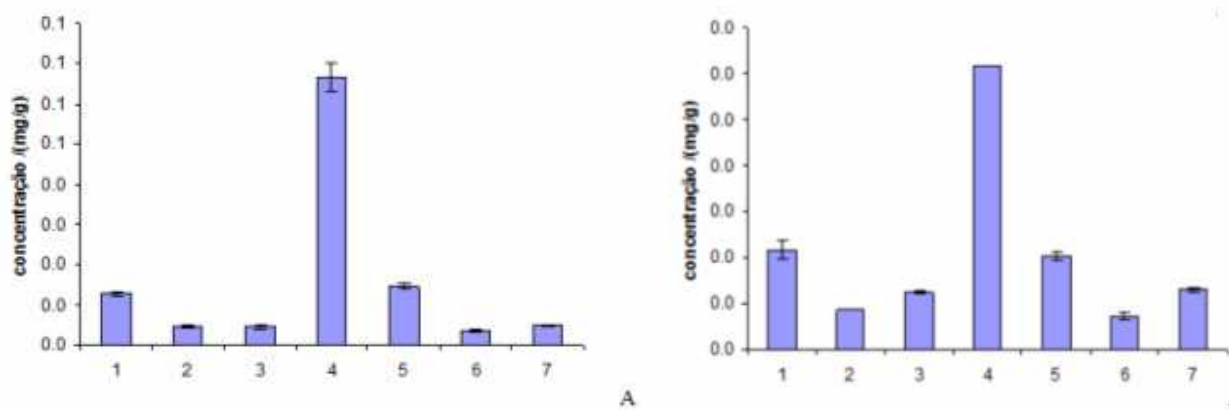


Figura 14. Teor médio de Cobre em sua concentração total (A) e biodisponível (B) (mg/g) nos diferentes sítios.

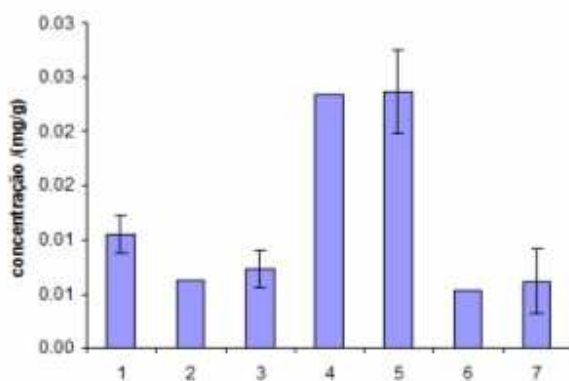


Figura 15. Teor médio de Cromo em sua concentração total .

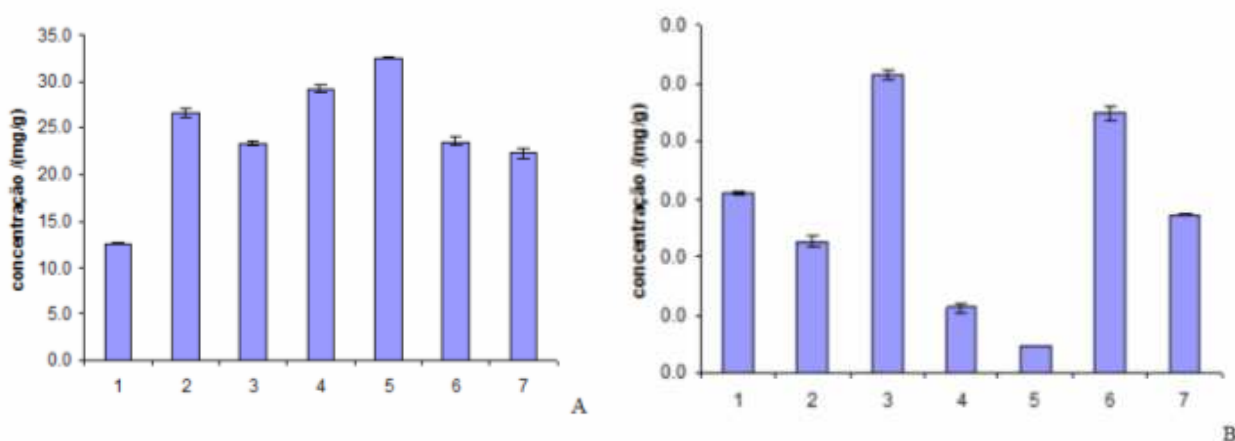


Figura 16. Teor médio de Ferro em sua concentração total (A) e biodisponível (B) (mg/g) nos diferentes sítios.

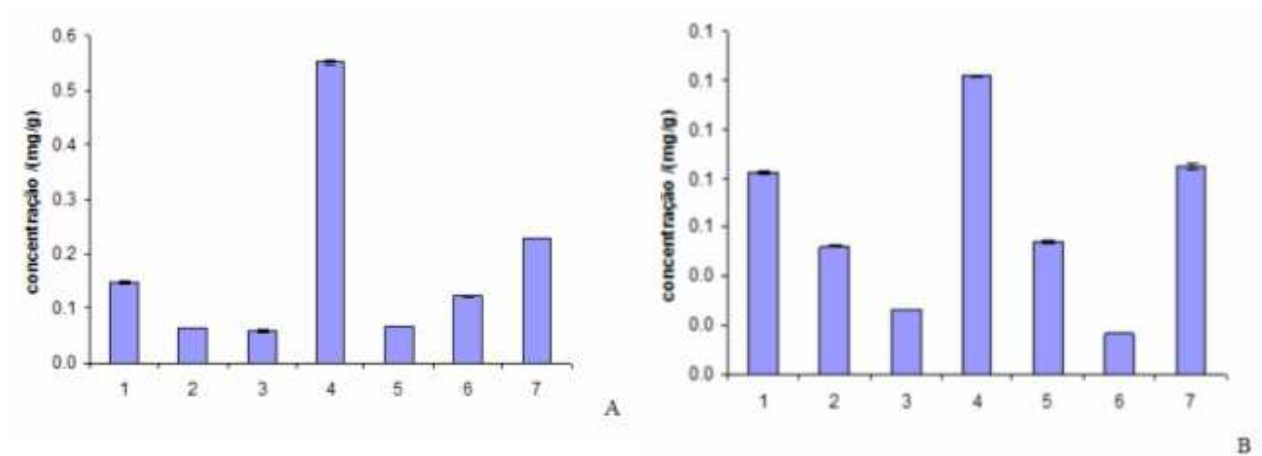


Figura 17. Teor médio de Magnésio em sua concentração total (A) e biodisponível (B) (mg/g) nos diferentes sítios.

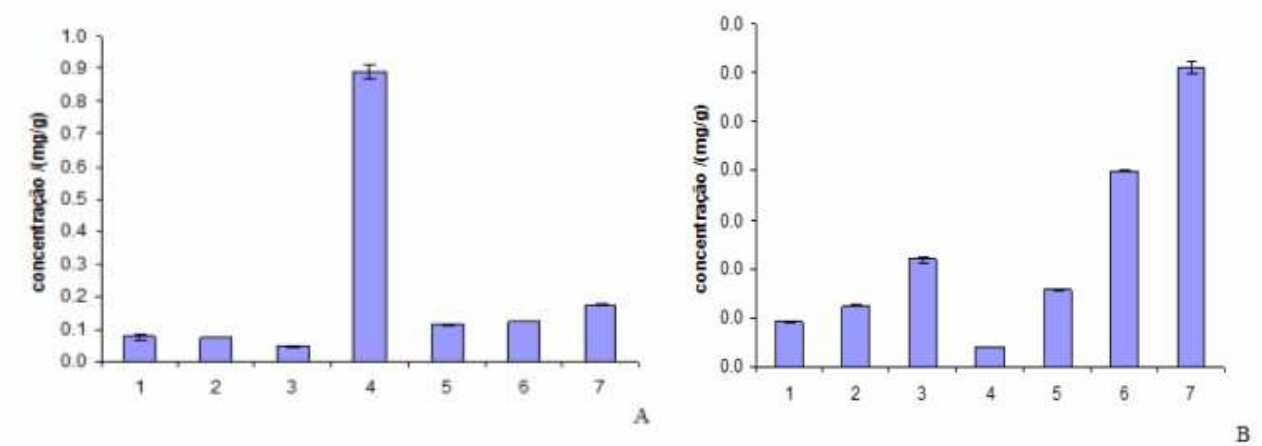


Figura 18. Teor médio de Manganês em sua concentração total (A) e biodisponível (B) (mg/g) nos diferentes sítios.

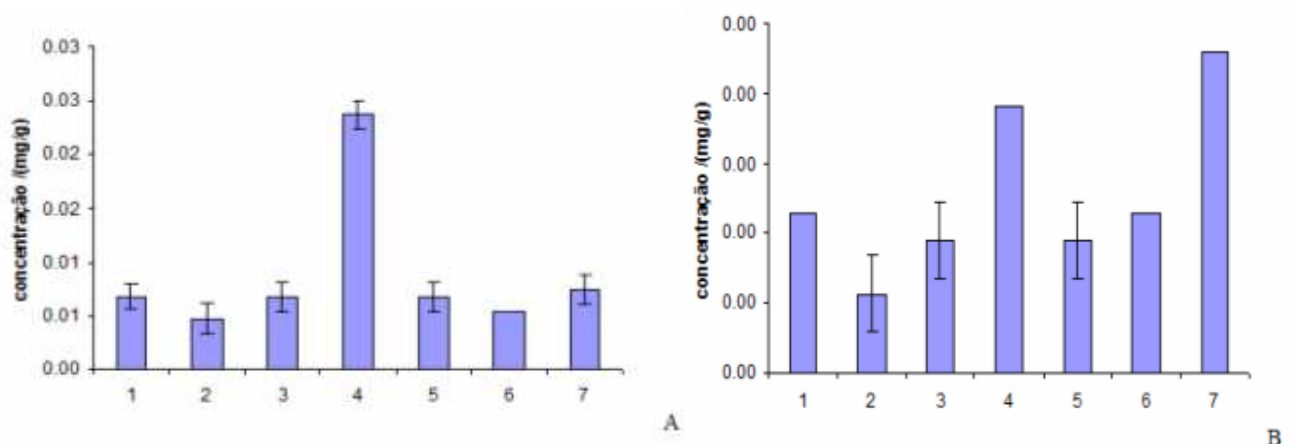


Figura 19. Teor médio de Níquel em sua concentração total (A) e biodisponível (B) (mg/g) nos diferentes sítios.

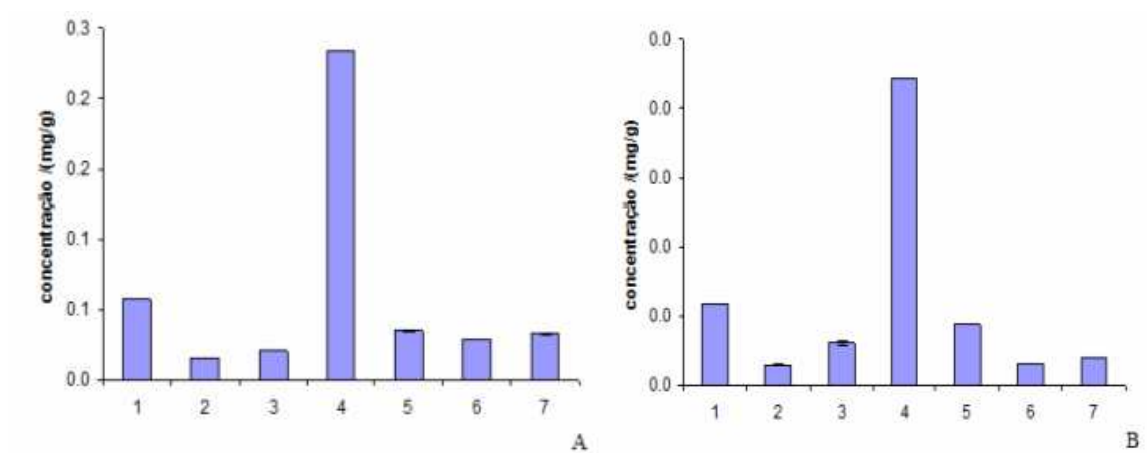


Figura 20. Teor médio de Zinco em sua concentração total (A) e biodisponível (B) (mg/g) nos diferentes sítios.

Tabela 14. Componentes físico-químicos que representam a fertilidade do solo e espessura da camada de serapilheira (cm), em cada sítio de coleta.

Sítios	Componentes químicos						Componentes físicos				
	Fosfato total(ug/g)	PO ³⁻ ₄ Mehlich/(ug/g)	pH em CaCl2	nitrato/ (ugN/g)	acidez trocável (mmol H+/kg)	acidez total (mmol H+/kg)	K mg/g	Na mg/g	%MO* 550C	umidade	espessura serapilheira
1	58,04	41,78	5,31	5,15	0,34	44,99	0,73	0,16	15,23	20,27	1,26
2	22,72	1,44	4,82	4,20	0,74	24,26	0,45	0,19	7,51	17,30	0,88
3	63,94	1,31	4,59	2,83	2,17	33,19	1,10	0,23	9,88	12,94	1,40
4	46,03	4,63	7,09	1,48	0,39	5,83	0,23	0,16	16,40	13,96	1,87
5	22,42	1,14	5,28	3,67	0,24	10,13	0,35	0,17	6,77	17,06	1,35
6	14,71	0,96	4,25	4,8	7,74	44,27	0,80	0,20	7,06	16,69	1,67
7	14,81	1,65	4,62	2,16	1,43	34,26	0,79	0,20	7,47	14,38	1,54

*MO%: Porcentagem de matéria orgânica

Todas as amostras de solo, oriundas de cada sítio de coleta, foram retiradas de áreas sob intensa atividade antrópica; exceto aquela coletada no Parque Natural Municipal Francisco Affonso de Mello. Neste caso, os valores obtidos para essa área podem ser considerados como referência para avaliar a qualidade do solo (FERREIRA *et al.*, 2006).

A diferença observada entre as concentrações dos metais nos diferentes sítios, possivelmente está relacionada à composição do solo presente em cada sítio, uma vez que a absorção de metais difere nos diferentes horizontes do solo, devido a composição de textura dos mesmos (ZUBILAGA *et al.*, 2008). Além disso, os solos naturalmente possuem concentrações variadas de metais, dependendo do material de origem, dos processos de formação da composição e proporção dos componentes em sua fase sólida. Segundo Manta *et al.* (2002), altas concentrações, juntamente com elevados valores de desvio padrão indicam fontes de origem antrópica para tais metais; entretanto, não parece ser o caso de nenhum metal analisado nesse trabalho.

O teor de Ferro total, em todos os sítios, foi mais alto em relação aos demais metais (Figura 16 A). Já na forma biodisponível o Fe se mostra menos concentrado, quando comparado aos demais (Figura 16 B). Cobre em sua concentração total (Figura 14 A); e Níquel (Figura 19 B), Zinco (Figura 20 B) e Cromo em suas concentrações biodisponíveis, apresentaram concentrações relativamente baixas.

Alguns autores consideram questionável a utilização de valores totais de determinados metais, para fins regulatórios de áreas, pois na maioria dos casos de contaminação e avaliação, o que realmente é relevante é a fração biodisponível do mesmo (BORGES Jr. *et al.*, 2008). Entretanto, é preciso considerar que não há um método universal para avaliar a biodisponibilidade dos elementos-traço, de modo que a fração biodisponível pode vir a ser muito diferente quando é considerada a absorção por plantas e animais. Além disso, as formas mais

lábéis, ou seja, mais disponíveis de um determinado metal tendem a sofrer modificações ao longo do tempo (MARQUES *et al.*, 2002).

O Fe está presente no solo na forma de seus óxidos, sendo bastante estável nessa condição (BRADY, 1979; GLEYZES, 2002). Entretanto, devido à industrialização do mundo moderno, esse metal também é introduzido antropicamente no ambiente, principalmente na forma zero, podendo, através de intemperismo, ser oxidado, solubilizado ou imobilizado como óxidos envelhecidos, principalmente na forma de Fe (III) (ESSINGTON, 2004). Devido sua presença natural no solo, não há valores orientadores para o solo (CETESB, 2005). É interessante ressaltar que, durante os processos de gênese desses óxidos por ação antrópica ou geológica, outros metais podem ser incorporados, por substituição isomórfica, com precipitação, dentre outros. Dessa forma, a dissolução desses óxidos pode disponibilizar outros metais (GLEYZES, 2002). Nesse contexto, diferenças consideráveis na constituição química no perfil do solo são existentes (MORAES, 2007).

Cobre foi um dos metais cuja concentração se mostrou relativamente baixa, quando comparada aos demais. Costa *et al.* (2009) analisando áreas de cultivo de videiras, observaram que, a concentração desse metal, como também a do Zn, pode variar de acordo com a profundidade em que o solo é coletado; ou seja, as camadas superficiais apresentam maior concentração, e as maiores profundidades menores concentrações.

Níquel, assim como Cádmiio são associados, principalmente, à contaminação do ambiente, sendo a presença menos usual em ambientes naturais. Seus valores de referência de qualidade da CETESB (2005) são 0,013 mg/g e menor que 0,005 mg/g (Tabela 15), respectivamente, e os maiores teores desses metais foram constatados na área da Cosim (sítio 4).

Os teores de Níquel e Cromo foram relativamente inferiores aos valores de prevenção 30 mg.Kg⁻¹ e 75 mg.Kg⁻¹, respectivamente (Tabela 15), tanto em sua condição total (Figura 19 A e

15 D), quanto em sua condição biodisponível (Figura 19B). A alta concentração de Níquel é comumente encontrada em camadas superficiais em torno de 20-40 cm, o que sugere uma riqueza proveniente do material originário do solo, e não oriundos por atividades antrópicas (DIAS *et al.*, 2009). Já o Cromo é naturalmente encontrado em rochas e solos, porém em baixas concentrações (2-60 mg/kg); apenas pequenas frações estão disponíveis para plantas e suas concentrações são muito dependentes do tipo de processo industrial existente na região. De uma maneira geral, o cromo hexavalente existente no ambiente é proveniente de atividade antrópica (SILVA & PEDROZO, 2001); além disso, a matéria orgânica presente no solo é rica em grupos funcionais carboxílicos que podem, por meio de seus pares de elétrons disponíveis, reter o Cromo e outros metais (MORAES, 2007).

O Cálcio pode estar presente naturalmente nos solos, bem como na estrutura de muitos minerais. Já Magnésio (Mn), que geralmente é introduzido através de fertilizantes, pode também ser oriundo de intemperização de rochas (BRADY, 1979); e quando presente em altas concentrações pode interferir no desenvolvimento e crescimento, ou até mesmo a densidade de determinados animais (McGLYN *et al.*, 2009). No presente estudo a concentração total de cálcio (Figuras 13 A) foi relativamente maior do que a concentração de magnésio (Figuras 18 A).

O teor de Zinco, quando comparado aos demais metais, encontra-se com valor intermediário. Trata-se de um metal importante do ponto de vista fisiológico das plantas e animais, pois faz parte de diversas metaloenzimas. É considerado um micronutriente, cuja solubilidade no solo é fortemente dependente do pH (CARPENTIERI-PÍPOLO, 1998). Entretanto, sua presença em ligas metálicas de grande aceitação industrial e comercial (latão, bronze, etc.) pode elevar o seu teor no solo, e conseqüentemente, levando a sua contaminação. O valor de referência de qualidade é de 0,060 mg/g (60mg/kg) (Tabela 15).

Tabela 15. Valores orientados (solo em mg.Kg⁻¹ peso seco) pela CETESB (2005), para solo no estado de São Paulo.

Substâncias Inorgânicas	Referência de Qualidade	Prevenção	Intervenção		
			Agrícola	Residencial	Industrial
Alumínio	-	-	-	-	-
Cádmio	<0,5	1,3	3	8	20
Cobre	35	60	200	400	600
Cromo	40	75	150	300	400
Ferro	-	-	-	-	-
Manganês	-	-	-	-	-
Níquel	13	30	70	100	130
Zinco	60	300	450	1000	2000

É importante ressaltar que alguns metais ocorrem naturalmente em solos, e apresentam importância para diferentes organismos. Levando em consideração que o solo é considerado como um dos meios mais promissores para se descartar diferentes resíduos, que muitas vezes apresentam finalidade de melhorar as condições do mesmo, de uma maneira geral, os principais metais presentes nos solos e nos produtos utilizados na agricultura são: Al, Co, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sn e Zn, onde dentre esses estão os essenciais às plantas (Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, e Zn), às bactérias fixadoras de nitrogênio (Co e Mo) e aos animais (Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn) (ABREU *et al.* 2002).

Analisando os metais totais presentes nos diferentes sítios, foi possível observar que o teor médio de metais é similar entre algumas áreas, de maneira que houve a formação de dois grupos (Figura 21). Os agrupamentos formados correspondem, em parte, aos “clusters” obtidos quando as comunidades de formigas presentes em cada sítio foram analisadas (Figura 10). Assim, os sítios 3, 6 e 7 são similares tanto nos teores metais totais, como de comunidades; o mesmo pode ser dito em relação aos sítios 2, 5 e 4.

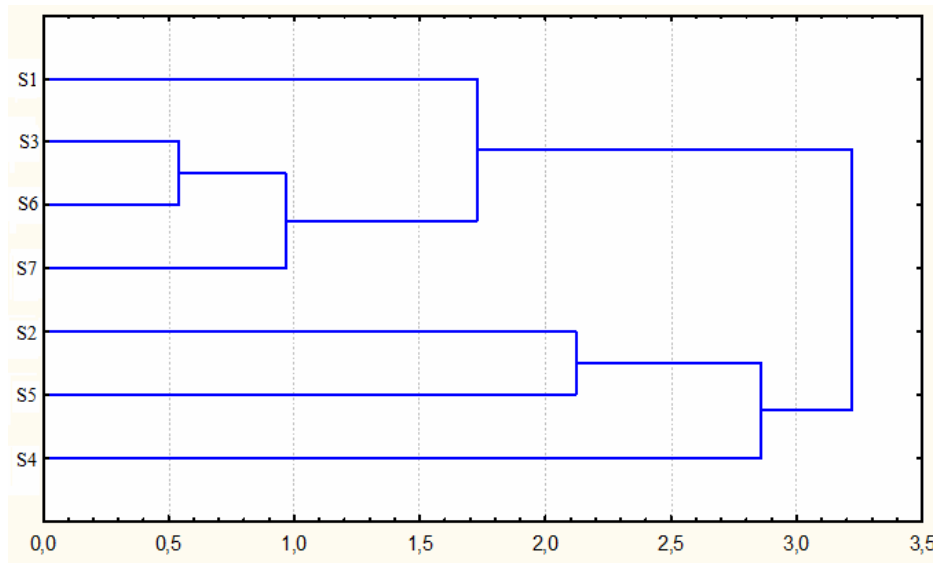


Figura 21. Dendrograma de similaridade entre o teor de metais totais amostrados nos diferentes sítios estudados (Distância métrica Chebychev).

Moura *et al.* (2006) relata que as interações entre metal e solo são muito complexas, pois envolvem reações de precipitação, dissolução, adsorção, dessorção, complexação e oxi-redução, nas fases orgânicas e inorgânicas do solo, de maneira que essas reações são intimamente influenciadas por atributos do solo, principalmente por pH, potencial redox, textura, composição mineral, capacidade de troca de cátions, competição por sítios de adsorção, quelação, teor e qualidade dos compostos orgânicos em suas fases sólidas, além da propriedade de cada metal.

Os nutrientes do solo têm sua disponibilidade determinada por vários fatores, entre eles o valor de pH que, juntamente com a presença de ligantes concorrentes, força iônica da solução do solo e a presença simultânea de metais concorrentes, são conhecidos por afetar significativamente os processos de sorção e lixiviação do solo (ZUBILAGA *et al.*, 2008), além disso, altos valores de pH, levam a camada superficial do plano de adsorção se tornar negativa, consequentemente aumentando essa superfície com ânions fosfato, e promovendo a predominância de HPO_4^{2-} na solução do solo, sendo esta a forma preferencialmente adsorvida (GUARÇONI & MENDONÇA,

2003). Diante disso, a análise de pH torna-se importante para classificar a qualidade do solo, ou seja de muito ácidos ($\text{pH} < 4,50$) a fracamente alcalinos (pH entre 7,10 – 7,18) (CFSMG, 1999). Observa-se pela Tabela 14 que, exceto o sítio Ponto 4, que apresentou um valor de pH acima de sete, os demais apresentaram pH baixo.

Solos ácidos favorecem a disponibilidade e ação tóxica de metais pesados, e nessas condições o fenômeno de adsorção torna-se mais importante no controle da biodisponibilidade de metais, enquanto que reações de precipitação e complexação apresentam maior influência em solos alcalinos e neutros (ZANELLO *et al.*, 2009). Esses fatores podem explicar a alta concentração de metais no sítio 4.

Em relação à acidez total foram observadas variações entre os sítios, sendo de 44,99 mmol a 5,83 mmol. Uma vez que esses valores não se encontram dentro da faixa alta ($>50,00$ mmol) (CFSMG, 1999), os mesmos podem ser considerados médios (entre 25,10 a $>50,00$ mmol) e baixos ($<$ ou $= 10$ mmol) (CFSMG, 1999).

Visto que a matéria orgânica (MO) é composta por resíduos de plantas e animais decompostos (húmus), além de elementos vivos, que variam consideravelmente em estabilidade e susceptibilidade, seus atributos físicos e químicos são essenciais para manutenção de ecossistemas. Embora, o percentual de matéria orgânica seja importante para complexação de metais, de uma maneira geral, estudos sobre a sua dinâmica, ainda são incipientes em ambientes brasileiros (SILVA *et al.*, 1999).

Nos sítios 4 (COSIM) e 1 (Parque Leonn Feffer), o teor de matéria orgânica apresentou percentual de 16,40 e 15,23 respectivamente, sendo relativamente maior que os demais sítios (Tabela 14), porém de acordo com Silva *et al.* (1999) a variação no percentual do teor de MO, é um evento comum entre diferentes tipos de solo, dependente de muitos fatores, como clima,

textura do solo, umidade, topografia, drenagem, cobertura vegetal e uso da terra que exercem influência, ora individual, ora conjunta (GUERRA, 1990).

Grande parte dos solos tropicais apresenta elevada capacidade de adsorção/precipitação de fósforo e baixos teores desse nutriente em formas disponíveis (GUARÇONI & MENDONÇA, 2003). Nesse contexto a MO pode diminuir a adsorção/precipitação do fosfato (A/PP), por meio da liberação de ácidos orgânicos, que competem pelos sítios de adsorção ou até mesmo pela formação de compostos com o fosfato na solução do solo, ou formação de complexos com Al e Fe, reduzindo, portanto, a A/PP (ANDRADE *et al.*, 2003). Esses processos podem aumentar a disponibilidade de fosfato para as plantas (GUARÇONI & MENDONÇA, 2003). Nos diferentes sítios, a maior concentração de fosfato total foi observada nos sítios 3 (Área Urbanizada I), 1 (Parque Leon Feffer) e 4 (COSIM) (Tabela 14).

Já para Nitrato, observa-se que os sítios 1 (Parque Leon Feffer), 6 (ABECAR) e 2 (Centro Esportivo Colégio Joana D'arc), foram os que apresentaram maior concentração (Tabela 14). Esse nutriente é fortemente repelido pelas cargas negativas da fração coloidal do solo, que por sua vez é muito heterogênea; uma vez que não retido de forma sólida no solo, a tendência é ficar na solução, podendo ser lixiviado pelas águas de percolação, e conseqüentemente, resultando em perda de N, que poderia ser utilizado por plantas. Solos predominantemente argilosos com carga permanente, a retenção é praticamente nula; já solos que apresentam minerais com cargas variáveis, apresentam grande capacidade de retenção de nitrato (DYNIA & CAMARGO, 1999).

4.2.2. Relação da riqueza de formigas com o teor de metais total e biodisponível e os componentes de fertilidade de solo nos diferentes sítios de coleta

As redes tróficas envolvendo os formicídeos estão relacionadas à presença e abundância de determinados elementos químicos (McGLYNN *et al.* 2007, 2009; KASPARI *et al.*, 2008). Estudos recentes sugerem que o processo de decomposição da matéria orgânica pode ser limitado pela disponibilidade de elementos químicos (KASPARI *et al.*, 2008), sendo que alguns desses elementos, podem ser preditores da densidade da fauna de serapilheira (McGLYNN *et al.*, 2007). Neste caso, metais no seu estado bruto ou biodisponível poderiam determinar a presença de espécies de formigas, pois as presas potenciais (invertebrados), a atividade de decompositores e os processos fisiológicos de cada espécie de formiga estão associados à qualidade química do estrato.

Independente do sítio de coleta, o teor de metais totais influencia a ocorrência de 21 espécies de formigas; sendo que Mg e Mn são os elementos que possuem associação com um maior número de táxons (Tabela 16). Já o teor de metais biodisponíveis influencia 37 espécies, e Mn, Ni e Fe são os elementos que possuem associação com um maior número de táxons (Tabela 17). Apenas três gêneros, *Camponotus*, *Hypoponera* e *Pheidole*, possuem associação com os metais totais e biodisponíveis. Por outro lado, a subfamília Ponerinae que é considerada como bioindicadora (DELABIE *et al.*, 2000), apresenta um maior número de espécies associados aos metais biodisponíveis (Tabela 17).

Em relação aos parâmetros analisados é possível observar que, um maior número de táxons é influenciado pelos fatores físicos (Tabela 18). Dentre os fatores químicos, todos parecem estar associados a um número de espécies semelhante; exceto em relação à acidez total (Tabela

19). Comparativamente, somente os gêneros *Camponotus* e *Pheidole* sofrem influência dos metais totais e biodisponíveis, além dos demais parâmetros químicos e físicos.

As Tabelas 16, 17 e 18 ainda mostram que, poucas espécies estão associadas a três, quatro ou cinco metais, sendo que a maioria pertence à gêneros classificados como generalistas (DELABIE *et al.*, 2000; WEISER & KASPARI, 2006).

Estudos sobre a influência de metais na diversidade de formigas são ainda escassos; muitos trabalhos abordam a influência desses elementos sob artrópodes de uma maneira geral, ou tratam da incorporação de metais nos diferentes tecidos desses organismos. Grzes (2009) observou que ao longo de um gradiente com contaminação de Zinco, a diversidade e equitabilidade de formigas aumentam significativamente, concomitantemente ao aumento da concentração de Zinco no solo; conseqüentemente, a dominância de determinadas comunidades nessas condições, favorece a permanência de outras espécies.

Eeva *et al.* (2004) comparando o tamanho de ninho e frequência de cinco espécies do gênero *Formica*, entre uma área contaminada com Zn, Cu, Ni e Pb e uma sem contaminação, observaram que nas áreas com maior concentração de metais, os ninhos eram relativamente menores; já a frequência das diferentes espécies diferiram consideravelmente. Diehl *et al.* (2004) estudando a fauna de formigas de serapilheira em áreas com elevado teor de Cobre concluíram que, *Camponotus* e *Pheidole* são gêneros cuja riqueza aumenta quando ocorre a redução da concentração desse metal no solo. Além disso, *Camponotus*, e também *Solenopsis*, ocorre em áreas com baixo ou elevado teor de Cu, o que mostra a plasticidade dos gêneros.

Janssens *et al.* (2009) ao estudarem o mecanismo de tolerância ao Cd por *Orchesella cincta* (Collembola) concluíram que, ocorre alteração na estrutura ou na quantidade da proteína relacionada ao processo de *stress*; com isso há uma maior ou menor tolerância a um determinado metal presente no ambiente.

Tabela 16. Valores significativos ($p > 0,05$) de correlação por postos de Spearman (r_s) entre a ocorrência de espécies e o teor de metais totais em todos os sítios de coleta.

Táxons	Ca	Mg	Mn	Fe	Zn	Ni	Cu	Cr	Cd	Teor Total
SUBFAMÍLIA ECITONINAE										
<i>Labidus praedador</i> (Fr. Smith, 1858)	-	-	-	-	-0,82	-	-	-0,80	-	-
SUBFAMÍLIA ECTATOMINAE										
<i>Ectatomma brunneum</i>	-	-0,89	-0,89	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ectatomma edentatum</i> (Roger, 1863)	-	-0,76	-	-	-	-	-	-	-	-
SUBFAMÍLIA FORMICIDAE										
<i>Camponotus</i> (<i>Myrmaphaenus</i>)	-0,84	-0,82	-0,90	-	-	-	-	-	-	-
<i>Camponotus</i> (<i>Taemyrmex</i>)	-	-	-	-0,78	-	-	-	-	-	-
<i>Camponotus</i> (<i>Myrmaphaenus</i>) <i>novograndensis</i>	-	-	-	-	0,76	-	-	-	-	-
<i>Camponotus</i> sp.7	-	-0,76	-0,76	-	-	-	-	-	-	-
SUBFAMÍLIA MYRMICINAE										
<i>Apterostigma</i> sp.1	-	-0,89	-0,83	-	-	-	-	-	-	-
<i>Wasmannia</i> sp.3	-	-	-	-	0,84	-	-	-	0,79	-
<i>Pheidole</i> sp.3	-	-0,99	-0,95	-	-0,77	-	-	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp.6	-	-	-	-	-	-	-	0,76	-	-
<i>Pheidole</i> sp.9	-	-	-	-	-	0,78	-	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp.16	-	-	-	-	-	-	-0,75	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,89
<i>Pheidole</i> sp.22	-	-	-0,84	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp.24	-	-	-	-	-	-0,79	-	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp.30	-	-	-	-	-	-	-	-0,85	-	-
<i>Oxyopocus</i> sp.2	-	-	-	-	-	-	-0,80	-0,77	-	-
<i>Solenopsis</i> sp.3	-	0,96	0,88	-	0,81	-	0,78	-	-	-
SUBAFAMÍLIA PONERINAE										
<i>Hypoconerops</i> sp.1	-	-0,77	-	-	-0,83	-	-0,78	-0,79	-	-
SUBFAMÍLIA PSEUDOMYRMECINAE										
<i>Pseudomyrmex gracilis</i> (Fabricius)	-0,78	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Riqueza	2	8	7	1	6	2	4	5	1	1

Tabela 17. Valores significativos ($p > 0,05$) de correlação por postos de Spearman (r_s) entre a ocorrência de espécies e o teor de metais biodisponíveis em todos os sítios de coleta.

Táxons	Ca	Mg	Mn	Fe	Zn	Ni	Cu	Cr	Cd	Teor Total
SUBFAMÍLIA DOLICHODERINAE										
<i>Dorymyrmex</i> sp.1	-	-0,95	-	-0,84	-	-	-	-	-	-
<i>Tapinoma melanocephalum</i>	-	-	-	-	-	0,76	-	-	-	-
SUBFAMÍLIA ECITONINAE										
<i>Labidus coecus</i> (Latreille)	-	0,79	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Labidus praedador</i> (Fr. Smith, 1858)	-	-	-	-	-0,81655	-	-	-	-	-
SUBFAMÍLIA FORMICIDAE										
<i>Brachymyrmex incisus</i> (Forel, 1912)	-	-	-0,77	-	-	-	-	-	-	-
<i>Camponotus rufipes</i> (Fabricius, 1775)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,85	-
<i>Camponotus</i> sp.8	-	-	-0,84	-	-	-	-	-	-	-
<i>Camponotus</i> sp.10	-	0,75	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Camponotus</i> sp.11	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,76	-
<i>Camponotus</i> sp.13	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-
<i>Myrmelachista catharinae</i>	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-
<i>Myrmelachista ruzskii</i>	-0,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUBFAMÍLIA MYRMICINAE										
<i>Mycetosoritis</i> sp.1	-	-0,79	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Crematogaster</i> (arthocrema)	-	-	-	-	-	0,76	-	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp.4	-	-	-0,88	-0,90	-	-	-	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp.13	-	-	0,80	0,76	-	0,76	-	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp.14	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp.15	-	0,79	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp.16	-	-	-	-	-0,89	-	-0,90	-	-0,89	-
<i>Pheidole</i> sp.17	-	-	-0,90	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp.22	-0,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp.26	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-

Cont. Tab.17

Táxons	Ca	Mg	Mn	Fe	Zn	Ni	Cu	Cr	Cd	Teor Total
<i>Pheidole</i> sp.28	-	-	-	0,76	-	-	-	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp.38	-	-	-0,81	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp.39	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-
<i>Megalomyrmex</i> sp.4	-	-	0,76	0,80	-	-	-	-	-	-
<i>Oxyopocus</i> sp.2	-	-	-	0,92	-0,77	-	-	-	-	-
<i>Solenopsis</i> sp.2	-	-	0,84	-	-	-	-	-	-	-
<i>Solenopsis</i> sp.3	0,77	-	-	-	-	-	0,84	-	0,76	-
SUBAFAMÍLIA PONERINAE										
<i>Anochetus altisquamis</i> (Mayr, 1887)	-	-	0,87	0,87	-	-	-	-	-	-
<i>Hypoponera</i> sp.1	-0,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hypoponera</i> sp.9	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-
<i>Leptogenys</i> sp.	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-
<i>Odontomachus affinis</i> (Guerin, 1845)	-	-	0,84	0,92	-	-	-	-	-	-
<i>Odontomachus meinerti</i> (Forel, 1905)	-	-	0,79	0,79	-	-	-	-	-	-
<i>Odontomachus chelifera</i> (Latreille, 1802)	-	-	0,84	0,88	-	-	-	-	-	-
SUBFAMÍLIA PSEUDOMYRMECINAE										
<i>Pseudomyrmex gracilis</i> (Fabricius)	-	-	-	-	-	1,00	-	-	-	-
Riqueza	4	5	12	10	3	11	2	0	4	0

Cont. Tab. 18

Táxons	Parâmetros químicos de fertilidade						Parâmetros físicos de fertilidade			
	Fosfato Mehlich	pH CaCl ₂	Nitrato	Acidez trocável	Acidez Total	K	Na	MO% *	Umidade	Espessura (cm)
<i>Oxypoeus</i> sp.2	-	-0,82	-	0,82	-	-	-	-	-	-
<i>Solenopsis</i> sp.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,78	0,78
SUBAFAMÍLIA PONERINAE										
<i>Anochetus altisquamis</i> (Mayr, 1887)	-	-0,86	-	0,86	-	0,86	0,87	-	-	0,86
<i>Odontomachus affinis</i> (Guerin, 1845)	-	-0,89	-	0,89	-	0,76	0,84	-	-	-
<i>Odontomachus meinerti</i> (Forel, 1905)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,79
<i>Odontomachus chelifer</i> (Latreille, 1802)	-	-0,81	-	0,92	-	-	0,77	-	-	-
SUBFAMÍLIA PSEUDOMYRMECINAE										
<i>Pseudomyrmex gracilis</i> (Fabricius)	-0,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Riqueza	6	7	5	7	2	7	6	3	9	8

*MO%: Porcentagem de matéria orgânica

4.2.3. Influência do teor de metais total e biodisponível, e os componentes de fertilidade do solo, sobre as guildas de formigas amostradas nos diferentes sítios de coleta

Todos os táxons que possuem associação com os metais totais, metais biodisponíveis, parâmetros químicos e físicos de fertilidade do solo, foram agrupados em guildas (Tabelas 19, 20 e 21), de acordo com a classificação de Weiser & Kaspari (2006). A caracterização em guildas é usada em estudos comparativos de comunidades, identificando grupos de espécies que compartilham as mesmas síndromes comportamentais e ecológicas (SILVA, 2004), permitindo uma análise geral das comunidades do ecossistema (BEM-MOSHE *et al.*, 2001).

Comparando-se a riqueza de espécies de acordo com guildas propostas por Weiser & Kaspari (2006), observa-se que os táxons caracterizados como onívoros que forrageiam na superfície são os mais influenciados pelos teores de metais totais e biodisponíveis, e pelos parâmetros físicos e químicos de fertilidade (Tabelas 19, 20 e 21). Entretanto, de uma forma geral, os teores de metais biodisponíveis estão associados a um maior número de espécies. Os onívoros utilizam várias fontes de alimento, tais como carboidratos, proteínas, e restos de animais mortos, que estão intimamente relacionados ao solo (DELABIE *et al.*, 2000), sendo assim, é possível que esses recursos estejam presentes em maior abundância nos sítios em que haja biodisponibilidade dos metais. A forma biodisponível dos metais favorece a absorção pelas plantas e, conseqüentemente, um maior número de invertebrados, que são fontes diretas ou indiretas de alimento para formigas, poderia ser favorecido.

Metais como Mg e Mn, tanto na condição total como biodisponível, afetam um maior número de espécies; já o Ni e o Fe, apenas na forma biodisponível. Boyd (2009), em uma extensa revisão sobre a acumulação de Ni nas plantas e insetos, chegou a conclusão que esse metal pode

ter um papel ecológico importante para os insetos, pois ajudaria na defesa contra inimigos naturais.

Tabela 19. Número total de espécies de formigas de acordo com as guildas propostas por Weiser & Kaspari (2006), em relação aos metais totais.

Hábito	Forrageamento	Ca	Mg	Mn	Fe	Zn	Ni	Cu	Cr	Cd
Onívoro	superfície	2	6	6	1	4	2	2	2	1
Onívoro	desconhecido	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Predador	superfície	-	-	-	-	1	-	-	1	-
Predador	serapilheira	-	1	-	-	1	-	1	1	-
Fungívoro	superfície	-	1	1	-	-	-	-	-	-
Desconhecido	superfície	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total espécies		2	8	7	1	6	2	3	4	1

Tabela 20. Número total de espécies de formigas de acordo com as guildas propostas por Weiser & Kaspari (2006), em relação aos metais biodisponíveis.

Hábito	Forrageamento	Ca	Mg	Mn	Fe	Zn	Ni	Cu	Cr	Cd
Onívoro	superfície	2	3	7	5	1	8	2	-	4
Onívoro	desconhecido	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Predador	superfície	-	1	3	3	1	1	-	-	-
Predador	serapilheira	1	-	1	1	-	1	-	-	-
Fungívoro	superfície	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Desconhecido	superfície	1	-	-	-	-	1	-	-	-
Total espécies		4	5	12	9	2	11	2	0	4

Tabela 21. Número total de espécies de formigas de acordo com as guildas propostas por Weiser & Kaspari (2006), em relação à fertilidade do solo.

Hábito	Forrageamento	PO ₄ ³⁻	pH	Nitrito	Acidez	Acidez	Fertil	Fertil	MO%	Umidade	Espessura
		Mehlich	CaCl2		trocável	Total	K	Na			
Onívoro	superfície	5	2	4	2	2	4	3	2	7	6
Onívoro	desconhecido	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Predador	superfície	-	2	-	-	-	1	2	-	-	1
Predador	serapilheira	-	1	-	1	-	1	1	-	-	1
Fungívoro	superfície	1	-	1	-	-	-	-	1	2	-
Desconhecido	superfície	-	1	-	3	-	1	-	-	-	-
Total espécies		6	6	5	6	2	7	6	3	9	8

5. CONCLUSÕES

- O presente estudo mostra que a resposta das comunidades de formigas sob o grau de antropização dos sítios difere significativamente.
- De uma maneira geral, a subfamília Myrmicinae se mostrou a mais freqüente nos sítios urbanos contaminados por metais (Figura 8 e 9).
- A metodologia aplicada foi adequada para amostragem de formigas nos diferentes sítios, uma vez que as curvas de riqueza observada tenderam a estabilização (Figura 7).
- O transecto estudado, de acordo com as comunidades de formigas amostradas, evidencia a formação de dois agrupamentos; sendo que essa formação parece estar relacionada com a proximidade dos sítios, áreas de entorno, concentração de metais, bem pelo grau de regeneração dos mesmos (Figura 10 e 11).
- Embora haja diferença significativa na espessura da camada da serapilheira em todos os sítios (Tabela 9 e 10), a riqueza de formigas parece não ser influenciada por essa variável, pois não houve correlação significativa (Tabela 11); provavelmente outros fatores estão influenciando a riqueza observada.
- De uma maneira geral, os metais do solo, tanto na condição total como biodisponível, podem influenciar indiretamente e de forma diferenciada as comunidades. O Magnésio e Manganês foram os metais que mais apresentaram associação com os táxons de Formicidae (Tabela 16 e 17).
- Fatores físicos, tais como percentual de matéria orgânica e umidade, também influenciam as comunidades de formigas nos diferentes sítios (Tabela 18).

- Os táxons onívoros que forrageiam na superfície são os mais influenciados pelos teores de metais totais e biodisponíveis, e pelos parâmetros físicos e químicos de fertilidade (Tabela 19, 20 e 21).

REFERÊNCIAS

ABREU, C.A.; ABREU, M.F.; BERTON, R.S. (Org) **Análise química de solo para metais pesados**. Tópicos em Ciência do Solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. v.2, 2002, p.645-692.

AGOSTI, D.; MAJER, J.D.; ALONSO, L.; SHULTZ, T. EDS – **Ants: Standard methods for measuring and Monitoring Biodiversity**. Washington, Smithsonian Institution press, 2000.

ALLOWAY, B. J. **Heavy metals in soils**. Chapman & Hall, 2ª ed. Cap. 2, Soil Process and Behaviour of heavy metals, 1995. 368p.

ALONSO, L. E.; AGOSTI, D. Biodiversity Studies, Monitoring, and Ants: Na Overview, 2000. In: AGOSTI, D.; MAJER, J.D.; ALONSO, L. & SHULTZ, T. EDS – **Ants: Standard methods for measuring and Monitoring Biodiversity**. Washington, Smithsonian Institution press, 2000.

ANDERSEN, A.N. Responses of ground-foraging ant communities to three experimental fire regimes in a savanna forest of tropical Australia. **Biotropica**, v. 23, n. 4, p. 575-585, 1991.

ANDERSEN, A.N. A classification of Australian ant communities, based on functional groups which parallel plant life forms in relation to stress and disturbance. **Journal of Biogeography**. v. 22, p.15-29, 1995.

ANDERSEN, A. N. Global Ecology of Rainforest Ants: Funcional Groups in Relation to Environmental Stress and Disturbance. 2000. In: AGOSTI, D.; MAJER, J.D.; ALONSO, L.E.; SHULTZ, T.R. (eds.). **Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Washington Smithsonian Institution Press, 2000, p.25-34.

ANDERSEN, A.N.; HOFFMANN, B.D.; MÜLLER, W.J.; GRIFFITHS, A.D. Using ants as bioindicators in land management: simplifying assessment of ant community responses. **Journal of Applied Ecology**, v. 39, p. 8-17, 2002.

ANDRADE, F.V.; MENDONÇA, E.S.; ALVAREZ, V.H.; NOVAIS, R.F. Adição de ácidos orgânicos e húmicos em latossolos e adsorção de fosfato. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.27, p.1003-1011, 2003

ANT WEB. Gênero *Linepithema*. 2009. Disponível em www.antweb.org . Acesso em 10 de Outubro de 2009.

ARAÚJO, A.B.; ROSA, A.H.; ROCHA, J.C.; ROMÃO, L.P.C. Distribuição de metais e caracterização das constantes de troca entre espécies metálicas e frações húmicas aquáticas de diferentes tamanhos moleculares. **Química Nova**, v. 25, p.1103-1107, 2002.

AYRES, M.; AYRES, J.R. M.; AYRES, D.L.; SANTOS, A.S. dos. **BioEstat 5.0**: aplicações estatísticas nas áreas de Ciências Biológicas e médicas. Instituto do desenvolvimento Sustentável Mamirauá. IDSM/MCT/CNPq. 2007. 364p.

BEM-MOSHE, A.; DAYAN, T.; SIMBERFOFF, D. Convergence in morphological patterns and community organization between old and New World rodent guilds. **The American Naturalist**. v. 158, p.484-495, 2001.

BOLTON, B. Ant genera of the tribe Dacetoniini (Hymenoptera: Formicidae) (Hymenoptera: Formicidae). **Journal of Natural History**. v.33, p.1639-1689, 1999.

BOLTON, B. **Synopsis and a classification of formicidae**. Memoirs of the American Museum Entomological Institute, v. 71, p.1-370, 2003.

BOLTON, B. ALPERT, G.; WARD, P.S.; NASKRECKI, P. **Bolton's Catalogue of ants of the world**. 1758-2005. Cambridge, Harvard University Press, 2006.

BONNET, A.; LOPES, B.C. Formigas de dunas e restingas da praia Joaquina, Ilha de Santa Catarina, SC (Insecta: Hymenoptera). **Biotemas**. v.6, p.107-114, 1993

BORGES, L.P.; PEREIRA, E.R. OLIVEIRA, P.S. Variação espacial e sazonal na ecologia de forrageamento das formigas *Odontomachus chelifer* e *Pachycondyla striata* (Formicidae: Ponerinae) em Mata Atlântica. **Biológico**, São Paulo, v.69, suplemento 2, p.475-544, 2007.

BORGES JUNIOR, M.; MELLO, J.W.V. de; ERNESTO, C. Valores de referência local de avaliação da contaminação por Zinco em solos adjacentes a áreas mineradas no Município de Vazante, MG. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 32, p.2883-2893, 2008.

BOYD, R.S. High-nickel insects and nickel hyperaccumulator plants: A review. **Insect Science**, v.16, p.19-31, 2009.

BRADY, N.C. **Natureza e propriedades dos solos**, 9. ed., Livraria Freitas Bastos: Rio de Janeiro, 1979.

CAETANO, F. H.; JAFFÉ, K.; ZARA, F. J. **Formigas: biologia e anatomia**. Rio Claro: Unesp, 2002. 42p.

CALVET, R.; BOEGUOIS, S.; MSAKY, J. J. Some experiments on extraction of heavy metals present in soil. **Journal of Environmental Analytical Chemistry**, v.39, p. 31-45, 1990.

CAMPOS, R.F.; SCHOEREDER, J.H., SPERBER, C.F. Local determinants of species richness in litter ant communities (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology**, v. 41, p.357-367, 2003.

CAMPOS, R.B.F.; SCHOEREDER, J.H., SPERBER, C.F. Small-scale patch dynamics after disturbance in litter ant communities. **Basic and Applied Ecology**, v. 8, p.36-43, 2007.

CARPENTIERI-PÍPOLO; V.; GARCIA, I.P.; ASSIS, J. S., Níveis de zinco e fósforo na matéria seca do milho-doce (*Zea Mays* var. *Sacaratta*). **Acta Scientiarum**, v.3, n.20, p.297-299, 1998.

CARVALHO, K.S., VASCONCELOS, H.L. Forest fragmentation in central Amazonia and its effects on litter-dwelling ants. **Biological Conservation**. v. 91, p.151–157, 1999.

CETESB – **Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Valores orientadores para solos e águas subterrâneas no Estado de São Paulo**, Processo nº E-532-2005, 2005. Disponível em <http://www.cetesb.sp.gov.br/>. Acesso em 10 de Outubro de 2009.

CFSMG - **Comissão de Fertilidade do solo do Estado de Minas Gerais**; Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais, Viçosa, 1999.

CLESCERI L.S.E.; GREENBERG A.E.; EATON, A.D. **Standard methods for the examination of water and waste water**. 18. ed. Washington :APHA/AWWA, 1998.

COLWELL, R. K. EstimateS : Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 7.5 User's Guide and application. Disponível em: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>, 2005. Acesso em 10 de Outubro de 2009

CORREA, M.E.F.; OLIVEIRA, L.C.M. **Fauna de solo**. Aspectos gerais e metodológicos. Seropédica: Embrapa: Agrobiologia, 2000, 42p. (Documentos 112)

CORREA, M.M., W.D. FERNANDES; LEAL, I.R. Diversidade de formigas epigéicas (Hymenoptera: Formicidae) em capões do Pantanal Sul Matogrossense: relações entre riqueza de espécies e complexidade estrutural da área. **Neotropical Entomology**, v.35, p. 724-730, 2006.

COSTA, C.B. **Avaliação da consistência e evolução da reabilitação de áreas mineradoras nos aluviões do Rio Jequitinhonha com base nos condicionantes geológicos e na fauna de formigas**. Dissertação (Mestrado) Universidade federal de Ouro Preto. Escola Minas. 91f. 2007.

COSTA, W.P.LB. da; FABRICIO NETA, A.B.; CUNHA, K.V.da; SILVA, D.J. **Alterações nos Teores Totais de Cu e Zn em Solos Cultivados com Videira**.XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2009.Disponível em <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/CPATSA-2009-09/41147/1/OPB2409.pdf>. Acesso em 10 de Outubro de 2009.

DELABIE, J.H.C.; AGOSTI, D.; NASCIMENTO, I.C. Litter and comunitas communities of the Brazilian Atlantic rain forest region. 2000. In: AGOSTI, D.; MAJER, J.D.; ALONSO, L.T.; SCHULTZ, T (Ed). **Sampling ground-dwelling ants: Case studies from world's rain forest**. v.18, p.1-17, 2000.

DELABIE, J.H.C.; CÉRÉGHINO, R.; GROU, S.; DEJEAN, A.; GIRBENAU, M.; CORBARA, B.; DEJEAN, A. Ants as biological indicators of Wayana Amerindian land use in French Guiana **C. R. Biologies** v.332, p.673–684, 2009.

DELABIE, J.H.C.; FOWLER, H.G. Soil and litter cryptic ant assemblages of bahian cocoa plantations. **Pedobiologia**, v.39, p.423-433, 1995.

DIAS, R.M.S; SIMÕES, A.M.O.; SOVERAL-DIAS, J.C.; OLIVEIRA, R.; RODRIGUES, P.C.;dos SANTOS, F. Cádmiu, **Cobre, Níquel e Zinco em solos com ocupação agrícola em Portugal**, 2009. Disponível em <http://www.scielo.oces.mctes.pt/pdf/rca/v30n2/v30n2a27.pdf>. Acesso em 10 de Outubro de 2009.

DIEH, E.; SANHUDO,C.E.D; DIEHL-FLEIG, ed. Ground-dwelling ant fauna of sites with high levels cooper. **Brazilian Journal of Biology**. v.4, n.1, p.33-39, 2004.

- DOLES, J.L.; ZIMMERMAN, R.J.; MOORE, J.C. Soil microarthropod community structure and dynamics in organic and conventionally managed apple orchards in Western Colorado, USA. **Applied soil Ecology**, v.18, p.83-96, 2001.
- DYNIA, J.F.; CAMARGO, O.A. de. Retenção de nitrato num solo de carga variável, influenciada por adubação fosfatada e calagem. Notas Científicas, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.34, n.1, p.141-144, 1999.
- EEVA, T.; SORVARI, J.; KOIVUNEN, V. Effects of heavy metal pollution on red wood ant (*Formica s st.*) populations. **Environmental Pollution.**, v.132, p.533-539, 2004.
- ESC. AGRA. UFPR. **Escola Agrária Universidade Federal do Paraná**. 2009. Disponível em <http://www.escola.agrarias.ufpr.br/evolucao.html> . Acesso em 20 de Novembro de 2009.
- ESSINGTON, M.E. **Soil and Water Chemistry – an integrative approach**, Boca Raton: CRC, 2004.
- EYSINK, G.G.J.; PADUA, H.B.; PIVA-BERTOLETTI, S.A. **Ambiental Cetesb**, 2: 6, 1998.
- FAPESP. **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo**, 2009. Disponível em <http://www.bv.fapesp.br/namidia/noticia/23697/pesquisa-recupera-area-degradada/>. Consulta em 10 de Setembro de 2009.
- FERNANDEZ, F. **Introducción a las Hormigas de la región Neotropical**. Instituto de investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humbolt, Bogotá, Colômbia. XXVI, 2003, 398p.
- FERNANDEZ, F. Claves taxonómicas y la divulgación del conocimiento taxonômico em mirmecologia. **Anais do XIX Simpósio de Mirmecologia**.Ouro Preto – MG, 2009, p.1-7.
- FERREIRA, J.G.; OLIVEIRA, M.J.E. **Orienting values of quality for evaluation of the contamination in ground and water – case study**, 2006. Disponível em <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/academica/article/viewFile/9015/6313>. Consulta em 10 de Outubro de 2009.
- FOWLER, H.G.L., FORTI, C.; BRANDÃO, C.R.F.; DELABIE, J.H.C.; Vasconcelos, H.L. 1991. Ecologia nutricional de formigas, p. 131-209. In PAZZINI, A.R.; PARRA, J.R.P. (eds). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo, Manole, 359p.

FUTUYAMA, D.J. **Evolutionary Biology**. Sinderland, Massachusetts, Sinauer Associates, 1986. 600p.

GEF. Global Environment facility . **Operation Program on Sustainable Land Management**. 2003. Disponível em http://gefweb.org/Operational_Policies/Operational_Programs/OP_15_English.pdf, 14p. Acesso em 10 de Junho de 2009.

GERWECK, L.E.; KOZIN, S.V.; STOCKS, S.J. The pH partition theory predicts the accumulation and toxicity of doxorubicin in normal and low-pH-adapted cells. **British Journal of Cancer**, v.79, p. 838-842, 1999.

GLEYZES, C.; TESSIER, S.; ASTRUC, M., Trends in Analytical Chemistry, 21, 541. Chen, Z.; He, M. Sakurai, K; Kang, Y; Iwasaki; K. **Soil Science and Plant Nutrition**; v.53, p.517, 2002.

GREENSLADE, P.J.; GREENSLADE, P. Some effects of vegetation cover and disturbance on a tropical ant fauna. **Insectes sociaux**, v.44, p.545-555, 1977.

GRZES, I.M. Ant species richness and evenness increase along a metal pollution gradient in the Bolesław zinc smelter área. **Pedobiologia** v.53, p. 65-73, 2009.

GUARÇONI, A.M.; MENDONÇA, E.S. **Capacidade tampão de pH do solo e disponibilidade de fósforo pela adição de composto orgânico**, Magistra, Cruz das Almas - BA, v. 15, n. 2, 2003.

GUERRA, A.J.T. O papel da matéria orgânica e dos agregados na erodibilidade dos solos. **Anuário do Instituto de Geociências/ IGEO-UFRJ**. v.13, p.43-52, 1990

GUERRERO, F.R.; FERNÁNDEZ, F. Las hormigas del género *Linepithema* Mayr (HYMENOPTERA: FORMICIDAE: DOLICHODERINAE) en Colombia. **Biológico**, São Paulo, v.69, suplemento 2, p.475-544, 2007.

HILTY, J.; MERENLENDER, A. Faunal indicator taxa selection for monitoring ecosystem health. **Rev. Biological Conservation**, v.92, p.185-197, 2000.

HOFFMAN, B.D.; GRIFFITHS, A.D.; ANDERSEN, A.N. Responses of ants communities to dry sulfur deposition from mining emissions in semi-arid tropical Australia with implications for the use of functional group. **Austral Ecology**, v.25, p.653-663, 2000.

HÖLLDOBLER, B. & WILSON, E. O. **The ants**. Cambridge: Belknap Press. 1990. 732 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 2000**: Informações estatísticas. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/cidadesat>. Acesso em 20 de setembro de 2009.

JANSSENS, T.K.S.; ROELOFS, D.; VAN STRAALLEN, N.M. Molecular mechanisms of heavy metal tolerance and evolution in invertebrates. **Insect Science**, v. 16, p. 3-18, 2009.

KASPARI, M.; O'DONNELL, S.; KERCHER, J.R. Energy, density and constraints to species richness: ant assemblages along a productivity gradient. **The American Naturalist**, v.155, p.280-293, 2000.

KASPARI, M.; YANOVIK, S.P.; DUDLEY, R. On the biogeography of soil limitation: A study of ant communities. **PNAS**. v.105, p.17848-17851. 2008.

KENNEDY, B.P.; FOLT, C.L.; BLUM, J.D.; CHAMBERLAIN, C.P. Natural isotope markers in salmon. **Nature**, 387: 766– 767, 1997.

KING, J.R.; ANDERSEN, A.N.; CUTTER, A.D. Ant as bioindicators of habitat disturbance: validation of the functional group model for Australia humid tropics. **Biodiversity and Conservation**, v.7, p.1627-1638, 1998

LATTKE, J. Revision del genero *Gnamptogenys* Mayr en Venezuela (Hymenoptera: Formicidae). **Acta Terramaris**. v.2, p.1-47, 1990.

LANGMUIR, D. **Aquous Environmental Geochemistry**, Prentice Hall, Londres, Cap.7. 1997.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos, Rima, Cap.3, 2004.

LASSAU, S.A.; HOCHULI, D.F. Effects of habitat complexity on ant assemblage. **Ecography**, v.27, p.157-164. 2004.

LEAL, I.R. Mirmecocoria: uma importante síndrome de dispersão de semente na Caatinga. In: **Anais do XVII Simpósio de Mirmecologia: Biodiversidade e Biondicação**. Campo Grande, MS, p. 67-69, 2005.

LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. Numerical Ecology. 2. **Elservier Press**, Amsterdam, 1998

LEWINSOHN, T.M.; PRADO, P.I.K.L.; ALMEIDA, A. M. Inventários bióticos centrados em recursos: insetos fitófagos e plantas hospedeiras. In: GARAY, I.; DIAS, B.F.S. (orgs). **Conservação da biodiversidade em ecossistemas tropicais**. Ed. Vozes, Petrópolis, p. 174-189, 2001.

LONGINO, J.T. Subfamília Formicinae. 1994 In: SOLIS, A. (ed.). **Las familias de insectos de Costa Rica**. Instituto Nacional de Biodiversidad, Costa Rica, 1994. Disponível em: <http://www.inbio.ac.cr/papers/insectoscr/>. Acesso em: 02 de out. de 2009

LONGINO, J.T. *Odontomachus chelifer*. 1999. Disponível em <http://academic.evergreen.edu/projects/ants/genera/odontomachus/species/chelifer/mailto/longinoj@evergreen.edu>. Acesso em 10 de Outubro de 2009.

LONGINO, J.T. *Ants*. 2005. Disponível em www.evergreen.edu/ants. Acesso em 10 de Outubro de 2009.

LONGINO, J.T., COODDINGTON, J., COLWELL, R.K.. The ant fauna of a tropical rain forest: estimating species richness three different ways. **Ecology** v.83, p.689–702, 2002.

LÓPEZ-MORENO, I. R.; DIAZ-BETANCOURT, M. E.; LANDA, T. S. Insectos Sociales em Ambientes Antropizados: Las Hormigas de la Ciudad de Coatepec, Veracruz, México. **Sociobiology**, v. 42, n.3, p.605-622, 2003.

LUCHESE, E.B.; FÁVERO, L.O.B.; LENZI, E. **Fundamentos da Química do Solo**, Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 159p., 2001.

MACEDO, L. P. M. **Diversidade de formigas edáficas (Hymenoptera:Formicidae) em fragmentos de Mata Atlântica do estado de São Paulo**. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba. 2004. 113p.

MAGURRAN, .A.E. **Ecology diversity and its measurement**. Princeton University Press, p.179, 1988.

MAJER, J.D. Ants: bio-indicators of Minesite rehabilitation, lan use, and land conservation. **Environmental Management**, v.7, p.375-383, 1983.

MAJER, J.D., DELABIE, J.H.C., McKENZIE, N.L. Ant litter fauna of forest, forest edges and adjacent grassland in the Atlantic rain forest region of Bahia, Brazil. **Insectes Sociaux**. v.44, p.255–266, 1997.

MANTA, D.S.; ANGELONE, M.; BELLANCA, A.; NERI, R.; SPROVIERI, M. Heavy metals in urban soils: a case study from the city of Palermo (Sicily), **Italy The Science of the Total Environment** v.300, p.229–243, 2002.

MARGARELI, G; FOSTIER, A.H. Quantificação de fluxos de mercúrio gasoso na interface solo/atmosfera na bacia do rio Negro, utilizando câmara de fluxo dinâmica. **Química Nova**, 28: 968-974, 2005.

MARIANO, C.A.F.; DELABIE, J.H.C.; NASCIMENTO, I.C. Preferência de habitat dos subgêneros de *Camponotus* (Hymenoptera, Formicidae, Formicinae) na região sul da Bahia. **Anais do XVII Congresso Brasileiro de Entomologia** – RJ. p.184, 1998.

MARQUES, J.J.G.S.M.; CURI, ,N.; SCHULZE,, D.G. Trace elements in Cerrado soils. 2002.. In: ALVAREZ V., V.H.; SCHAEFER, C.E.G.R.; BARROS,, N.F.; MELLO, W.V.; COSTA, L.M. eds. **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.2. p.103-142., 2002.

McGLYN, T.P.; CARR, R.A.; CARSON,J.H.; BUMA, J. Frequent nest relocation in the ant *Aphaenogaster araneoides*: resources competition and natural enemies. **Oikos**, v.1006, p.611-621, 2004.

McGLYN, T.P.; FAWCETT, R.M.; CLARK, D.A. Litter Biomass and Nutrient Determinants of Ant Density, Nest Size, and Growth in a Costa Rica Tropical Wet Forest. **Biotropica**, v.41, n.2, p. 234–240, 2009.

McGLYN, T.P.; SALINAS, D.J. Phosphorus Limits Tropical Rain Forest Litter Fauna. **Biotropica**. v.39, n.1, p.50–53, 2007 .

McINTYRE, N. E.; RANGO, J.; FAGAN, W. F.; FAETH, S. H. Ground arthropod community structure in a heterogeneous urban environment. **Landscape and urban planning**, v. 52, p. 257-274, 2001

MORAES, A.F.V. **Abordagem da Vulnerabilidade química e risco de contaminação dos Solos por metais pesados em áreas dos municípios de Pains, Arcos e Corrego Fundo – MG**, baseada nos constituintes dos solos retentores dos metais pesados. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, Área de concentração: Geologia Econômica e Aplicada, 2007.

MOURA, A. N. - **Remediação de áreas contaminadas com metais pesados utilizando *Acidithiobacillus sp.*** -Tese (Doutorado) Escola politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. 2006. 251p.

MOURA, M.C.S de; LOPES, A.N.C.; MOITA, G.C.; MOITA NETO, J.M.; Estudo multivariado de solos urbanos da cidade de Teresina. **Química Nova**, Vol. 29, No. 3, 429-435, 2006

MOUTINHO, P.; NEPSTAD, D.C. & Davidson, E.D. Influence of leaf-cutting ant nests on secondary forest growth and soil properties in Amazonia. **Ecology**. v.84, p. 1265-1276, 2003.

NIEMI, C. J. & McDONALD, M. E. Application of ecological indicators. Annual review of Ecology, **Evolution and Systematics**, v.35, p.89-111, 2004.

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

OLIVEIRA, L.C., SERUDO, R.L.; BOTERO, W.G.; MENDONÇA, A.G.R.; SANTOS, A. dos, ROCHA, J.C.; NETO, F.da S. C. Distribuição de mercúrio em diferentes solos da bacia do médio rio negro-am: influência da matéria orgânica no ciclo biogeoquímico do mercúrio. **Química Nova**, v.30, p.274-280, 2007.

PMMC, 2009 – **Prefeitura Municipal de Mogi das Cruzes**. Disponível em http://www.pmmc.com.br/Cidade/meio_ambiente.php . Consulta em 10 de setembro de 2009.

RAIJ, B.; ANDRADE, J.C.; CANTAELLA, H.; QUAGGIO, J.A. **Análise Química para Avaliação da Fertilidade de Solos Tropicais**, Campinas: IAC, 2001.

REIS, L.L. **Monitoramento de Recuperação Ambiental de Áreas de Mineração de Bauxita na Floresta Nacional de Saracá-Taquera** - Porto Trombetas (PA). Tese (Doutorado). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) – Instituto de Agronomia. 2006, 159p.

REYES-LÓPEZ, J.; RUIZ, N.; FERNANDEZ-HAEGER, J. Community structure of ground-ants: the role of single trees in a Mediterranean pastureland. **Acta Oecologia**, v.24, p.195-202, 2003.

RIBEIRO, T.C. Inventário preliminar da mirmecofauna (Hymenoptera: Formicidae) do Jardim Botânico da Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, Rio grande do Sul. **Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil**, São Lourenço, MG, 2009.

RICKMAN, J.K.; CONNOR, E.F. The effect of urbanization on the quality of remnant habitats for leaf-mining Lepidoptera on *Quercus agrifolia*. **Ecography**, v.26, p. 777–787, 2003.

ROMERO, H.; JAFFÉ, K. A. A comparasion of methods for sampling ants (Hymenoptera: Formicidae) in Savanas. **Biotropica**, St. Louis, v.21, p.348-352, 1989.

ROTH, D. S.; PERFECTO, I.; RATHCKE, B. The effects of management systems on groundforaging ant diversity in Costa Rica. **Ecological Applications** , v. 4, n.3, p. 423-436, 1994.

SABU, T.K.; VINEESH, P.J.; VINOD, K.V. Diversity of forest litter-inhabiting ants along elevations in the Wayanad region of the Western Ghats. **Journal of Insects Science**, v.8, p.1-14, 2008.

SANTOS, A.J. Estimativas de riqueza em espécies. In: CULLEN, L.J.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PADUA, C. **Métodos de Estudos em Biologia da Conservação & Manejo da Vida Silvestre**. Universidade Federal do Paraná, 2003.

SANTOS, M.S. **Estrutura da comunidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em fragmentos de florestas semidecíduas**. Lavras, 97p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2004.

SANTOS, M.S.; LOUZADA, J.N.C.; DIAS, N.; ZANETTI, R. DELABIE, J.H.C.; NASCIMENTO, I.C. Riqueza de formigas (Hymenoptera, Formicidae) da serapilheira em

fragmentos de floresta semidecídua da Mata Atlântica na região do Alto do Rio Grande, MG, Brasil. **Iheringia, Série Zoológica**, Porto Alegre, v.96, n.1, p.95-101, 2006.

SAS. **The SAS System for Windows (Statistical Analysis System)**, versão 8.02. SAS Institute Inc, Cary, NC, USA, 2001.

SAUVÉ, S. **Speciation of metals in soil**. In: Allen, H.E. (ed.) Bioavailability of Metals in Terrestrial Ecosystems, SETAC, Pensacola, 2002.

SCHMIDT, F.A.; DIEHL, E. What is the Effect of Soil Use on Ant Communities? **Neotropical Entomology**. v.37, n.4, p.381-388, 2008.

SCHOFIELD, R. M. S.; NESSON, M. H.; RICHARDSON, K. A. Tooth hardness increases with zinc-content in mandibles of young adult leaf-cutter ants. **Naturwissenschaften**, v.89, p. 579-583, 2002.

SCOTT, J.M.; CSUTI, B.; JACOBI, J.D.; ESTES, J. E. Species richness. A geographical approach to protecting future biological diversity. **Bioscience**, v. 37, p. 782-788, 1987.

SIEGEL, S. **Estatística não paramétrica para ciências do comportamento**. McGraw – Hill do Brasil, 1975.

SILVA, A.C.; TORRADO, P.V.; ABREU JUNIOR, J. de S.; Método de quantificação da matéria orgânica do solo. **R. Un. Alfenas**, Alfenas, v.5, p.21-26,1999.

SILVA, A.F.S.; MEIRELES, B.; ROSA, J.S.; OLIVEIRA, M.W.; MORINI, M.S.C.; OLIVEIRA, A.F. Evaluation to the level of metals in *Camponotus rufipes* (Hymenoptera: Formicidae) collected in different environments. **Sociobiology**. n.47, v.2: p.293-304. 2006.

SILVA, C.S. da; PEDROZO, M.de F.M.; **Ecotoxicologia do Cromo e seus compostos**. Série Cadernos de Referência Ambiental, v.5. 2001. Disponível em http://www.intertox.com.br/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=66&Itemid=9 8. Consulta em 10 de Outubro de 2009.

SILVA, R. R. **Estrutura de guildas de formigas (Hymenoptera: formicidae) de serapilheira em quatro áreas de Floresta Atlântica do sul e sudeste do Brasil**. São Paulo. Tese (Mestrado), 2004.

SILVA, R.R.; FEITOSA, R.S.M.; EBERHARDT, F. Reduced ant diversity along a habitat regeneration gradient in the southern Brazilian Atlantic Forest, *Forest Ecology and Management* v.240, p. 61–69, 2007a.

SILVA, R.R.; BRANDÃO, C.R.F; FEITOSA, R.M.; SCOTT-SANTOS, C.P. Riqueza, composição e caracterização do espaço morfológico da fauna de formigas de serapilheira ao longo da Mata Atlântica. **Biológico**, São Paulo, v.69, suplemento 2, p.289-290, 2007b.

SILVA, R.R.; SILVESTRE, R. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em Seara, oeste de Santa Catarina. **Biotemas**, v.13, n.2, p.85-102, 2000.

SILVA, R.R.; SILVESTRE, R. Riqueza da fauna de formigas (Hymenoptera: Formicidae) que habita as camadas superficiais do solo em Seara, Santa Catarina. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v.44, n.1, p.1-11, 2004.

SILVESTRE, R. Modificações na estrutura da comunidade reveladas pelo modelo de guildas. In: **Anais do XVII Simpósio de Mirmecologia: Biodiversidade e Biondicação**. Campo Grande, MS, p. 75-78, 2005.

SILVESTRE, R.; SILVA, R. R. da. Guildas de formigas da Estação Ecológica Jataí, Luiz Antônio – SP. Sugestões para aplicação do modelo de guildas como bio-indicadores ambientais. **Biotemas**, v.14, n.1, p. 37-69, 2001.

SOARES, S.M.; SHOEREDER, J.H.; Ant-nest distribution in a memnant of tropical rainforest in southeastern Brazil. **Insects Sociaux**, v.48, p.280-286, 2001.

SOARES, C.R.F.S.; ACCIOLY, J.O.; MOREIRA, F.M.S. Diagnóstico e reabilitação de área degradada pela contaminação por metais pesados. In: **Anais Simpósio Brasileiro de Recuperação de Áreas Degradadas**, Lavras, p.1-9, 2002.

STATOF BRASIL. **Manual do Usuário, STATÍSTICA**, versão 6.0, São Caetano do Sul-Brasil, 2001.

TESSIER, A.; CAMPBELL, P. G. C.; BISSON, M. Sequential Extraction Procedure for the Speciation of Particulate Trace Metals. **Analytical Chemistry**, v.51, p. 844-851, 1979.

THEUNIS, L.; GILBERT, M.; ROISIN, Y.; LEPONCE, M. Spatial structure of litter-dwelling ant distribution in a subtropical dry forest. **Insect Sociaux**, v.52, p.366-377, 2005.

THOMAS, G.M. **BioDap**. A biodiversity analysis package, 2000. Disponível em: http://nhsbig.inhs.uiuc.edu/www/populations/bio-dap_readme.html/ Acesso em 10 de abril de 2009.

UNDERWOOD, E. C. & FISCHER, B. L. The role of ants in conservation monitoring:if when, and how. **Rev. Biological Conservartion**, v.132, p.166-182, 2006.

VALENTIN, C.L. SOLAR, R.R.; SCHMIDT, F.A.; RIBAS, C.R., SHOEREDER, J.H. Formigas como Bioindicadoras de impacto ambiental causado por arsênio. **Biológoco**. V.69, suplemento 2, p.297-300. 2007.

VASCONCELOS, H.L. Effects of litter collection by understory palms on the associated macroinvertebrate fauna in Central Amazonia. **Pedobiologia**, v.34, p.157-160, 1990.

VASCONCELOS, H.L. Effects forest disturbance on the structure of ground-foraging ant communities in Central Amazonia. Biodiversity and Conservation. **Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands**. v.8, p.409-420., 1999.

WALL, D.H.; MOORE, J. C. Interactions underground. **Bioscience**, v.49, p.109-117, 1999.

WARD, P.S. Broad – Scale Palterns of Diversity leaf litter Ant Communités. p.99-121, 2000. In: AGOSTI, D.; MAJER, J. D.; ALONSO, L. E.; SCHULTZ, T. R. **Ants standard methods for measuring and monitoring biodiversity. Biological diversity handbook**. 2000, 280 p.

WEISER, M.D.; KASPARI, M. Ecological morphospace of New World ants. **Ecological Entomology**. v.31, p.131–142, 2006.

WILSON, E. O. **The insect societies**. Harvard University press, Cambrigde, Mass, 1971.

WILSON, E.O. Which are the most prevalent ant genera. **Studia Entomologica**.v.19, n.1/4, p.187-200, 1976.

WILSON, E.O. The little things that run the world: the importance and conservation of invertebrates. **Conservation Biology**. v.1, p.344-346, 1987.

WILSON, E.O. ***Pheidole* in the New World, a dominant, hyperdiverse ant genus**. Massachusetts: Harvard University Press, 2003. 794p.

WINK, C.; GUEDES, J. V. C.; FAGUNDES, C. K.; ROVEDDER, A. P. Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental. **Rev. Ciências Agroveterinárias** v.4 n.1 p.60-71, 2005.

YPTE, 2009; **Pitfall trap**. Disponível em <http://www.ypte.org.uk/environmental/minibeasts/30> Consulta em 13 de Março de 2009.

ZANELLO, S.; MELO, V. de F.; WOWK, G.I.T. Mineralogia e teores de Cromo, Níquel, Zinco e Chumbo nos solos no entorno do aterro sanitário da Caximba em Curitiba – PR. **Scientia Agrária** ISSN 1519-1125 (printed) and 1983-2443 (on-line), 2009.

ZUBILLAGA, M.S.; BRESSAN, E.; LAVADO, R.S.L. Heavy metal mobility in polluted soils: effect of different treatments. **American Journal of Environmental Sciences**, p.620(5), 2008.

APÊNDICE A - Valores da análise de variância Kruskal-Wallis efetuada para o teor de metais totais e biodisponíveis, e os componentes químicos e físicos de fertilidade do solo presentes nos diferentes sítios de coleta.

Tabela 1. Valores da análise de variância Kruskal-Wallis efetuada para o teor de metais totais presentes nos sete sítios de coleta (df:6).

		Metais Totais								
		Ca	Mg	Mn	Fe	Zn	Ni	Cu	Cr	Cd
Kruskal - Wallis		5.6000	6.4000	10.4000	6.5714	12.6286	6.2544	12.0407	10.2286	3.7700
	<i>p</i>	0.4695	0.3799	0.1088	0.3623	0.0493	0.3953	0.0611	0.1154	0.7078

Tabela 2. Valores da análise de variância Kruskal-Wallis efetuada para o teor de metais biodisponíveis presentes nos sete sítios de coleta (df:6).

		Metais Biodisponíveis								
		Ca	Mg	Mn	Fe	Zn	Ni	Cu	Cr	Cd
Kruskal - Wallis		8.9143	7.0857	5.2000	2.9143	10.6663	0.8841	10.1714	0,0000	0.8557
	<i>p</i>	0.1785	0.313	0.5184	0.8195	0.0993	0.9896	0.1176	1,0000	0.9905

Tabela 3. Valores da análise de Kruskal – Wallis para os componentes químicos e físicos de fertilidade do solo presentes nos sete sítios de coleta (df:6).

		Parâmetros químicos de fertilidade					Parâmetros físicos de fertilidade					
		Fosfato total	PO ₄ ³⁻ Melich	pH	Nitrato	Acidez trocável	Acidez total	K	Na	MO%	Umidade	Espessura
Kruskal - Wallis		2	2.6286	11.3714	3.0857	8.7056	10.1143	1.2571	1.4956	10.3429	11.9752	0,0000
	<i>p</i>	0.9197	0.8538	0.0776	0.798	0.1908	0.1199	0.974	0.9598	0.9598	0.0625	1,000

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)