

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ - UNESPAR

COLEGIADO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

COMPOSIÇÃO DA ASSEMBLEIA DE FORMIGAS (HYMENOPTERA, FORMICIDAE)

EM ÁREA DE AGRICULTURA

SANDRA MARA CHANEIKO

UNIÃO DA VITÓRIA- PR

2014

SANDRA MARA CHANEIKO

COMPOSIÇÃO DE ASSEMBLEIA DE FORMIGAS (HYMENOPTERA, FORMICIDAE)
EM ÁREA DE AGRICULTURA.

Projeto apresentado ao Curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual do Paraná, campus de União da Vitória, Estado do Paraná, como requisito inicial à obtenção do título de licenciada em Ciências Biológicas.

Orientadora: Profª Dra Daniela Roberta Holdefer

UNIÃO DA VITÓRIA- PR

2014

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	4
2 PROBLEMA	6
3 HIPÓTESES	7
4 JUSTIFICATIVA	8
5 OBJETIVOS	10
5.1 Objetivo geral	10
5.2 Objetivos específicos	10
6 REVISÃO DA LITERATURA	11
6.1 Hymenoptera formicidae	11
6.2 Fatores ambientais que afetam a mirmecofauna e sua diversidade	13
6.4 uso de armadilhas do tipo “ <i>pit fall</i> ” como métodos de amostragem de formigas de solo	15
7 MÉTODOS	16
7.1 Áreas de coleta	17
7.2 Métodos de coleta	18
7.3 tratamento dos dados	19
8 CRONOGRAMA	21
9 ORÇAMENTO	22
REFERÊNCIAS	23

1 INTRODUÇÃO

Desde o final da década de 80 e a partir da década de 90, verificou-se a preocupação com a conservação do meio ambiente e com a melhoria da qualidade de vida dos atuais e futuros habitantes do planeta. No entanto, os discursos transformam-se em ações num ritmo bem mais lento (TASSARA; SORRENTINO, 2009).

No atual contexto de desenvolvimento global, marcado pelo grande avanço tecnológico, aumento na produção e consumo, ocorrendo de forma desigual e a qualquer custo, assistimos frequentemente a casos de degradação ambiental. Essa degradação se reflete na perda da qualidade de vida, destruição de habitats e conseqüente redução da biodiversidade (KLAUCK, 2010).

As ações antrópicas não fundamentadas em princípios de sustentabilidade fragmentam florestas e campos devido, por exemplo, à ampliação das fronteiras agrícolas pela exigência de maior produção em função do crescente aumento populacional (WINK, 2005). No Brasil, em 2013 a área de cultivo foi de 52,8 milhões de hectares, apresentou acréscimo de 8,1% frente à área colhida em 2012 (IBGE, 2014).

O manejo destes agroecossistemas de forma inadequada pode promover a degradação do meio ambiente, com perda na capacidade produtiva dos solos (PEIXOTO, 2013; NAIME, 2001). Existem graves quadros de deterioração do solo e do meio ambiente provocados por atividades agrícolas (PATERNIANI, 2001). Um dos fatores é o uso intensivo de pesticidas que tem, reconhecidamente, promovido diversos problemas de ordem ambiental, como a contaminação dos alimentos, do solo, da água e dos animais; a intoxicação de agricultores; a resistência de patógenos, de pragas e de plantas invasoras a certos pesticidas; o desequilíbrio biológico, alterando a ciclagem de nutrientes e da matéria orgânica; a eliminação de organismos benéficos; e a redução da biodiversidade (MICHEREFF; BARROS, 2001).

Uma das formas de detectar e monitorar os padrões de mudança na biodiversidade provocados por ações humanas é utilizar espécies, ou grupo de espécies, que funcionam como bioindicadoras de degradação ambiental. Vários grupos de insetos têm sido utilizados para isso, entre os quais estão os Formicidae (SANTOS, et. al., 2006). Estes apresentam alto potencial de empregado devido a sua grande importância ecológica, distribuição geográfica ampla, alta riqueza local e regional, dominância numérica, taxonomia e ecologia relativamente bem conhecidas, além de sensíveis a mudanças na condição do ambiente e facilmente amostradas (ALONSO; AGOSTI, 2000).

Diante do exposto pretende-se conhecer e comparar a riqueza e diversidade da assembléia de formigas presentes em área de vegetação nativa preservada dentro da formação Ombrófila Mista e área de agricultura convencional inserida na mesma formação vegetacional.

2 PROBLEMA

As atividades antrópicas sobre os ecossistemas, dentre elas a agricultura mecanizada e o predomínio das monoculturas, tem contribuído para a degradação dos solos, como consequência do uso intensivo e inadequado dos ambientes naturais acarretam a perda de biodiversidade presente no solo (QUEIROZ, et al., 2006), destacando-se aquela relativa a mirmecofauna (PHILPOTT et al., 2006).

As formigas (Hymenoptera, Formicidae) são um dos grupos de invertebrados com papel importante na natureza (SILVA, 2006). Estes apresentam uma grande diversidade de espécies, sendo um grupo dominante da fauna terrestre, desempenhando papéis diversos no ambiente, tais como: degradação de matéria orgânica, reciclagem de nutrientes, remoção de sementes e influencia nos processos de regeneração florestal.

Elas são fortemente associadas à vegetação e respondem rapidamente a variações ambientais. (ANDERSEN, 1990; FOWLER et al., 1991; LEVEY e BYRNE, 1993). Dessa forma são influenciadas pela estrutura dos habitats em que se encontram, que afeta diretamente os padrões, a composição das comunidades, e a riqueza de espécies (DELABIE et al., 2006). Alguns eventos podem contribuir para esta perda de diversidade, como é o caso da ocupação pelas comunidades humanas, que contribui para esse processo, pois varia de forma espacial e temporal, mas obedece a um mesmo padrão, retirada da formação vegetacional original, seguida da ocupação por lavouras (PRIMACK; RODRIGUES, 2001).

A composição da fauna de formigas do solo reflete o funcionamento do ecossistema, visto que ela exerce um papel fundamental na fragmentação do material vegetal e na regulação indireta dos processos biológicos do solo, estabelecendo interação em diferentes níveis com os microrganismos (CORREIA, 2002) e seu estudo é importante para a compreensão ecológica do funcionamento edáfico, já que o desequilíbrio destas comunidades pode resultar em desastres como a explosão de pragas ou a destruição da estrutura física do solo e conseqüente perda da fertilidade e da capacidade produtiva (BROWN, 2001).

3 HIPÓTESES

HIPÓTESE 01

Está ocorrendo perda de diversidade de formigas (Hymenoptera, Formicidae) em área de agricultura devido o manejo do solo e o uso intenso de agrotóxicos.

HIPOTESE 02

Não está ocorrendo perda de diversidade de formigas (Hymenoptera, Formicidae) em área de desenvolvimento de agricultura.

4 JUSTIFICATIVA

A agricultura apresenta um papel de suma relevância na economia do país, pois é responsável pela alimentação da população (OLIVEIRA, et al., 2011). Seu crescimento e desempenho na Balança Comercial têm sido pontos marcantes sobre a economia do país.

O Brasil apresenta área agricultável utilizada em 65 milhões de hectares ou 7,6 % do território nacional (ANAPA, 2013). Porém, as tecnologias e os sistemas de produções agrícolas causam alterações no meio ambiente. A aplicação de adubos e corretivos, além de outras práticas de manejo, trazem alterações químicas e físicas à camada superficial do solo. Da mesma forma, a mecanização do sistema também contribui para a eutrofização, pois causa um aumento da densidade do solo, redução da macroporosidade e degradação de sua estrutura, levando, em algum momento, à inviabilidade da produção agrícola, o que caracteriza um avançado estágio de degradação (SILVA, et al., 2011).

Essas alterações afetam a base de recursos naturais do solo e causam impactos (ROMEIRO; REYDON; LEONARDI, 1997). Uma das formas de medir impactos ambientais é com o uso de bioindicadores, que consiste na avaliação das respostas morfológicas, fisiológicas e populacionais de um ou mais organismo para avaliar as mudanças ambientais em um sistema biótico (NOSS, 1990).

Diversos autores sugerem o uso de formigas como bioindicadores, pois além de responderem ao estresse do meio, apresentam ampla distribuição e abundância local, alta riqueza de espécies, são facilmente amostrados e sua identificação é relativamente fácil (ALONSO; AGOSTI, 2000).

Os formicídeos exercem grande influencia na qualidade do solo, pois removem constantemente o solo trazendo partículas que são distribuídas por toda a superfície, estão envolvidas na decomposição de substâncias orgânicas contribuindo para a ciclagem de nutrientes, atuam ainda, na polinização e dispersão de sementes, sendo importantes, no repovoamento vegetal em áreas de mineração (CAMPOS; FARINHA, 1997).

Outro aspecto relevante na relação inseto-planta é que as formigas arbóreas na defesa de suas colônias podem exercer um papel de protetoras das plantas contra herbivoria, aumentando o potencial reprodutivo da planta (SILVESTRE, 2000). A participação das formigas na cadeia alimentar também consiste em outra função essencial deste grupo nos ambientes terrestres, pois, estão entre os principais predadores de insetos e pequenos

invertebrados e também são herbívoros fortemente destrutivos (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990).

A que se considerar ainda o tamanho do grupo. Estima-se que existam 20.000 espécies em todo mundo, das quais 11.000 espécies foram descritas. A família Formicidae possui atualmente 18 subfamílias no mundo sendo que 10 estão representadas na região Neotropical (HOLLDOBLER; WILSON, 1990), destas, no Brasil, são encontradas 14 subfamílias (FERNÁNDEZ; SENDOYA, 2004).

Embora estas citações destaquem a importância de formigas em termos de número e abundância de espécies e seus papéis nos ecossistemas, percebe-se que as formigas não estão incluídas, no contexto ecológico (PIANKA, 1988) ou relacionadas com a conservação (MEFFE; CARROLL, 1997), sendo dificilmente mencionadas nos livros de ecologia do solo (KILLHAM, 1994).

Desta forma há muitas perguntas que ainda precisam ser abordadas a fim de compreender o papel da biodiversidade de formigas no funcionamento do solo e dos agroecossistemas, bem como conhecer melhor as espécies presentes em cada hábitat e de que forma podem ter a sua diversidade e atividade alterada devido a perturbações locais. Estas perguntas só serão respondidas mediante a ampliação do conhecimento relativo ao grupo.

5 OBJETIVOS

5.1 Objetivo geral:

- Reconhecer a composição da assembleia de formigas (Hymenoptera, Formicidae), presente em áreas naturais e alteradas pela agricultura convencional.

5.2 Objetivos específicos

- Identificar a diversidade e riqueza de formicideos presentes em área de agricultura convencional e em área de vegetação permanente.

- Comparar a composição da assembleia de formigas de áreas naturais e de agricultura comercial.

- Verificar se há perda de diversidade e riqueza de formigas entre as áreas de estudo e quantificá-las.

- Reconhecer a estrutura dos grupos funcionais presentes nas duas áreas de coleta de material biológico.

6 REVISÃO DA LITERATURA

6.1 Hymenoptera, Formicidae

As formigas são insetos sociais que vivem em colônias formadas por castas e são provavelmente os mais bem sucedidos de todos os grupos de insetos (BORROR; DELONG, 1969). O sucesso da Família Formicidae pode ser atribuído principalmente ao fato de terem sido o primeiro grupo predador social a explorar o solo e a vegetação, e, também, ao refinamento de suas especializações que consistem em grupos de indivíduos executando a mesma tarefa (DIEHL; FLEIG, 1995). Os formicídeos habitam diversos habitats, podendo ser encontrados em uma variedade de locais, desde desertos a florestas úmidas (KASPARI, 2000).

A construção de seus ninhos pode se dar em troncos, no solo ou em galhos de árvores (FERNÁNDEZ, 2003). No ambiente terrestre, esses insetos ocupam quase todos os nichos disponíveis, nidificando nas copas das árvores a alguns metros de profundidade no solo (SILVESTRE, 2000). São animais que possuem uma alimentação variada, incluindo material de origem animal e vegetal existindo grupos de formicídeos com dieta especializada (DIEHL; FLEIG, 1995). Estima-se que existam entre 15.000 a 20.000 espécies de formigas em todo o mundo (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990). Na região Neotropical, são conhecidas cerca 3.100 espécies de formigas (FERNÁNDEZ, 2003). No Brasil, ocorrem cerca de 2.000 espécies descritas, sendo que destas, apenas algumas dezenas são consideradas pragas (BUENO; CAMPOS; FARINHA, 1999). Por se tratar de um grupo abundante, diverso e com grande plasticidade comportamental, as formigas exercem importantíssimo papel ecológico na dinâmica do ambiente (SILVESTRE, 2000).

A família Formicidae está relacionada com inúmeros processos importantes em ambientes terrestres, agindo como herbívoros, polinizadores, dispersores de sementes e predadores. Além disso, exercem relações mutualísticas com plantas e homópteros e contribuem como biomassa alimentar para níveis tróficos superiores. Logo, são fundamentais nos sistemas em que se encontram (FREITAS; FRANCINI; BROWN JR., 2006). Campos-Farinha et al. (1997), comparam as ações das formigas com as das minhocas, uma vez que removem constantemente o solo trazendo partículas que são distribuídas por toda a superfície. Os autores ressaltam a importância das formigas na decomposição de substâncias orgânicas contribuindo para a ciclagem de nutrientes. Elas atuam ainda, na polinização e dispersão de

sementes, sendo importantes, no repovoamento vegetal em áreas de mineração (CAMPOS; FARINHA, 1999).

Outro aspecto relevante na relação inseto-planta é que as formigas arbóreas na defesa de suas colônias podem exercer um papel de protetoras das plantas contra herbivoria, aumentando o potencial reprodutivo da planta (SILVESTRE, 2000). A participação das formigas na cadeia alimentar também consiste em outra função essencial deste grupo nos ambientes terrestres, pois, estão entre os principais predadores de insetos e pequenos invertebrados e também são herbívoros fortemente destrutivos (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990). Para Steffens et al. (2005), a maior fonte de proteínas para as colônias podem ser provenientes da notável predação de outros artrópodes, inclusive insetos.

6.2 Fatores ambientais que afetam a mirmecofauna e sua diversidade

Diversos fatores ambientais podem ser avaliados para explicar o número de formicídeos, sua presença ou ausência em determinados locais de estudo (FREITAS; FRANCINI; BROWN JR., 2006). Para Kaspari (2000) os fatores abióticos como temperatura e umidade, podem regular o acesso dos formicídeos aos recursos (alimento e lugares para nidificação). O autor relata que a abundância de água na vegetação diminui as atividades das formigas, em especial as formigas de pequeno porte.

A complexidade estrutural também influencia a superfície de forrageamento e a habilidade de captura de alimento (ANDERSEN, 2000). Della-Lucia et al. (1982) ressalta que a estrutura do dossel, luminosidade e o espaçamento entre plantas podem afetar as comunidades de formicídeos. Dessa forma, mudando a natureza do dossel pode-se mudar a espécie de formiga dominante, mas, em geral, há estabilidade e diversidade, não ocorrendo flutuações no total de espécies.

Habitats complexos estruturalmente abrem oportunidade de instalação e sobrevivência de maior número de espécies decorrente do aumento da capacidade de suporte do meio, representado pela maior variedade de recursos disponíveis, alimentação e esconderijos (LAWTON, 1983).

Com relação à influência dos fatores abióticos na flutuação populacional de insetos, Lara (1992) ressalta que a umidade se manifesta de forma direta (precipitação) e indireta (umidade do ar e do solo, evaporação e disponibilidade de água) e pode influenciar a vida dos insetos de forma geral, visto que, possuem certas preferências, de modo a evitarem um excesso de água

ou uma seca. Os formicídeos também são afetados por fatores como altitude, latitude e condições climáticas, como temperatura e umidade, que podem influenciar na riqueza e composição de espécies (ALBUQUERQUE; DIEHL 2009).

6.3 O uso de formigas como bioindicadores

Bioindicadores são organismos vivos, ou processos biológicos, utilizados para avaliar os impactos ambientais e monitorar a recuperação do meio ambiente (LOUZADA; SANCHES; SCHILINDWEIN, 2000). Tais organismos devem ser sensíveis às alterações ambientais para que possam ser utilizados no monitoramento ambiental (WINK et al., 2005). A bioindicação se fundamenta no princípio de que os sistemas biológicos possuem um estado de estabilidade elevada e um equilíbrio dinâmico (SILVESTRE, 2000). Desta forma, o bioindicador irá refletir as alterações de um sistema através de sua presença, abundância e/ou comportamento no ambiente (CALLISTO; MORENO, 2006).

Os organismos bioindicadores podem ser agrupados em três categorias (MCGEOCH 1998): (1) indicadores ambientais – espécie ou grupo de espécies, que responde previsivelmente à perturbação ambiental ou a alguma mudança nas condições do ambiente, de forma facilmente observável e quantificável; (2) indicadores ecológicos – grupo que possui sensibilidade a fatores de estresse ambiental identificados, que demonstra o efeito desses fatores na biota, e cuja reposta é representativa de pelo menos um subconjunto de outros taxa presente no habitat; e (3) indicadores de biodiversidade – um grupo de taxa (gêneros, tribo, família ou ordem), ou um grupo funcional, cuja diversidade reflete alguma medida da diversidade (riqueza, endemismo, dentre outros) de outros taxa superiores em um habitat ou conjunto de habitats.

Os bioindicadores foram inicialmente utilizados em trabalhos referentes à ambientes aquáticos (FREITAS et al., 2006). No entanto, esta prática está cada vez mais difundida em ambientes terrestres (MAJER, 1983; ANDERSEN, 1997; DELABIE; AGOSTI; NASCIMENTO, 2000; MACEDO, 2004; WINK et al., 2005).

Diante desse contexto, o uso de bioindicadores é de grande importância, torna-se ainda mais eficiente quando desenvolvido como formicídeos, pois possuem a taxonomia resolvida, apresentam grande diversidade ecológica e são fáceis de ser amostrados (FREITAS et al., 2006).

Bioindicadores podem ser úteis para indicação do equilíbrio ambiental dos solos, ou seja, por meio de características de grupos de organismos específicos que proporcionam uma medida do grau de alteração ou fragmentação de um local (WINK et al., 2005). Como exemplo de tal pode-se citar o uso bioindicadores no meio rural, que podem ser empregados para a avaliação de impactos ambientais (provocados por práticas agrícolas), para a avaliação da qualidade da água e para o monitoramento ambiental (LOUZADA; SANCHES; SCHILINDWEIN, 2000).

As formigas se constituem, dentre os insetos, um grupo importante no monitoramento ambiental (FRANCINI; BROWN JR., 2006). Estas são um dos grupos de organismos capazes de permitir avaliação das modificações sofridas nos meios naturais graças à sua onipresença e a facilidade com que são coletadas (NASCIMENTO; DELABIE, 1999). Dentre os atributos que as tornam ideais para a bioindicação, destacam-se a presença em diversos habitats, distribuição em todo o mundo, a alta diversidade, constituição de um grupo numericamente abundante, são relativamente fáceis de coletar, existe um conhecimento taxonômico, são sensíveis às mudanças ambientais, exercem importantes funções ecológicas (incluindo interações com outros organismos em cada nível trófico), e, ainda, possuem hábitos de nidificação estacionários que permitem a reamostragem ao longo do tempo (ALONSO; AGOSTI, 2000). Logo, a presença ou a ausência de determinadas espécies da mirmecofauna pode fornecer uma indicação de várias características do ambiente (DIEHL-FLEIG et al., 1999).

6.4 Uso de armadilhas do tipo “*pit fall*” como métodos de amostragem de formigas de solo

As armadilhas de queda constituem uma metodologia amplamente utilizada em estudos de formicídeos (GARCÍA; LÓPEZ, 2001). Uma armadilha de queda do tipo *pitfall*, em geral, consiste em um recipiente de superfície interna lisa, perpendicular, que podem ser confeccionadas de plásticos. Estas armadilhas devem ser enterradas rentes ao solo, de maneira a capturar as formigas ao seu redor e para que elas fiquem presas, as armadilhas devem ser preenchidas a um terço de seu volume, com um composto líquido contendo água, detergente e álcool. Os tamanhos podem variar, mas a profundidade mínima deve ser de 10 cm, pois os muito pequenos são difíceis de manejar (SARMIENTO, 2003).

Fernades et al. (2004) estudando diâmetro de armadilhas *pitfall* para coleta de formicídeos concluíram que o diâmetro interno da parte superior da armadilha exerce

influência na quantidade de espécimes capturados, maiores diâmetros tendem a coletar maior número de indivíduos. As armadilhas *pitfall* podem conter iscas que devem ser fixadas mediante o auxílio de um arame preso na parte interna e acima do nível do líquido, sendo que as mesmas devem ser centralizadas e estarem na altura da borda da armadilha, evitando qualquer contato com as laterais. O tipo de isca colocada pode determinar o tipo de formigas atraídas (SARMIENTO, 2003).

De acordo com Silvestre (2000) uma técnica de amostragem que vem sendo frequentemente utilizada para se estimar a riqueza de formigas de uma localidade é o registro da frequência das espécies atraídas às iscas, como a de atum, sardinha, geléia, mel, etc. que mimetizam fontes naturais de proteínas, carboidratos e gorduras. Estas iscas simulariam, por exemplo, uma ave ou um inseto morto, a carcaça de um mamífero ou mesmo o néctar das flores.

As espécies que tendem a visitar as fontes artificiais de alimento são as de comportamento generalistas, as quais, comumente exploram qualquer novo tipo de recurso disponível em sua área de forrageamento. Porém, tais espécies representam uma parcela significativa da comunidade, e, através da utilização de iscas, diversos padrões ecológicos podem ser avaliados dentro de uma comunidade, servindo como método de comparação entre localidades, principalmente por ser facilmente medido em termos quantitativos (frequência de registros) (SILVESTRE, 2000).

Com relação à disposição das armadilhas, Sarmiento (2003), recomenda utilizar transectos lineares simples por serem mais eficientes, e as unidades amostrais devem ser distribuídas a cada 10 metros. De acordo com Ré (2007), o sucesso da utilização de *pitfalls* se dá pela adequada montagem: (a) ter cuidado para que a perfuração da área circundante seja mínima, durante a escavação para enterrar a armadilha; (b) quando a armadilha estiver enterrada deve-se simular o ambiente original espalhando de maneira uniforme a serapilheira no entorno da armadilha e proporcionando que as formigas circulem pela área; (c) para evitar a perturbação local após a instalação das armadilhas deve-se aguardar alguns dias para colocar o líquido preservante; (d) deve-se ter cuidado com a queda de material dentro das armadilhas, no momento de sua colocação ao solo, de modo a deixar o líquido mais limpo, facilitando a separação da amostra, após o período de coleta. Segundo Albuquerque e Diehl (2009), técnicas como armadilhas *pitfall* e iscas de sardinhas fornecem informações quantitativas que permitem estabelecer a abundância das espécies, estimar a riqueza e fazer comparações com dados de outras áreas ou regiões.

7 MÉTODOS

7.1 Áreas de coleta

As coletas serão realizadas em áreas localizadas no Município de Mallet (25°52'40" S, 50°49'15" O) (Figura 1), estando a uma altitude de 901 metros, localizado na região Sul do Paraná, que apresenta o clima subtropical úmido sem estação seca, com a temperatura média do mês mais quente, inferior a 22°C, e a do mês mais frio, superior a 10°C (MAACK, 1968).

Nessa região o volume de chuvas apesar de ser bem distribuído ao longo do ano, indica intensidades diferentes. Na primavera e no verão as chuvas que atingem a região Centro-Sul do Paraná tendem a ser convectivas que se caracterizam como chuvas de pouco volume em um curto espaço de tempo (ANTONELI, 2011).

A geologia está sobre a Formação Rio do Rastro, o qual é constituído de siltitos e argilitos avermelhados com arenitos finos intercalados, essencialmente arenosos, de cores variadas (MINEROPAR, 2012).

A área de agricultura que será utilizada para realização das coletas está situada no distrito de Dorizon, localizada a aproximadamente 14 quilômetros da cidade de Mallet, medindo 9,68 hectares, onde a pratica da agricultura persiste por em média 50 anos, sempre da forma convencional. Ao longo desse período esta área foi destinada a diversos tipos de culturas, como o feijão (*Phaseolus vulgaris*), milho (*Zeamays*), arroz (*Oryza sativa*), fumo (*Nictianatabacum*) e a que permanece atualmente, a soja (*Glycinemax*).

A fim de obter dados comparativos para estabelecer o grau de perda de diversidade biológica de área de agricultura, será utilizada uma área de conservação permanente, pertencente a da Reserva da ARIE - Área de Relevante Interesse Ecológico da Serra do Tigre, localizada na Linha Oeste Uma, Distrito de Dorizon, no município de Mallet – PR, com 32,90 hectares de vegetação (SIA PARANÁ, 1990), que apresenta vegetação do tipo Ombrófila Mista. A distância entre as duas áreas de coleta é de aproximadamente 14 KM.



Figura 1.: Em “A” localização dentro do estado do Paraná das áreas de coleta. Em “B” localização das áreas de coleta no município de Mallet.

7.2 Métodos de coleta

Serão realizadas quatro eventos de coletas em cada área de estudo, sendo uma em cada estação do ano, dessa forma nos meses de julho (inverno), outubro (primavera), dezembro (verão) e abril (outono).

Em cada área amostral serão definidos quatro transectos de 100 m, com espaçamento de 12 m entre eles. No primeiro transecto serão distribuídas dez armadilhas de solo tipo *pitfall* com iscas de sardinha, a intervalos de 10 m. No segundo, as armadilhas também serão distribuídas a intervalos de 10 m, mas sem a utilização de iscas, totalizando, desta forma, 40 armadilhas por área (FONSECA; DIEHL, 2004).

Os *pit falls* serão confeccionados de garrafas “Pet”, tendo 16 cm de altura e 9,5 cm de diâmetro (SILVA, 2006). Estes serão enterrados verticalmente no solo, de forma que a borda superior fique rente à superfície. Será adicionado ao pote 100 mL de uma solução com álcool a 70% e detergente (utilizado para quebrar a tensão superficial do líquido). Os quais receberão uma cobertura de um prato plástico com 20 cm de diâmetro, suspenso por palitos de madeira com aproximadamente 15 cm, para impedir ou diminuir a entrada de água no período das chuvas (ANDRADE, 2012).

No centro do prato será fixado um barbante contendo papel alumínio com sardinha enlatada em óleo comestível (Figura 2). A cobertura de prato descartável também será utilizada para as coletas sem isca, pois o intuito é proteger os recipientes plásticos das intempéries. (SOUZA, 2010)

Depois de enterrados, os potes permanecerão no campo por 10 dias, para que as alterações provocadas pela escavação sejam minimizadas, depois deste período as armadilhas serão montadas e as coletas realizadas. As armadilhas permanecerão no campo por cerca de 24 horas. Após serão retiradas, separadas por ponto de coleta e entre transectos que utilizaram ou não as iscas. Em seguida as formigas serão colocadas em recipientes devidamente etiquetados. Este procedimento será repetido em todas as expedições de coleta.

O material será inicialmente separado em subfamílias e identificado em nível de gêneros (BOLTON et al. 2003);

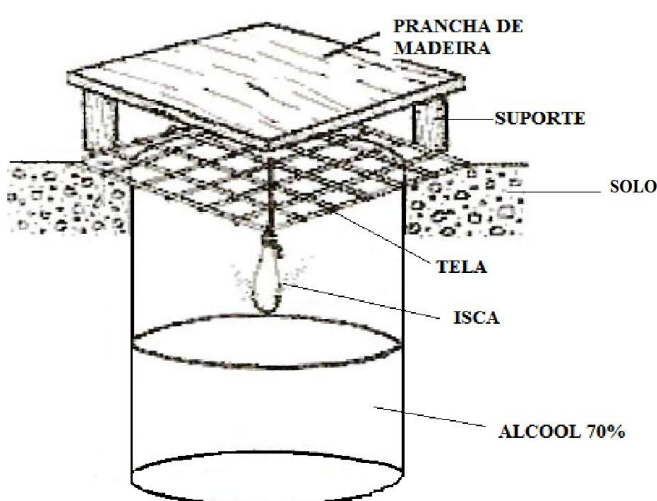


Figura 2: armadilha de queda do tipo pitfall. FONTE: AQUINO et al., 2006

As formigas coletadas serão transferidas para recipientes contendo álcool a 70% (MARTINS, et al., 2011). Após a coleta os espécimes seguirão para o processo de triagem. Após este procedimento será realizada a identificação de acordo com referências como Fernandez, Bolton, Loeck.

7.3 Tratamento dos dados

Calculo da riqueza Margalef

Este calculo é usado para estimar a biodiversidade de uma comunidade com base na distribuição numérica dos indivíduos das diferentes espécies em função do número total de indivíduos existentes na amostra analisada.

O Índice de Margalef tem a seguinte expressão: $I = [(n-1)]/\ln N$, onde I é a diversidade, n é o número de espécies presente, e N é o número total de indivíduos encontrados. A notação $\ln$ denota o logaritmo neperiano do número.

$$D_{mg} = (S-1)/\ln N$$

Para calcular a diversidade de indivíduos coletados será utilizado o índice de diversidade de Shannon – Wiener (H'), empregado em situações em que a comunidade inteira não pode ser inventariada. Este considera igual o peso entre espécies raras e abundantes, dado pela fórmula:

$$H' = \frac{\left[N \ln(N) - \sum_{i=1}^S n_i \ln(n_i) \right]}{N}$$

Onde:

H' = índice de Shannon- Wiener

p_i = abundância relativa (proporção) da espécie i na amostra

$p_i = n_i/N$

n_i = número de indivíduos da espécie i

N = Número de indivíduos total da amostra.

O número de registros de cada espécie será considerado como sua frequência de ocorrência, e estes valores serão obtidos para cada um dos ambientes amostrados. A densidade de cada espécie será expressa como um índice de abundância relativa, considerando-se a frequência a cada coleta realizada considerando todos os tipos de armadilhas utilizados.

Para calcular a equitabilidade das espécies será utilizado os índices de equitabilidade J , que compara a diversidade de Shannon-Wiener com a distribuição das espécies observadas, que pode ser calculado com a fórmula:

$$J = \frac{H'}{H_{Max}'}$$

Dominância de Pielou.

O índice de Equabilidade pertence ao intervalo [0,1], onde 1 representa a máxima diversidade, ou seja, todas as espécies são igualmente abundantes em que:

$$J = \frac{H'}{H \max.}$$

$H_{\max} = \ln(S)$.

J = Equabilidade de Pielou

S = número total de espécies amostradas.

H' = índice de diversidade de Shannon-Weaver

8 RESULTADOS ESPERADOS

8 CRONOGRAMA

[illegible]

9 ORÇAMENTO

ÍTEM	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO R\$	VALOR TOTAL R\$
CANETA	01 un.	3,50	3,50
LÁPIS	02un.	1,00	2,00
CADERNO	01 un.	5,00	5,00
PAPEL VEGETAL PARA IDENTIFICAÇÃO	01 emb.	18,00	18,00
EPPENDORFES	1000 un.	30,00	30,00
PINÇA ENTOMOLÓGICA	01 un.	20,00	20,00
COMBUSTÍVEL	47,56 l.	3,30	156,95
GARRAFAS PET.	20 un.	0,00	0,00
ÁLCOOL	20 l.	4,20	84,00
SARDINHA	24 un.	2,50	60,00
PAPEL ABSORVENTE	120 un. (03 emb.)	1,00	3,00
DETERGENTE	01 un.	1,50	1,50
TRENA	01 un.		15,00
TOTAL			398,95

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, E. Z.; DIEHL, E. **Análise faunística das formigas epígeas (Hymenoptera, Formicidae) em campo nativo no Planalto das Araucárias, Rio Grande do Sul.** Revista Brasileira de Entomologia. 53 (3): 398–403, setembro 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbent/v53n3/14.pdf>>. Acesso em 17 abr. 2014.

ALONSO, L. E. Ants as indicators of diversity. *In*: AGOSTI, D.; MAJER, J. D.; ALONSO, L. E. & SCHULTZ, T. R. eds. **Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity.** Washington, Smithsonian Institution. p.80-88, 2000.

ANDERSEN, A. N. A Global Ecology of Rainforest Ants: Functional Groups in Relation to Environmental Stress and Disturbance. *In*: AGOSTI, D; MAJER, J. D.; ALONSO, L. E; SCHULTZ, T. R. **Ants standart methods for measuring and monitoring biodiversity.** 2000. p. 25-34. Disponível em <<http://antbase.org/ants/publications/20333/20333.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2014.

ANDERSEN, A. N. **Using Ants as bioindicators: Multiscale Issues in Ant Community Ecology.** 1997. Disponível em < <http://www.ecologyandsociety.org/vol1/iss1/art8/>>. Acesso em 27 fev. 2014.

ANDRADE G. C. B. de, **Entomofauna de solo como indicador para avaliar impactos ambientais da agricultura na região de Teresina, Piauí.** Universidade Federal do Piauí. Agosto – 2012.

ANTONELI, V. **Dinâmica do uso da terra e a produção de sedimentos em diferentes áreas fontes na bacia hidrográfica do Arroio Boa Vista- Guamiranga-PR.** 354 Tese (Doutorado em Geografia),UFPR, Curitiba, 2011.

AQUINO L. A. et al. **Produtividade, qualidade e estado nutricional da beterraba de mesa em função de doses de nitrogênio.** Horticultura Brasileira 24: 199-203, 2006.

ÁREA AGRICULTAVEL NÃO É SINONIMO DE DESMATAMENTO. Disponível em: <<http://www.anapa.com.br/simples/?p=557>>. Acesso em 23 mar.2014.

BOLTON, B. Synopsis and a classification of Formicidae. Mem. Am. Mus. Entomol. Inst. 71:370. 2003.

BORROR, D. J.; DELONG, D. M. **Introdução ao estudo dos insetos**. São Paulo: Edgar Bluncher Ltda, 1969.

BROWN, G.G. **Diversidade e função da macrofauna no sistema edáfico agrícola**. In: **XXVIII congresso brasileiro de ciências do solo**, Londrina. Anais..., Londrina, SBCS, 2001, p. 56 (palestra 23).

CALLISTO, M.; MORENO, P. **Bioindicadores como ferramenta para o manejo, gestão e conservação ambiental**. II Simpósio Sul de Gestão e Conservação Ambiental – 21 a 25/08/2006 – URI/Campus de Erechim – Erechim/RS, 2006. Disponível em <http://www.icb.ufmg.br/big/benthos/index_arquivos/pdfs_pagina/Callisto%26Moreno-2006.pdf>. Acesso em 19 abr. 2014.

CAMPOS; FARINHA, A. E. DE C. et al. **Formigas Urbanas**. 2ª ed. Boletim Técnico. Instituto Biológico. São Paulo: Instituto Biológico, p. 20. N. 8. Set. 1997.

CONTAS NACIONAIS TRIMESTRAIS. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/imprensa>>. Acesso 10 mar. 2014.

CORREIA, M. E. F. **Relações entre a Diversidade da Fauna de Solo e o Processo de Decomposição e seus Reflexos sobre a Estabilidade dos Ecossistemas**. Embrapa, Rio de janeiro 2002. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/597327/1/doc156.pdf>>. Acesso em 05 abr. 2014.

DELABIE, J. H. C.; AGOSTI, D.; NASCIMENTO, I. C. do. Litter ant communities of the Brazilian Atlantic rain forest region. In: AGOSTI, D.; MAJER, J. D.; SCHULTZ, T. (Ed.). **Sampling Ground-dwelling Ants: Case Studies from the World's Rain Forests**. 2000. P.

117 Disponível em < <http://www.antbase.org/ants/publications/21004/21004.pdf#page=14>>. Acesso em: 10 abr. 2014.

DELLA LUCIA, T. M. C. et al. **Ordenação de comunidades de Formicidae em quatro agroecossistemas em Viçosa, Minas Gerais**. *Experientiae*, Viçosa, v. 28, n. 6, p. 68-94, 1982.

DIEHL-FLEIG, E. Formigas: Organização Social e Ecologia Comportamental. São Leopoldo: Ed. UNISINOS, 1995. p. 168. In: DIEHL-FLEIG, E.; LUCCHESI, M. E. de P.; SANHUDO, C. E.; DIEHL-FLEIG, E. **Mirmecofauna de solo em áreas de mineração de cobre na bacia do Camaquã, RS, Brasil**. *Naturalia*, São Paulo, p. 99-101, 1999.

EVOLUÇÃO DA AGRICULTURA NO PAÍS. Disponível em: <<http://teen.ibge.gov.br/es/noticias-teen/2815-pesquisa-mostra-evolucao-da-agricultura-no-pais>>. Acesso em 10 mar 2014.

FERNÁNDEZ F, SENDOYA S. **Synonymic list of Neotropical ants (Hymenoptera: Formicidae)**. *Biota Colombiana* 5(1): 3-105 2004.

FERNÁNDEZ, F. Breve introducción a la biología social de las hormigas. In: FERNÁNDEZ, F. **Introducción a las hormigas de la region Neotropical**. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2003. Capítulo 5. 89-96 p. Disponível em: <<http://antbase.org/ants/publications/20976/20976.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2014.

FONSECA, R. C.; DIEHL, E. **Riqueza de formigas (Hymenoptera, Formicidae) epigéicas em povoamentos de *Eucalyptus* spp. (Myrtaceae) de diferentes idades no Rio Grande do Sul, Brasil**. *Revista Brasileira de Entomologia* 48(1): 95-100, março/2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbent/v48n1/19917.pdf>>. Acesso em: 26 abr. 2014.

FOWLER, H.G. et al. nutricional de formigas. In: PANIZZI, A.R. & PARRA, J.R.P. (Eds.). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole.(Co- edição: CNPq), p.131-209, 1991.]

FREITAS, A. L. V.; FRANCINI, R. B.; BROWN Jr., K. S. Insetos como indicadores ambientais. In: CULLEN Jr., L. RUDRAN, R.; VALLADARES-PADUA, C. (organizadores) **Métodos de estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre**. 2 ed. Curitiba: UFPR, p 125-151, 2006.

GARCÍA, G. L.; LÓPEZ J. R. **Muestreos de hormigas contrampas de caída: Tasa de captura diferencial según lãs especies**. In: Boletín de La Asociacion Espanola de Entomologia. Salamanca, Espanha: Asociacion Espanola de Entomologia. 25 (1-2), p. 43-51, 2001.

HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E.O. 1990. **The ants**. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press, p. 731-732, 1990.

KASPARI, M. A. Primer on ant ecology. In: AGOSTI, D; MAJER, J. D.; ALONSO, L. E; SCHULTZ, T. R. In: AGOSTI, D; MAJER, J. D.; ALONSO, L. E; SCHULTZ, T. R. **Ants standart methods for measuring and monitoring biodiversity**. 2000. Chapter 2. p. 9-24. Disponível em <<http://antbase.org/ants/publications/20332/20332.pdf>>. Acesso em: 19 Abr. 2014.

KILLHAM, K. **Soil Ecology**, Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1994.

KLAUCK, C. R. **Educação ambiental: um elo entre conhecimento científico e comunidade**. Revista conhecimento online, v.2 n1. p. 1-7, mar. 2010.

LARA, F. M. **Princípios de Entomologia**. São Paulo, Ícone, p. 331. 1992.

LAWTON, J. H. **Plant architecture and diversity of phytophagous insects**. Annual Review Entomology, Palo Alto, n. 28, p. 23-39, 1983.

LEVEY, J.; BYRNE, M. M. **Complex ant-plant interactions: rain forest ants as secondary dispersers and post-dispersal seed predators**. Ecology, v.74, n.6, p. 1802-1812, 1993.

LOUZADA, J. N. C.; SANCHES, N. M. SCHILINDWEIN, M. N. **Bioindicadores de qualidade e de impactos ambientais da atividade agropecuária**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 21, n. 202, p. 72-77, 2000.

MAACK, R. **Geografia Física do Paraná**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná e Instituto de Biologia e Pesquisa Tecnológica, p. 350, 1968.

MAJER, J.D. **Ants: bioindicators of Minesite Rehabilitation, land use, and land conservation. Enviromental Managment**, New York, v.7, p.375-383, 1983.

MACEDO, L. P. M. **Diversidade de formigas edáficas (Hymenoptera: Formicidae) em fragmentos da Mata Atlântica do estado de São Paulo**. 113 f. Tese (Doutorado em Ciências, Área de Concentração: Entomologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ) – Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2004. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11146/tde-06052005-150803/>>. Acesso em: 02 mar. 2014.

MARTINS, et al. **Efeito da complexidade estrutural do ambiente sobre as comunidades de formigas(Hymenoptera: Formicidae) no município de Resende, RJ**. Revista brasileira de biociências v. 9, n. 2, p. 174-179, abr./jun. Porto Alegre, 2011.

MCGEOCH, M. A.; VAN RENSBURG, B. J.; BOTES, A. **The verification and application of bioindicators: a case study of dung beetles in a savanna ecosystem**. journal of applied ecology 39: 661-672, 2002.

MEFFE, G.K., CARROLL, C.R. **Contributors. Principles of Conservation Biology**. 22 Massachusetts: Sinauer Associates, 1997.

MINEROPAR. **Atlas geológico do Estado do Paraná**. Disponível em: <www.mineropar.gov.br>. Acesso em: 26 mar. 2014.

NAIME, J. de M. **um novo método para estudos dinâmicos *in situ* da infiltração da água na região não saturada do solo**. São Carlos, 2001.

NASCIMENTO, I. C.; DELABIE, J. H. C. **Gêneros dominantes das pastagens no sul da Bahia: abordagens probabilísticas em escalas local e regional.** p. 109-110. Naturalia, São Paulo, 1999.

NOSS, R. F. **Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach.** *Conservation Biology*, v. 4, p. 355 - 364, 1990.

OLIVEIRA, et al. **O clima e os aspectos econômicos da agricultura do município de Poço Verde- Seará.** Revista Geográfica de América Central Número Especial EGAL, Costa Rica, II Semestre, p. 1-17. 2011.

PATERNIANI, E. **Agricultura sustentável nos trópicos.** *Estud.av.* vol.15, n.43, p. 303-326. ISSN 0103-4014. 2001.

PEIXOTO, R.T. dos G. et al. **Uso da terra e dos recursos naturais relacionados à dinâmica da paisagem e indicadores para subsidiar o planejamento agroambiental em áreas de Mata Atlântica. Resultados parciais preliminares da bacia do Guapi-Macacu.** Rio de Janeiro, 2013.

PHILPOTT, S.M.; ARMBRECHT, I. **Biodiversity in tropical agroforests and the ecological role of ants and ant diversity in predatory function.** *Ecological Entomology*, 31: 369-377. 2006.

PIANKA, E.R. **Evolutionary Ecology.** New York: Harper and Row, 1988.

PRIMACK, B. R.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação,** Londrina: Planta editorial, 2001.

QUEIROZ, J. M. Almeida, F.S.; Pereira, M.P.S. **Conservação da biodiversidade e o papel das formigas (Hymenoptera: Formicidae) em agroecossistemas.** *Floresta & Ambiente*, V 13, 2006.

RÉ, T. M. **O Uso de Formigas como Bioindicadores no Monitoramento ambiental de revegetação de áreas mineradas.** 244 f. Tese de Doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3134/tde-09012008-084450/>>. Acesso em: 05 mar. 2014.

ROMEIRO, A. R.; REYDON, B. P.; LEONARDI, M. L. A. **O problema ambiental no Brasil: agricultura.** Campinas: UNICAMP, 1997.

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 da Região do Alto do Rio Grande.** Minas Gerais, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/isz/v96n1/a17v96n1.pdf>>. Acesso em: 03 mar. 2014.

SARMIENTO-M, C. E. Metodologias de captura y estudio de las hormigas. In: FERNÁNDEZ, F. (Ed.). **Introducción a las hormigas de la región neotropical.** Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, 2003. p. 201-210. Disponível em <<http://www.antbase.org/ants/publications/20983/20983.pdf>>. Acesso em: 23 mar. 2014.

SIA PARANÁ. Disponível em: <http://celepar7.pr.gov.br/sia/atosnormativos/form_cons_a_to1.asp?Codigo=1735>. Acesso em: 10 mar. 2014.

SILVA, L. B. de A. **Composição, riqueza e raridade de espécies de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em povoamento de eucaliptos e mata nativa na Reserva Biológica União/ IBAMA, RJ.** Seropédica, Rio de Janeiro, 2006.

Silva, R. C. de S.; Almeida, J. C. R. de; Batista, G. T.; Neto, P. F. **Os indicadores físicos,químicos e biológicos da qualidade do solo e da sustentabilidade dos ambientes naturais.** Repositório Eletrônico Ciências Agrárias, Coleção Ciências Ambientais, p. 1-13, 2011. Disponível em: <<http://www.agro.unitau.br/dspace>>. Acesso em: 14 abr. 2014.

SILVESTRE, R. **Estrutura de comunidades de Formigas do Cerrado**. 216 f. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Entomologia – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2000. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/59/59131/td-e-23012002-104948/>>. Acesso em: 15 Abr. 2014.

SOUZA, K.K.F.D. **diversidade de formigas (hymenoptera: formicidae) epigéicas em áreas de plantios de *pinus* sp., mata nativa e pastagem**, UFPR, Curitiba, 2010.

STEFFENS, L. E.; SCHIMIDT, F. A.; DIEHL, E. **Riqueza de formigas em duas formas de cultivo de erva-mate *Ilex paraguariensis* ST. HIL.** No município de Ilópolis-RS. In: Anais. XVII Simpósio de Mirmecologia – Biodiversidade e Bioindicação. Campo Grande, MS. 6 a 11 de novembro de 2005. Editora UFMS. 2006. p. 204 – 205.

TASSARA, EDA T. O.; SORRENTINO, MARCOS. **Educando para o desenvolvimento Sustentável**. Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo. Disponível em:<http://www.ambiente.sp.gov.br/cea/files/2011/12/Eda_Tassara.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2014

WINK, C.; GUEDES, J. W. C.; FAGUNDES, C. K.; ROVEDDER, A. P. **Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental**. Revista de Ciências Agroveterinárias, Lages, v. 4, n. 1, p. 60-71, 2005. Disponível em <http://rca.cav.udesc.br/rca_2005_1/wink.pdf>. Acesso em 16 abr. 2014.