

**UNIVERSIDADE DE MOGI DAS CRUZES**

**ROGÉRIO SOARES CORDEIRO**

**O USO DE MIRMECOFAUNA EM MATA CILIAR COMO  
UMA PROPOSTA PARA ESTUDO PRÁTICO DE  
DIVERSIDADE BIOLÓGICA NO ENSINO MÉDIO**

**Mogi das Cruzes, SP  
2010**

# **Livros Grátis**

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

Milhares de livros grátis para download.

**UNIVERSIDADE DE MOGI DAS CRUZES  
ROGÉRIO SOARES CORDEIRO**

**O USO DE MIRMECOFAUNA EM MATA CILIAR COMO  
UMA PROPOSTA PARA ESTUDO PRÁTICO DE  
DIVERSIDADE BIOLÓGICA NO ENSINO MÉDIO**

Dissertação de Mestrado apresentada à  
Universidade de Mogi das Cruzes, como  
parte das exigências para obtenção do título  
de Mestre em Biotecnologia.

Área de Concentração: Biotecnologia  
Aplicada a Recursos Naturais e  
Agronegócios.

Prof<sup>a</sup>. Orientadora: Dr<sup>a</sup>. Maria Santina de Castro Morini

**Mogi das Cruzes, SP  
2010**

### FICHA CATALOGRÁFICA

Universidade de Mogi das Cruzes - Biblioteca Central

Cordeiro, Rogério Soares

O uso de mirmecofauna em mata ciliar como uma proposta para estudo prático de diversidade biológica no ensino médio / Rogério Soares Cordeiro. – 2010.

101 f.

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

Área de concentração: Biotecnologia Aplicada a Recursos Naturais e Agronegócios

Orientador: Profª Drª Maria Santina de Castro Morini

1. Diversidade biológica - Ensino 2. Formigas 3. Mata ciliar I. Morini, Maria Santina de Castro

CDD 595.796

**ATAS**

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

Às catorze horas do dia vinte e cinco de fevereiro de dois mil e dez, na Universidade de Mogi das Cruzes, realizou-se a defesa de dissertação "Mirmecofauna associada à mata ciliar: uma proposta para estudo de diversidade biológica no Ensino Médio" para obtenção do grau de Mestre pelo(a) candidato(a) **Rogério Soares Cordeiro**. Tendo sido o número de créditos alcançados pelo(a) mesmo(a) no total de 50 (cinquenta), a saber: 26 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, Wagner Wuol da Universidade de Mogi das Cruzes e Marcelo Nivert Schlindwein da Universidade Federal de São Carlos, sob a presidência do primeiro, como orientador da dissertação. A Sessão Pública da defesa de dissertação foi aberta pelo Senhor Presidente da Comissão que apresentou o candidato. 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)

Aprovado por unanimidade  
(aprovado(a)/reprovado(a)) (unanimidade/maioria)

Mogi das Cruzes, 25 de fevereiro de 2010

Comissão Examinadora

Julgamento

Maria Santina de Castro Morini  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Santina de Castro Morini

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

Marcelo Nivert Schlindwein  
Prof. Dr. Marcelo Nivert Schlindwein

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

Wagner Wuol  
Prof. Dr. Wagner Wuol

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



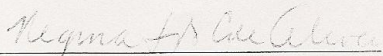
**ADENDO**

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

Às catorze horas do dia vinte e cinco de fevereiro de dois mil e dez, na Universidade de Mogi das Cruzes, realizou-se a defesa de dissertação "Mirmecofauna associada à mata ciliar: uma proposta para estudo de diversidade biológica no Ensino Médio" para obtenção do grau de Mestre pelo(a) candidato(a) **Rogério Soares Cordeiro**.

Em adendo, o título da dissertação, conforme sugestão da banca, foi alterado para "O uso de mirmecofauna em mata ciliar como uma proposta para estudo prático de diversidade biológica no ensino médio", o que deverá constar nas cópias definitivas da dissertação.

Mogi das Cruzes, 25 de fevereiro de 2010

  
Prof.ª Dr.ª Regina LBC Oliveira  
Coordenadora do Programa  
Pós-Graduação em Biotecnologia

*Àqueles os quais tive a sorte de nascer e gerar: minha mãe e meu filho.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço especialmente à minha orientadora Prof<sup>a</sup>. Maria Santana, agora eu sei o genuíno significado da palavra orientação. Esse foi um dos privilégios que acontecem em nossas vidas que trarão sempre consequências felizes. A Santana, nestes dez anos de convívio, tem me provado que sucesso de um é sucesso do outro. Obrigado por me inserir neste árduo, mas fascinante mundo da pesquisa. Muito obrigado!

À minha mãe, meus irmãos e ao meu filho. A que mais posso agradecer, se não ao amor que me têm. Diferentes no tipo, mas iguais na intensidade e na capacidade de me entender, de apoiar, de oferecer, de torcer, de respeitar, de deixar viver. Ainda em família, um obrigado especial a todos que deixaram suas geladeiras cheias de iscas e material para triar. Em especial, aos meus irmãos Rafael e Sheila e aos sobrinhos Douglas e Ramon que estiveram totalmente envolvidos nas coletas e triagens de todo o material.

Às amigas que foram solidificadas no LAMAT (Laboratório de Mirmecologia do Alto Tietê). ‘Em todo o tempo ama o amigo e na hora da angústia nasce o irmão’ (Provérbios 17:17). Refiro-me a todos do laboratório: Catarina, Cíntia, Márcia N. e Márcia T, especialmente à Silvia e a Débora pelo apoio cotidiano, por ouvir (e comentar!) as lamentações da vida rotineira e da arte de conciliar o trabalho, a família, o lazer, as obrigações e as ansiedades. Também por me dizer “calma”, quando a minha ansiedade era maior que a minha capacidade de lidar com ela.

Ao Fábio Fernandes, que abriu trilhas comigo sob muita chuva, à Suzamar que não mediu esforços na hora de ir para campo, mesmo sem nunca ter me visto antes.

À Bianca Berneck, obrigado por todo companheirismo e dedicação. Sinto saudades das coletas, cafés da tarde. Estou certo de que você vai longe!

Ao Prof. Dr. Moacir Wu, por me ‘reapresentar’ às principais correntes de educação e ensino de biologia (especialmente por David Ausubel). Muito obrigado pelas sugestões, correções, críticas e especialmente pelas propostas de parceria em futuros projetos.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Fabíola C. Ribeiro de Faria, pelas intervenções em ecologia.

Às formigas que foram meus instrumentos de trabalho, possibilitaram tudo isso!

Aos professores dos colégios: Nemésio Cândido Gomes (Wander, Graça, Gisele e Adriana), Apollo (Palombo, Fernanda, Renato e especialmente à Jacyra, envolvi toda sua família no inglês!) e Pueri Domus (Marisa), companheiros de trabalho com quem eu tanto discuti propostas pedagógicas, transposições didáticas e processos de ensino. Que time! Eu nunca vi em vocês, principalmente entre aqueles com os quais tive maior contato, um espírito diferente do de equipe, com todos focados na mesma direção, buscando conhecimento científico e consistente. Tantas vezes vocês apostaram mais em mim que eu mesmo!

A todos os meus alunos, vocês me motivam a validar esse projeto e a desenvolver outros tantos.

A todos os meus amigos, especialmente a Roberta, pela eterna amizade, companheirismo, risadas, previsões de presente e futuro...prometo a todos que serei mais presente. Serei!?

A todos vocês ‘Fujam...rápido...depressa...andam atrás de vocês...as formigas...elas sabem que vocês são as pessoas mais doces do mundo!!!’ (Autor desconhecido)

Se tenho esse elenco de pessoas a agradecer, se tive tantos enfrentamentos que foram encarados, tantas dificuldades que foram superadas, tantas dúvidas que foram transformadas em certezas, tantos medos que foram convertidos em coragem, é porque tenho um Deus. A Ele minha eterna gratidão!

Ósculos e amplexos a todos!!!



*"Como professor devo saber que sem a curiosidade que me move, que me inquieta, que me insere na busca, não aprendo, nem ensino."  
(Paulo Freire)*

## RESUMO

O trabalho foi realizado como uma estratégia de abordagem dos conhecimentos relacionados à diversidade biológica a ser aplicado no ensino médio. Ao longo de todo o processo de desenvolvimento da metodologia são sugeridas ações contextualizadas e amparadas pelas leis que regem o ensino na atualidade, bem como a preocupação em dar embasamento teórico-pedagógico, já que a prática sugerida encontra-se relacionada ao construtivismo, especialmente pela abordagem da aprendizagem significativa de David Ausubel. Este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de atividades experimentais de ensino sobre diversidade biológica. Para isso as formigas foram utilizadas como modelo de estudo na comparação de áreas de Mata Ciliar situadas em regiões de Mata Atlântica na grande São Paulo. Foram desenvolvidos procedimentos, roteiros e materiais didáticos para aulas práticas de campo, material este que compõe uma “cartilha-CD”. Para o desenvolvimento das atividades foram selecionadas duas áreas de Mata Ciliar, uma apresentando maiores interferências antrópicas e a outra inserida em uma unidade de conservação. Para a coleta de formigas nas áreas escolhidas foram utilizadas iscas padrão preparadas com sardinha conservada em óleo vegetal. Também foram padronizadas as expedições ao campo com oito visitas em cada sítio de coleta, sendo que, em cada área, foram dispostas 50 iscas distando 20 metros uma da outra. As formigas coletadas foram identificadas. Os táxons foram identificados em subfamílias e gêneros e quantificados em relação à frequência de ocorrência e de abundância sendo em seguida construídas curvas de acumulação dos gêneros. Todos os procedimentos efetuados para a coleta das formigas foram fotografados visando à composição do material didático. Os resultados demonstraram que há possibilidade de desenvolver as atividades de campo usando os dois tipos de áreas propostas para o estudo com apenas três expedições de coleta e com 15 iscas de sardinha em cada sítio. Foi elaborada uma chave pictórica para a identificação dos táxons, que compõe material didático, para as subfamílias Myrmicinae, Dolichoderinae, Formicinae e Ponerinae; e gêneros *Linepithema*, *Wasmannia*, *Pheidole*, *Solenopsis*, *Paratrechina*, *Camponotus*, *Gnamptogenys*, *Dorymyrmex* e *Pachycondyla*, mais abundantes e frequentes em ambos os locais de estudo. A diversidade das áreas foi discutida no material didático considerando a riqueza, a frequência de ocorrência e a abundância dos táxons. A biologia de cada táxon amostrado também foi discutida com ênfase nos papéis ecológicos que as formigas desempenham nos ecossistemas, como por exemplo, as preferências alimentares, aspectos de nidificação, níveis de tolerância ambientais e outros aspectos, propiciando assim uma visão prática sobre um tema tão importante para um país megadiverso – a diversidade biológica.

**Palavras-chave:** Ensino, Diversidade Biológica, Formigas, Mata Ciliar.

## ABSTRACT

This paper was conducted as a strategy for addressing the knowledge related to biological diversity to be applied in High School. Throughout the process of developing the methodology suggested actions are contextualized and supported by the laws governing education in the news, as well as the concern to give theoretical and pedagogical, as suggested practice is related to constructivism, especially the approach to meaningful learning of David Ausubel. This paper had as one the objectives the improvement of experimental learning activities about biological diversity. For this reason the ants were used as a study model about in the comparison in the areas of the Riparian Forest which lies in the region of the Atlantic Forest in the great São Paulo city, Brazil. A creation of procedures, scripts and didactic tools for hands-on field classes were produced there. The tool which is composed by a “Primer CD”. For the creation of the activities, two areas of the Riparian Forest were chosen, one presenting a series of anthropological interferences and the other inserted in a unit of conservation. For the ant colonies in the chosen areas there was used a common bait prepared with canned sardines in vegetable oil. The camp visits were also made a pattern with eight visits in each colony, being that, in each area. There were 50 baits exposed distancing themselves 20 meters each. The ant colonies were identified. The taxons were identified in subfamilies and genera and qualified in relation of the frequency of occurrence and the abundance being after built photographic curves looking for the didactic material. The results show that there is possibility to improve field activities using both proposed areas for the study using only three expeditions of colonies and with 15 sardine baits in each site. It was also elaborated a pictureful key for the identification of the taxons, the were composed in the didactic elaborated material, to the subfamilies Myrmicinae, Dolichoderinae, Formicinae e Ponerinae; and genera *Linepithema*, *Wasmannia*, *Pheidole*, *Solenopsis*, *Paratrechina*, *Camponotus*, *Gnamptogenys*, *Dorymyrmex* e *Pachycondyla*, more abundante and frequent in both of the study sites. The diversity of the areas were discussed in the didactic material considering the richness, the frequency of the occurrence and the abundance of the taxons. The biology of each taxon shown is also discussed with emphasis in ecological roles that the ants show in the ecosystem, like for example, the food preference, nitrification aspect, levels of environmental tolerance and other aspects, given a vision that the practice of the so important theme to a ultra- diverse country – the biological diversity.

**Key-Words:** Biological Diversity, Ants, Riparian Forest, Teaching.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1.</b>	Localização das áreas analisadas. Em destaque os municípios de Itaquaquecetuba e Mogi das Cruzes, onde as coletas foram realizadas.....	30
<b>Figura 2.</b>	Área de Mata Ciliar no Parque Ecológico Municipal de Itaquaquecetuba (área I), com vegetação pioneira e <i>Eichornia crassipes</i> (aguapé).....	31
<b>Figura 3.</b>	Área de mata ciliar do Parque Natural Municipal Francisco Affonso de Mello (área II), vegetação densa e presença de emaranhado de raízes garantem maior estabilidade do solo e integridade do rio.....	32
<b>Figura 4.</b>	Material a ser utilizado em cada isca. Guardanapos de papel 10cm X 10cm, colher e sardinha amassada e conservada em óleo.....	33
<b>Figura 5.</b>	Fita zebraada indicando que nesta localidade há uma isca para atração de formigas.....	34
<b>Figura 6.</b>	Demonstração esquemática da distribuição das iscas de sardinha, ao longo da mata ciliar das áreas de estudo.....	34
<b>Figura 7.</b>	Procedimento de coleta aplicado nas margens ciliares. (A) Coleta de material em saco plástico. (B) Saco plástico com material coletado e informações de campo na etiqueta.....	35
<b>Figura 8.</b>	Curvas de acumulação de estimativa de riqueza para subfamílias de Formicidae, em relação ao número de coletas. Área I, 1- valor observado e 2- valor estimado e Área II, 3- valor observado e 4- valor estimado.....	41
<b>Figura 9.</b>	Curva de acumulação para os gêneros de Formicidae observados no Parque Ecológico de Itaquaquecetuba (Área I) e Parque Natural Municipal Francisco Affonso de Mello (Área II).....	43
<b>Figura 10.</b>	Número de indivíduos por frequência de ocorrência (%) X hábito alimentar na área I - Parque Ecológico Municipal de Itaquaquecetuba, Itaquaquecetuba (SP).....	45
<b>Figura 11.</b>	Número de indivíduos por frequência de ocorrência (%) X hábito alimentar na área II - Parque Natural Municipal Francisco Affonso de Mello, Mogi das Cruzes (SP).....	46

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b>	Competências e habilidades a serem trabalhadas de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN).....	20
<b>Tabela 2.</b>	Competências e Habilidades na disciplina de Biologia de acordo com a Secretaria do Estado da Educação de São Paulo.....	24
<b>Tabela 3.</b>	Número total de subfamílias, gêneros e abundância de formigas encontradas na mata ciliar do Parque Ecológico Municipal de Itaquaquecetuba, Itaquaquecetuba (SP).....	38
<b>Tabela 4.</b>	Número total de subfamílias, gêneros e abundância de formigas encontradas na mata ciliar do Parque Natural Municipal Francisco Affonso de Mello, Mogi das Cruzes (SP).....	38
<b>Tabela 5.</b>	Número total de gêneros, frequência de ocorrência (FO%) e de abundância (FA%), de acordo com as duas áreas estudadas.....	42
<b>Tabela 6.</b>	Hábito alimentar e microhabitat dos gêneros coletados de acordo com as áreas de estudo.....	44

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

CNMT	Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias
CONSEMA	Conselho Estadual de Meio Ambiente
DCNEM	Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio
IBECC	Instituto Brasileiro de Educação Ciência e Cultura
LDBEN	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MEC	Ministério da Educação e Cultura
SEB	Secretaria da Educação Básica
SEMTEC	Secretaria da Educação Média e Tecnológica
OCNEM	Orientações Curriculares para o Ensino Médio
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio
SEE – SP	Secretaria do Estado da Educação - São Paulo
USP	Universidade de São Paulo



# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
1.1 Mata Ciliar.....	15
1.2 O papel dos Formicidae nos Ecossistemas.....	16
1.3 Ensino de Biologia.....	17
1.4 Aprendizagem Significativa em Biologia.....	26
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>29</b>
2.1 Objetivos Gerais.....	29
2.2 Objetivos Específicos.....	29
<b>3 MÉTODO.....</b>	<b>30</b>
3.1 Áreas de Estudo.....	30
3.2 Protocolo de Coleta de Formigas.....	32
3.3 Análise dos Dados.....	36
3.4 Elaboração de Material Didático – Estudo Piloto.....	36
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>38</b>
4.1 Material Didático – Estudo Piloto.....	46
<b>5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....</b>	<b>49</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>50</b>
<b>APÊNDICE A.....</b>	<b>57</b>

# 1 INTRODUÇÃO

O aumento da população humana e o desenvolvimento industrial são responsáveis por uma série de alterações na diversidade biológica dos ecossistemas. Dentre essas se encontra a perda de espécies que, na maioria das vezes, pode ser atribuída à fragmentação dos ecossistemas e a conversão dos fragmentos naturais em áreas exclusivamente de interesse econômico (MURPHY, 1997).

Durante o processo de conversão da mata em qualquer área de interesse humano muitas vezes o que sobra do ecossistema natural é justamente a vegetação que compõe o ambiente de entorno dos rios, ou seja, as matas ciliares, pois são protegidas pela Lei Federal 4.771, de 15 de setembro de 1965 – Código Florestal (BRASIL, 1965). Segundo Barros *et al.* (2007), a área destinada à proteção varia conforme a largura do curso d'água, podendo ser de 30 a 500 m a partir da margem, com isso evita o assoreamento e preserva as espécies de animais, vegetais e demais recursos naturais (MONTAG *et al.*, 1997).

Dentre os invertebrados, as formigas representam um grupo modelo para estudo a respeito dos impactos das atividades humanas sobre a estrutura e funcionamento de suas comunidades (LÓPEZ-MORENO *et al.*, 2003). O conhecimento das comunidades locais desses insetos mostra-se relevante na avaliação das condições ambientais de áreas degradadas, monitoramento de regeneração de áreas florestais e savanas pós-fogo, e também dos diferentes padrões de uso do solo (SILVA & BRANDÃO, 1999), podendo assim embasar programas de avaliação e conservação de ecossistemas (ANDERSEN *et al.*, 2002).

Vários atributos fazem com que esses insetos sejam importantes nos estudos de biodiversidade e indicados para serem usados como bioindicadores, tais como, abundância local relativamente alta, riqueza de espécies local e global alta, muitos táxons especializados, serem facilmente amostradas, como também serem separadas em morfoespécies e por serem

sensíveis a mudanças nas condições de distúrbios (MAJER, 1983; ALONSO & AGOSTI, 2000). Entretanto, exceto por alguns conhecimentos relacionados aos danos ocasionados em eletrodomésticos e de serem vetores de microrganismos patogênicos (BUENO & CAMPOS-FARINHA, 1999), os estudantes dos ensinos fundamental e médio pouco conhecem sobre a biodiversidade desses insetos. Essa falta de conhecimento pode ser atribuída, em parte, a aversão natural que as pessoas possuem das formigas; por outro lado, a literatura também é escassa a esse respeito.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio, em relação ao estudo da biodiversidade, destaca o seguinte: “Vivendo num país com uma das maiores biodiversidades do planeta, é imprescindível que os cidadãos tenham conhecimento dessa diversidade biológica e compreendam sua responsabilidade sobre esse contexto” (BRASIL, 2002). Assim, trabalhos que visem elaboração de material pedagógico integrando conteúdos práticos e teóricos sobre a diversidade dos ecossistemas, devem ser incentivados, pois, segundo Demo (2001), a melhor maneira de o aluno aprender não é apenas escutar a aula, mas pesquisar e elaborar com a própria mão, sob orientação do professor.

## **1.1 Mata Ciliar**

O Estado de São Paulo é o mais industrializado do país. Embora, atualmente, coberto por imensos canaviais, porém, ainda conta com significativos fragmentos florestais de sua flora original, que somam 3.457.301 ha, correspondendo a 13,94% de sua superfície (KRONKA *et al.*, 2005). Os ecossistemas florestais remanescentes estão restritos a pequenas áreas isoladas, algumas porções de matas ciliares e uma área maior e mais contínua e preservada de florestas Atlânticas na Serra do Mar (XAVIER *et al.*, 2008).

As matas ciliares representam uma reserva de diversidade biológica (MONTAG *et al.*, 1997; JOHNSON *et al.*, 1999; LIMA & GASCON, 1999; LIMA & ZAKIA 2000; KAGEYAMA & GANDARA, 2000), além de estabilizarem as margens de cursos d'água e filtrarem sedimentos e nutrientes (LIMA, 1989; BARLING & MOORE, 1994). Entretanto, são fortemente influenciadas por uma série de fatores físicos locais, tais como: variações edáficas e topográficas e processos de perturbações naturais e antrópicas (CAMPOS & SOUZA, 2002).

Os ecossistemas que compõe as matas ciliares são, normalmente, associados às formações adjacentes, resultando em uma composição mista de espécies (IVANAUSKAS *et al.*, 1997; SANCHEZ *et al.*, 1999; SAMPAIO *et al.*, 2000). No entanto, se diferenciam das formações adjacentes pela estrutura, em geral, mais densa e mais alta devido principalmente à associação com o curso d'água (RIBEIRO & WALTER, 1998).

## **1.2 O Papel dos Formicidae nos Ecossistemas**

As formigas são insetos pertencentes à Ordem Hymenoptera, Superfamília Vespoidea, Família Formicidae. Suas sociedades são consideradas as mais complexas daquelas conhecidas no reino animal. Algumas colônias chegam a agrupar até 300 milhões de espécimes em um só ninho (CAETANO *et al.*, 2002). Todas as espécies conhecidas são altamente sociais ou “eusociais”, pois várias gerações se sobrepõem e vivem juntas, sendo que um reduzido número de indivíduos se encarrega da reprodução, enquanto outros ajudam em tarefas, como alimentação, cuidado com a cria e defesa (WILSON, 1971).

São distribuídas por todos os ambientes, desde o Equador até latitudes de 50<sup>o</sup>, do nível do mar a altitudes de cerca de 3.000 m (BRANDÃO, 1999). Atualmente estão descritas uma média de 12.000 espécies pertencentes a 21 subfamílias, sendo que 3.000 espécies e 13

subfamílias são encontradas na Região Neotropical (BOLTON, *et al.*, 2006); sendo que cerca de 2.500 espécies ocorrem no Brasil (FERNÁNDEZ, 2009). Embora as formigas constituam somente 1,5% da fauna de insetos descrita, representam mais de 10% da biomassa de animais das florestas tropicais, savanas, campos e outros habitats do planeta (AGOSTI *et al.*, 2000).

Devido a essa abundância relativa os formicídeos são importantes concentradores de energia, resultando na estabilidade dos diversos ecossistemas e na regulação da ciclagem de nutrientes (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990). As formigas também influenciam a estrutura, os processos que ocorrem no solo (FOLGARAIT, 1998), o fluxo de energia e de materiais (GILLER, 1996), bem como a regulação da diversidade de organismos nos ecossistemas. Nas comunidades ecológicas elas são dominantes, ocupando todos os espaços disponíveis (OSBORN *et al.*, 1999; SILVA & BRANDÃO, 1999; SILVESTRE & SILVA, 2001). Algumas espécies apresentam associação com outros insetos, outras são predadoras enquanto que as da Tribo Attini, que são cultivadoras de fungo, representam, segundo Wirth *et al.* (2003), os principais herbívoros da região Neotropical. Ainda se tem aquelas espécies que participam ativamente na distribuição espacial das populações das plantas (LEAL, 2003), pois atuam como dispersoras de sementes, inclusive carregando-as para áreas degradadas (MOUTINHO *et al.*, 1983).

### **1.3 O Ensino de Biologia**

O ensino de Biologia no Brasil variou bastante entre 1950 a 1990, sendo que inicialmente os objetivos visavam basicamente os valores informativo, educativo/formativo, cultural e prático (KRASILCHIK, 2008).

Em 1960, com o surgimento da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional em 20 de dezembro de 1961, LDB 4024/61, ocorreu a descentralização das decisões curriculares e

com a explosão do conhecimento biológico, as modificações advindas do Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC) se difundiram em vários centros de ciências organizados pelo Ministério da Educação (KRASILCHIK, 2008).

O projeto nacional da ditadura militar, na década de 70, apresentava como seu objetivo modernizar e desenvolver o país. Neste contexto, o ensino de ciências foi tomado como um importante aliado para a preparação de um corpo qualificado de trabalhadores, conforme evidencia a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB 5692/71), promulgada em 1971.

Segundo Castro (1979), “analisando-se dados colhidos em pesquisas de campo pode-se obter uma imagem da distância que separa as várias formulações por um ensino menos livresco de Ciências e a metodologia da ação didática adotada pelo professor em classe”.

A partir desse período era comum nas propostas de ensino o aparecimento de disciplinas agrupadas em títulos, como: “Educação em Ciência para a Cidadania” ou “Ciência, Tecnologia e Sociedade”, com a intenção de mobilizar socialmente o indivíduo e ao mesmo tempo contribuir para o desenvolvimento do país (HURD, 1986).

A crise econômica e a massificação do ensino, que são marcantes no final da década de 80, negligenciam o perfil do aluno, conseqüentemente há queda na qualidade e oferta de ensino. Neste caso, o aluno que anteriormente frequentaria a escola preparando-se para o ensino superior, começa perder espaço para um novo perfil, representado por jovens trabalhadores, originários, em boa parte, do ensino noturno; para atender essa nova demanda, vários projetos nacionais de ensino de biologia, com temas abordados que estabeleciam uma estreita relação com a comunidade surgem no país (KRASILCHIK, 1995).

Em vigência até hoje, surge em 1996 a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), regulamentada em 1998 pelas Diretrizes do Conselho Nacional de Educação Nacional (DCNEN) e complementada pelos Parâmetros Curriculares Nacionais



(PCN), que procura tanto atender uma necessidade de atualização da educação brasileira quanto impulsionar uma democratização social e cultural mais efetiva (BRASIL, 2002).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) surgiram em 1999, quando o Ministério da Educação o elabora e apresenta com o “duplo papel de difundir os princípios da reforma curricular e orientar o professor na busca de novas *abordagens e metodologias*” (BRASIL, 1999; grifo nosso).

Para os ensinos fundamental e médio, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), estão organizados, respectivamente, em um conjunto denominado “Área das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias” (CNMT), proposto pelas Diretrizes Curriculares para o Ensino Médio (DCNEM) que estabelecem competências e habilidades (Tabela 1) que deverão servir como referenciais para as propostas pedagógicas, além de recomendar a interdisciplinaridade e a contextualização, princípios condutores da organização escolar (BRASIL, 1999).

Para Bizzo (2004), o texto sobre conhecimentos de Biologia nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) tenta apresentar sugestões para uma abordagem que relacione teoria e prática. Ela seria fruto de uma educação tecnológica básica, na qual o educando poderia demonstrar domínio dos princípios científicos e tecnológicos da Biologia que presidem a produção moderna. No entanto, o texto enveredou por um caminho de frases feitas nas quais os professores de Biologia podem encontrar pouca ou nenhuma contribuição para zelar pela aprendizagem de seus alunos.

**Tabela 1.** Competências e habilidades a serem trabalhadas de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 1999, p. 227).

Competências	Habilidades
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Representação e Comunicação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descrever processos e características do ambiente ou de seres vivos, observados em microscópios ou a olho nu.</li> <li>• Perceber e utilizar os códigos intrínsecos da Biologia.</li> <li>• Apresentar suposições e hipóteses acerca dos fenômenos biológicos em estudo.</li> <li>• Apresentar, de forma organizada, o conhecimento biológico apreendido, através de textos, desenhos, esquemas, gráficos, tabelas, maquetes etc.</li> <li>• Conhecer diferentes formas de obter informações (observação, experimento, leitura de texto e imagem, entrevista), selecionando aquelas pertinentes ao tema biológico em estudo.</li> <li>• Expressar dúvidas, ideias e conclusões acerca dos fenômenos biológicos.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigação e Compreensão</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relacionar fenômenos, fatos, processos e ideias em Biologia, elaborando conceitos, identificando regularidades e diferenças, construindo generalizações.</li> <li>• Utilizar critérios científicos para realizar classificações de animais, vegetais etc.</li> <li>• Relacionar os diversos conteúdos conceituais de Biologia (lógica interna) na compreensão de fenômenos.</li> <li>• Estabelecer relações entre parte e todo de um fenômeno ou processo biológico.</li> <li>• Selecionar e utilizar metodologias científicas adequadas para a resolução de problemas, fazendo uso, quando for o caso, de tratamento estatístico na análise de dados coletados.</li> <li>• Formular questões, diagnósticos e propor soluções para problemas apresentados, utilizando elementos da Biologia. Utilizar noções e conceitos da Biologia em novas situações de aprendizado (existencial ou escolar).</li> <li>• Relacionar o conhecimento das diversas disciplinas para o atendimento de fatos ou processos biológicos (lógica externa).</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contextualização sociocultural</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconhecer a Biologia como um fazer humano e, portanto, histórico, fruto da conjunção de fatores sociais, políticos, econômicos, culturais, religiosos e tecnológicos.</li> <li>• Identificar a interferência de aspectos místicos e culturais nos conhecimentos do senso comum relacionados a aspectos biológicos.</li> <li>• Reconhecer o ser humano como agente e paciente de transformações intencionais por ele produzidas no seu ambiente.</li> <li>• Julgar ações de intervenção, identificando aquelas que visam à preservação e à implementação da saúde individual, coletiva e do ambiente.</li> <li>• Identificar as relações entre o conhecimento científico e o desenvolvimento tecnológico, considerando a preservação da vida, as condições de vida e as concepções de desenvolvimento sustentável.</li> </ul>

Com a finalidade de apresentar um diálogo direto com os professores e os educadores, em 2002 são propostos os PCN+, com o intuito de tornar menor a distância entre a proposição das ideias e sua execução. O texto reafirma seu compromisso com a necessidade de se articularem as competências gerais com os conhecimentos disciplinares e organiza de forma mais sistemática muitas das propostas pretendidas pelos PCNEM (BRASIL, 2008).

Os PCN+ reafirmam que os conteúdos e as estratégias de aprendizagem devem propiciar o ensino por competências. Assim o ensino da Biologia deve servir como “meio para *ampliar a compreensão sobre a realidade*, recurso graças ao qual os *fenômenos biológicos* podem ser *percebidos e interpretados*, instrumento para orientar *decisões e intervenções*” (BRASIL, 2002; grifo nosso).

É reconhecível que os principais temas biológicos referem-se à compreensão da vida na Terra, das consequências dos avanços tecnológicos e da intervenção humana, os PCN+ sintetizam, a título de referência, seis temas estruturadores:

1. interação entre seres vivos;
2. qualidade de vida das populações humanas;
3. identidade dos seres vivos;
4. diversidade da vida;
5. transmissão da vida, ética e manipulação gênica;
6. origem e evolução da vida (BRASIL, 2002).

Baseando-se na autonomia dada pela Lei de Diretrizes e Bases do Ensino Nacional (LDBEN/1996), a Secretaria de Educação do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2009) propõe em 2008, um projeto para que as escolas dos ensinos Fundamental II e Médio funcionem como uma rede (SÃO PAULO, 2009). Essa Proposta Curricular do Estado de São Paulo tem como princípios centrais: (1) a escola que aprende, (2) o currículo como espaço de cultura, (3) as competências como eixo de aprendizagem, (4) a prioridade da competência de

leitura e escrita, (5) a articulação das competências para aprender e (6) a contextualização no mundo do trabalho (SÃO PAULO, 2009).

No conjunto, esses princípios preconizam o ensino de Biologia como uma ciência em expansão, que busca respostas às mais variadas indagações sobre a vida e suas relações. Entretanto, o ponto crucial é fazer com que o aluno seja envolvido no processo de aprendizagem e para isso é necessário o desenvolvimento de atividades significativas que avancem para além da memorização da mera observância de receitas para “descobrir” princípios biológicos (SÃO PAULO, 2009), o que corrobora com as intenções do PCN+.

Ao investigar os ambientes reais da sala de aula, nota-se que o ensino de Biologia continua sendo praticado nos mesmos moldes de sempre, focalizando apenas conteúdos específicos, sem explorar aspectos mais relevantes à ciência e de importância para a formação científica do aluno (WISKE, 2007).

De acordo com os temas estruturadores 1, 3 e 4 apresentados pelos PCN+, e, entendendo que o Brasil é um país megadiverso, a discussão a respeito da diversidade biológica ganha ainda maior relevância por dar oportunidade de acesso a discussão sobre a sua importância para a vida na Terra; destacando seus componentes e interações, dominando conhecimentos biológicos para compreender e participar dos debates contemporâneos (BRASIL, 2002).

Diversas são as estratégias que propiciam a instalação de uma relação dialógica em sala de aula, e, dentre elas, podem destacar uma que, pelas características pode ser privilegiada no ensino de Biologia (BRASIL, 2008) é a experimentação. Entretanto, não condiz com o ensino atual, pois as aulas práticas que ocorrem são quase sempre no laboratório, onde os alunos recebem uma receita a ser seguida nos mínimos detalhes e cujos resultados já são previamente conhecidos (KRASILCHIK, 2008).

De acordo com Hofstein e Lunnetta (1982), as aulas práticas têm como principais funções: despertar e manter o interesse dos alunos; *envolver* os estudantes em investigações científicas; desenvolver a capacidade de interpretar problemas; compreender conceitos básicos e desenvolver competências e habilidades.

Assim, os experimentos devem partir de um problema, de uma questão a ser respondida. Cabe ao professor orientar os alunos na busca de respostas e propiciar o desenvolvimento de competências e habilidades como, por exemplo, identificar regularidade em fenômenos e processos biológicos para construir generalizações; investigar alterações em um ecossistema e perturbações nos níveis da teia alimentar; identificar características de seres vivos de determinado ambiente relacionando-as às condições de vida (BRASIL, 2002).

A Proposta Curricular do Estado de São Paulo, cujos princípios foram mencionados, também recomenda articulações para que o trabalho do professor seja o de estimular as competências para aprender, “o professor caracteriza-se como um profissional da aprendizagem e não tanto do ensino [...], promove conhecimentos que possam ser mobilizados em competências e habilidades, as quais, por sua vez, instrumentalizam os alunos para enfrentar os problemas do mundo real” (SÃO PAULO, 2009, p. 18).

Outra fundamentação para que se cumpram as expectativas de aprendizagem em Biologia está expressa na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), no grande campo de competências, como o domínio “das formas contemporâneas de linguagem” ou “dos princípios científico-tecnológicos que presidem a produção moderna” (BRASIL, 1996).

Assim, a Proposta Curricular do Estado de São Paulo reafirma que a disciplina de Biologia deve compor o desenvolvimento da cultura científica com as competências descritas na Tabela 2.

**Tabela 2.** Competências e Habilidades na disciplina de Biologia de acordo com a Secretaria do Estado da Educação de São Paulo (SÃO PAULO, 2009).

Competências Gerais	Habilidades Gerais e Específicas		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Representar.</li> <li>• Comunicar-se.</li> <li>• Conviver.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ler e expressar-se com textos, cifras, ícones, gráficos, tabelas e fórmulas.</li> <li>• Converter uma linguagem em outra.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registrar medidas e observações.</li> <li>• Descrever situações</li> <li>• Planejar e fazer entrevistas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistematizar dados.</li> <li>• Elaborar relatórios.</li> <li>• Participar de reuniões.</li> <li>• Argumentar.</li> <li>• Trabalhar em grupo.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar e intervir em situações reais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formular questões.</li> <li>• Realizar observações.</li> <li>• Selecionar variáveis.</li> <li>• Estabelecer relações.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretar, propor e fazer experimentos.</li> <li>• Fazer e verificar hipóteses.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnosticar e enfrentar problemas, individualmente e em equipe.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estabelecer conexões e dar contexto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relacionar informações e processos com seus contextos e com diversas áreas de conhecimento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar dimensões sociais, éticas e estéticas em questões técnicas e científicas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analisar o papel da ciência e da tecnologia no presente e ao longo da história.</li> </ul>

De maneira geral, quem ensina Biologia conta com o interesse e a expectativa dos estudantes em relação aos assuntos da disciplina, pois os adolescentes sentem interesse pelas questões relacionadas ao seu próprio corpo, aos seres vivos e ao meio ambiente (SÃO PAULO, 2009).

Unidade e diversidade, interações entre os seres vivos com o meio ambiente, são, dentre outros, conceitos tratados como fundamentais em Biologia pela Proposta Curricular do Estado de São Paulo, que traz à responsabilidade da escola a abordagem de conceitos como a diversidade de formas de vida, como cada ser vivo ou organismo é adaptado às condições ambientais e o dinamismo dessas relações (SÃO PAULO, 2009).



Também nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1999), é sugerido que a escola se aproprie, a partir da realidade e condições socioeconômicas dos alunos, dos problemas ambientais brasileiros, tomando como base o que ocorre no entorno da sua escola ou comunidade. Assim, esta visão da diversidade biológica atrelará a participação social do aluno para manutenção e responsabilidade dos ambientes.

Nesse contexto, a Proposta Curricular do Estado de São Paulo vai ao encontro às Leis de Diretrizes e Bases do Ensino Nacional (LDBEN), aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio em suas versões (PCNEM e PCN+) e às Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCEM).

Para a efetivação do processo de aprendizagem no contexto escolar, além de aspectos ligados a elementos de caráter social, outros aspectos didáticos devem ser considerados, como afirma Matui (2003, grifo nosso) “é certo que a aula comece com a prática social do aluno e até mesmo do professor e que a conversação verse sobre essa prática. Mas apenas em *pouquíssimas oportunidades* o professor pode trazer para dentro da sala a prática social como ela ocorre na realidade. Sempre ele precisa fazer a ‘transposição didática’ dessa prática para atividades pedagógicas”.

Conforme sugere Chevallard (1991) a transposição didática é a transferência de um “saber científico” (ou “saber sábio”), ligado às atividades acadêmicas e originário das atividades e espaços correlatos para o processo de ensino-aprendizagem que é desenvolvido na escola, ambiente em que deve ocorrer um “saber a ensinar”, ligado a uma abordagem didática, que tem por finalidade organizar pedagogicamente e apresentar aos estudantes por diversos materiais, inclusive a experimentação.

Para tanto, há necessidade de esforços para a produção de materiais práticos de ensino de Biologia, faz-se também necessário um aprofundamento maior, por parte de professores e

alunos da Universidade, acerca das teorias e metodologias de ensino e de pesquisa (MALDANER *et al.*, 2006).

#### **1.4 Aprendizagem Significativa em Biologia**

O processo de ensino-aprendizagem, em geral, e de Biologia em particular, deve ser adaptado à maneira como o raciocínio se desenvolve, enfatizando-se o aprendizado ativo por meio do envolvimento dos estudantes em atividades de descoberta. O professor não é apenas transmissor de informações, mas um orientador de experiências, em que os alunos buscam conhecimentos pela ação e não apenas pela linguagem escrita ou falada. Estas, embora expressem pensamentos, não substituem a experiência ativa e pessoal (KRASILCHIK, 2008).

Para abordar uma estratégia de implantação de uma prática pedagógica encontram-se várias concepções alternativas na literatura, são subsídios aos estudantes e aos professores. Visualizando-se, dificuldades de outras ordens, de origem na prática docente ou mesmo na organização institucional pública, pois os problemas e estratégias institucionais não facilitam a serenidade nesse domínio, é preciso esforçar-se para evitar as desavenças escolares e interrogar-se constantemente em casos específicos, nas salas de aulas, nos estabelecimentos sobre a abordagem que é oportuna privilegiar (MEIRIEU, 1998).

As escolas públicas estaduais de nível médio orientam-se num modelo de educação tradicional distanciando-se dos principais aspectos da vida cotidiana do aluno, enfatizando excessivamente um aprendizado mecânico sobre os conteúdos de conhecimento científico proposto nos livros didáticos (PERRENOUD, 2000). Práticas desse tipo impedem o questionamento em sala de aula e a instauração de um espaço de pesquisa, focando-se apenas na memorização dos conteúdos.

A abordagem desse aspecto “mecânico” de ensino-aprendizagem é questionada na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (2003). Freire (2004) destaca que o ensino de conceitos científicos na escola evidencia muito o papel do professor, deixando o estudante como “sombra” do processo. Esse aspecto é bastante discutido pelas correntes mais modernas de ensino-aprendizagem, especialmente o construtivismo.

A Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (2003), também pertence a “corrente” construtivista, demonstrou-se totalmente adequada para nortear e consolidar de forma geral o trabalho que foi desenvolvido.

Esta teoria propõe aos educadores “criar” mecanismos de ensino a partir de atividades que conduzam o aluno a obter conceitos fundamentais, e a aprendizagem significativa se dá a partir de conteúdos que os indivíduos já possuem na estrutura cognitiva. Estes conteúdos deverão receber novas informações que, por sua vez, poderão modificar e dar outras significações àquelas pré-existentes. Nas palavras do próprio autor da teoria “o fator mais importante que influi na aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe. Isto deve ser averiguado e o ensino deve depender desses dados” (AUSUBEL *et al.*, 1983).

A aprendizagem se dá através do ativo envolvimento do aprendiz na construção do conhecimento; as ideias prévias dos estudantes desempenham um papel fundamental no processo de aprendizagem, já que essa só é possível a partir daquilo que o aluno já conhece (MORTIMER, 2002). Desta forma, aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação é acoplada a uma estrutura cognitiva particular e específica, prévia, conhecida como “subsunçor”. A estrutura cognitiva do aprendiz tem conceitos pessoalmente relevantes, onde novas informações devem ser relacionadas para que o estudante possa organizar outros conhecimentos (MOREIRA *et al.*, 2006).

Nesse sentido, um material que pode ser relacionado à estrutura cognitiva do aluno, é potencialmente significativo; e pode ser uma figura, imagem, conceito, princípio etc (AUSUBEL *et al.*, 1983).

No presente estudo, o material será representado pelos Formicidae, que são abundantes e cosmopolitas; possibilitando assim que os alunos se apropriem de conhecimentos referentes a um grupo biológico tão próximo e, ao mesmo tempo, tão distante de seu cotidiano.

## **2 Objetivos**

### **2.1 Objetivo Geral**

- Elaborar uma proposta de estudo da diversidade biológica para o Ensino Médio, por meio dos formicídeos que compõe a fauna epigeica das Matas Ciliares. Esta metodologia de campo será apresentada sob a forma de uma “cartilha-CD”.

### **2.2 Objetivos Específicos**

1. Elaborar um protocolo de trabalho de campo, a partir da quantificação da riqueza e da abundância, ou seja, dos parâmetros que indicam a diversidade biológica de uma área;
2. Fazer coleta-piloto, de forma a entender as peculiaridades de implantação da prática;
3. Desenvolver uma chave dicotômica pictórica de identificação para as subfamílias de Formicidae;
4. Criar uma chave dicotômica pictórica de identificação para os gêneros de Formicidae mais frequentes;
5. Elaborar material didático, contendo: o protocolo de coleta; os táxons mais frequentes e abundantes nas áreas de estudo; as chaves de identificação, com comparativos sobre a diversidade de espécies e a conservação da área de matas ciliares.

## 3 Método

### 3.1 Áreas de Estudo

O estudo foi realizado em duas áreas de mata ciliar: Área I – aparentemente mais degradada: pertencente ao Parque Ecológico Municipal de Itaquaquecetuba (Itaquaquecetuba, SP), e Área II – menos degradada: situada dentro dos limites do Parque Natural Municipal Francisco Affonso de Mello (Mogi das Cruzes, SP). Os dois parques escolhidos se situam na bacia hidrográfica do Alto Tietê, que é uma região de grande importância ecológica, devido à quantidade de remanescentes de Mata Atlântica que ainda possui (Figura 1).



**Figura 1.** Localização das áreas analisadas. Em destaque os municípios de Itaquaquecetuba e Mogi das Cruzes, onde as coletas foram realizadas. Fonte: Imagem satélite – Google Earth, (2009).

O Parque Ecológico Municipal de Itaquaquecetuba (área I) foi criado pela prefeitura em 1997, com aproximadamente 200.000 m<sup>2</sup>, e até 1996 a área pertencia à empresa de extração de areia Itaquareia. Atualmente o parque é usado pelo público para caminhada, “picnic”, passeios de bicicleta e, também, pelos departamentos de Trânsito e da Defesa Civil e por uma escola de trânsito para crianças. Há também um viveiro de plantas onde produzem mudas para as praças e jardins do município. Esporadicamente, algumas áreas são aterradas e limpas para serem utilizadas na realização de shows e/ou eventos. O rio Tietê atravessa o parque por cerca de 3 km, e encontra-se bastante poluído; sua mata ciliar é muito reduzida, sendo restrita a trechos que variam de 5 a 15 metros da margem, com típica vegetação pioneira (Figura 2).



**Figura 2.** Área de Mata Ciliar no Parque Ecológico Municipal de Itaquaquecetuba (área I), com vegetação pioneira e *Eichornia crassipes* (aguapé), (Foto do Autor, 2008).

Já o Parque Natural Municipal Francisco Affonso de Mello (área II), está localizado na encosta da região Centro-Sul da Serra do Itapeti, com aproximadamente 3.523.000 m<sup>2</sup>. Encontra-se em uma área de perímetro urbano, sendo cercado por extensas áreas de capoeira,



com formações secundárias arbustivas provenientes de interferências antrópicas, silvicultura com plantio de *Pinus* sp. e *Eucaliptus* sp., além de pequenas lavouras e hortifrutigranjeiros. Entretanto, a área do Parque é considerada a mais bem preservada da Serra do Itapeti, e o rio que a atravessa tem vários braços. A mata ciliar está melhor consolidada (Figura 3), seguindo, inclusive padrões que excedem os previstos por lei que discriminam a medida mínima de 30 m da margem do rio (Lei nº 4.771/65).



**Figura 3.** Área de mata ciliar do Parque Natural Municipal Francisco Affonso de Mello (área II), vegetação densa e presença de emaranhado de raízes garantem maior estabilidade do solo e integridade do rio (Foto do Autor, 2008).

### 3.2 Protocolo de Coleta de Formigas

As formigas foram amostradas usando iscas de sardinha conservada em óleo vegetal comestível, pois esse tipo de material atrativo é o mais eficiente na coleta desses insetos (BESTELMEYER *et al.*, 2000). Ainda de acordo com este autor, a sardinha colocada no



centro do papel tende a atrair as espécies de formigas dominantes, enquanto que o óleo ao redor e embaixo deste material, atrai formigas menores e/ou menos agressivas.

A sardinha foi amassada, juntamente com o óleo, e pequenas porções foram colocadas em guardanapos de papel de aproximadamente 10 cm X 10 cm (BESTELMEYER *et al.*, 2000) (Figura 4).



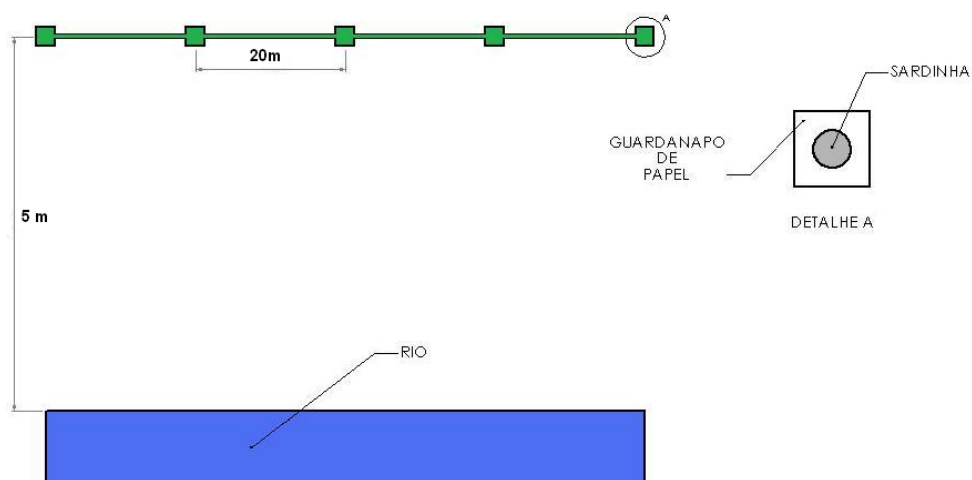
**Figura 4.** Material a ser utilizado em cada isca. Guardanapos de papel 10cm X 10cm, colher e sardinha amassada e conservada em óleo (Foto do Autor, 2008).

Em seguida, 50 iscas, assim preparadas, foram distribuídas ao longo da mata ciliar de ambas as localidades escolhidas para estudo, cada ponto que recebeu uma isca foi identificado com fita zebreada, de forma a dar referência para cada localidade (Figura 5).



**Figura 5.** Fita zebrada indicando que nesta localidade há uma isca para atração de formigas (Foto do Autor, 2008).

O desenho da distribuição das iscas pode ser notado na Figura 6. As iscas foram colocadas a cada 20 metros para evitar a pseudoreplicação, com uma distância de 5 metros da margem do rio. Esta medida ficou como padrão visto que a área do Parque Ecológico Municipal de Itaquaquetuba (área I) apresenta grau de borda bastante estreito, fator considerado como limitante para medida estabelecida.



**Figura 6.** Demonstração esquemática da distribuição das iscas de sardinha, ao longo da mata ciliar das áreas de estudo (Ilustração: Rafael Soares Cordeiro, 2008).

A permanência no campo foi de 45 minutos, pois, segundo Munhae (2008), esse tempo é o ideal para que as iscas não percam a sua atratividade. Feito isso, as iscas foram recolhidas, juntamente com todo o material vegetal que estavam em contato com elas, e colocadas em saquinhos de plástico etiquetados com informações sobre o ponto de coleta, horário e data (Figura 7, A e B).

As coletas da área I foram realizadas nos dias 07, 14, 21 e 28 de março; 04, 11, 18 e 25 de abril. Para a área II foram realizadas nos dias 15, 22 e 29 de março; 05, 12, 19 e 26 de abril e 05 de maio, sendo, portanto oito coletas para cada área e totalizando 16 coletas no total, durante a estação chuvosa de 2008.

As coletas foram realizadas uma vez por semana, durante oito semanas consecutivas, entre as 8h00 e 10h00.



**Figura 7.** Procedimento de coleta aplicado nas margens ciliares. (A) Coleta de material em saco plástico. (B) Saco plástico com material coletado e informações de campo na etiqueta (Fotos do Autor, 2008).

As formigas coletadas foram separadas dos demais insetos e mantidas em frascos contendo álcool 70% devidamente rotulados. Em seguida, classificadas usando Bolton *et al.* (2006).

### **3.3 Análise dos Dados**

Os dados foram analisados descritivamente por meio de gráficos, tabelas e frequência relativa de ocorrência e de abundância. A riqueza foi considerada como sendo o número de subfamílias e de gêneros e a abundância o número de espécimes em cada subfamília ou em cada gênero. A frequência de ocorrência foi calculada baseando-se em dados de presença e ausência, para que nenhum táxon fosse super ou subestimado, devido ao tamanho da colônia, comportamento de recrutamento das operárias e influência de colônias próximas às iscas.

As curvas de acumulação e do número de subfamílias estimados foram calculadas pelo software EstimateS 7.0 (COLWELL, 2007), bem como a curva de acumulação para os gêneros.

### **3.4 Elaboração de Material Didático - Estudo Piloto.**

Esse material servirá de apoio para os professores de Biologia durante as discussões e atividades práticas relacionadas à diversidade biológica. As seguintes informações deverão estar contempladas:

- protocolo de coleta padronizado, com todos os materiais necessários para a amostragem dos táxons mais frequentes e mais abundantes, tanto de uma área de mata ciliar mais antropizada como numa área menos antropizada;

- chaves dicotômicas pictóricas de identificação das subfamílias e dos gêneros mais frequentes e mais abundantes;
- comparação, por meio de fotos, da composição florística e da turbidez da água, salientando os diferentes ambientes estudados em relação à conservação;
- comparação das áreas estudadas, por meio do número de espécies generalistas e especialistas e;
- informações teóricas sobre a importância da manutenção da mata ciliar, e consequentemente da biodiversidade.

O produto final, que é uma “cartilha-CD”, consta na íntegra nos anexos (página 58).

## 4 Resultados e Discussão

Com o método adotado foi possível a coleta de quatro subfamílias no Parque Municipal de Itaquaquecetuba (Tabela 3) e no Parque Natural Municipal Francisco Affonso de Mello (Tabela 4). Em ambos os locais, as subfamílias coletadas são as mais características da região Neotropical, segundo Ward (2000). Além disso, o método também possibilitou a coleta da subfamília Ponerinae no Parque Natural Municipal Francisco Affonso de Mello, que por ser um táxon sensível aos distúrbios ambientais (DELABIE *et al.*, 2000), foi apenas encontrado no ambiente possivelmente mais estruturado.

**Tabela 3.** Número total de subfamílias, gêneros e abundância de formigas encontradas na mata ciliar do Parque Ecológico Municipal de Itaquaquecetuba, Itaquaquecetuba (SP).

<b>Subfamílias</b>	<b>Riqueza de Gêneros</b>	<b>Abundância</b>
Dolichoderinae	2	6653
Formicinae	3	1992
Myrmicinae	4	11281
Ponerinae	0	0
Pseudomyrmecinae	1	1
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>19927</b>

**Tabela 4.** Número total de subfamílias, gêneros e abundância de formigas encontradas na mata ciliar do Parque Natural Municipal Francisco Affonso de Mello, Mogi das Cruzes (SP).

<b>Subfamílias</b>	<b>Riqueza de Gêneros</b>	<b>Abundância</b>
Dolichoderinae	1	361
Formicinae	4	38
Myrmicinae	4	2814
Ponerinae	4	246
Pseudomyrmecinae	0	0
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>3459</b>

No total foram coletados 15 gêneros, sendo 10 na Área I e 13 na Área II. Os gêneros que foram coletados em ambas as áreas foram: *Crematogaster* (Lund, 1831), *Pheidole* (Westwood, 1841), *Solenopsis* (Westwood, 1841), *Wasmannia* (Forel, 1893), *Brachymyrmex* (Mayr, 1868), *Camponotus* (Mayr, 1861), *Paratrechina* (Motschoulsky, 1863), *Linepithema* (Mayr, 1866).

Na Área I apenas *Dorymyrmex* (Mayr, 1866) e *Pseudomyrmex* (Lund, 1831) foram exclusivos; já na área II tem-se: *Gnamptogenys* (Roger, 1863), *Hypoponera* (Santschi, 1938), *Myrmelachista* (Roger, 1863) e *Odontomachus* (Latreille, 1804). Todos, exceto *Myrmelachista*, pertencem à subfamília Ponerinae. Os gêneros que ocorreram em um maior número de iscas colocadas na área I, em ordem decrescente, foram: *Camponotus* (Mayr, 1863), *Linepithema* (Mayr, 1866), *Pheidole* (Westwood, 1841), *Paratrechina* (Motschoulsky, 1863), *Wasmannia* (Forel, 1893), *Solenopsis* (Westwood, 1841) e *Dorymyrmex*. Já para a área II, foram: *Pheidole*, *Solenopsis*, *Gnamptogenys*, *Linepithema*, *Wasmannia* e *Pachycondyla* (Fr. Smith, 1858).

O método escolhido propiciou estudar a diversidade biológica em áreas de matas ciliares, com maior ou menor grau de antropização, sob dois contextos: (1) coleta de um táxon característico de áreas mais preservadas, e (2) o número total de gêneros e de espécimes demonstrou que a área II possui maior riqueza e menor dominância de táxons generalistas, o que é característico de áreas mais preservadas e conseqüentemente com maior diversidade (RICKLEFS, 2009).

Diante dos resultados mostrados nas Tabelas 3 e 4, foi elaborada uma chave dicotômica para a identificação das subfamílias apenas com os caracteres diagnósticos de Dolichoderinae, Formicinae, Myrmicinae e Ponerinae, pois praticamente Pseudomyrmecinae não foi coletada nas áreas de estudo. Essa subfamília é arborícola e a sua ocorrência no solo é

ocasional (DELABIE *et al.*, 2000). Assim, e também devido a sua baixa ocorrência nas iscas, esse táxon foi desconsiderado na elaboração da chave dicotômica.

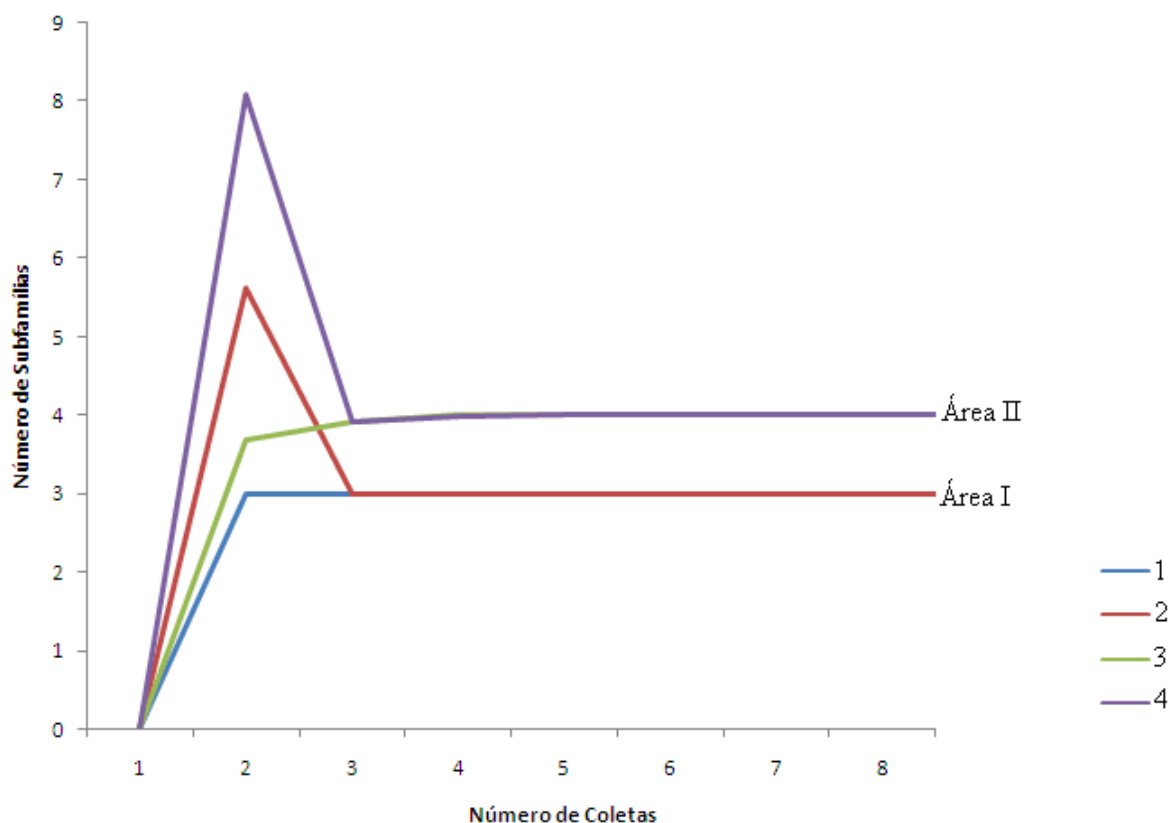
A subfamília Formicinae é caracterizada por liberarem ácido fórmico para defesa e suas larvas tecerem casulos. A subfamília Dolichoderinae é formada por formigas morfológicamente parecidas com Formicinae, quer dizer, a maioria é monomórfica e suas larvas são curtas e robustas, são dominantes em muitos ecossistemas, e também se caracterizam pelo odor de manteiga ransosa produzido por suas secreções defensivas (CAETANO *et al.*, 2002).

Já Myrmicinae possui grande parte de operárias pequenas, sendo muitas espécies polimórficas; as larvas são bastante heterogêneas, porém, o perfil lateral em todos os gêneros é constante. A subfamília Myrmicinae é a mais numerosa em espécies e possui espécies com adaptações ecológicas de todos os tipos (CAETANO *et al.*, 2002).

A subfamília Ponerinae é formada por espécies geralmente predadoras, e com um ferrão funcional. As larvas, vistas lateralmente, apresentam o tórax e parte do abdômen alongado, com uma porção dobrada ventralmente, com o resto do perfil ventral reto e dorsal convexo (CAETANO *et al.*, 2002).

Observando-se a Figura 8 constata-se que a coleta de Dolichoderinae, Formicinae, Myrmicinae e Ponerinae é possível de ser efetuada apenas com três expedições ao campo, pois o número de subfamílias observado e esperado (Chao2) atingiu a assíntota nessa fase, em ambas as áreas. Assim, no protocolo que está sendo desenvolvido visando orientar o professor no uso de novas abordagens e metodologias para o ensino da biodiversidade, constarão apenas três expedições ao campo.





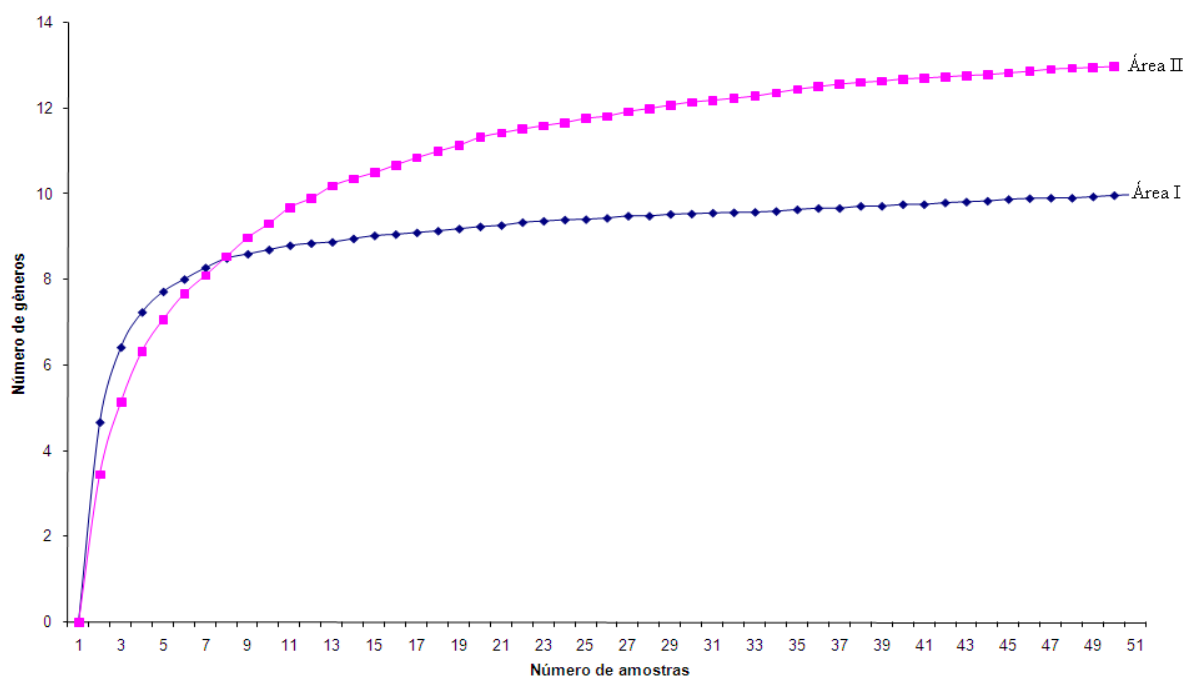
**Figura 8.** Curvas de acumulação de estimativa de riqueza para subfamílias de Formicidae, em relação ao número de coletas. Área I, 1- valor observado e 2- valor estimado e Área II, 3- valor observado e 4- valor estimado.

Assim, três expedições a campo são suficientes para amostragem das principais subfamílias, que constarão na chave dicotômica. Em relação aos gêneros, a chave para identificação será baseada naqueles que, dentre as duas áreas tiveram maior frequência de ocorrência (Tabela 5), representando cerca de 45% dos táxons mais abundantes e abrangendo as subfamílias que foram mais representadas. Neste caso, tem-se: *Camponotus*, *Dorymyrmex*, *Gnamptogenys*, *Linepithema*, *Pachycondyla*, *Paratrechina*, *Pheidole*, *Solenopsis* e *Wasmannia*.

**Tabela 5.** Número total de gêneros, frequência de ocorrência (FO%) e de abundância (FA%), de acordo com as duas áreas estudadas.

Subfamílias/Gêneros	Área I		Área II	
	FO%	FA%	FO%	FA%
<b>Subfamília Myrmicinae</b>				
<i>Crematogaster</i> Lund, 1831	2,040	0,745	2,299	0,525
<i>Pheidole</i> Westwood, 1841	15,918	21,125	26,436	61,108
<i>Solenopsis</i> Westwood, 1841	10,204	10,990	20,689	13,499
<i>Wasmannia</i> Forel, 1893	11,428	22,855	8,046	7,289
<b>Subfamília Formicinae</b>				
<i>Brachymyrmex</i> Mayr, 1868	4,081	0,700	2,873	0,321
<i>Camponotus</i> Mayr, 1861	18,367	1,501	0,575	0,612
<i>Myrmelachista</i> Roger, 1863	-	-	1,149	0,029
<i>Paratrechina</i> Motschoulsky, 1863	13,469	8,594	4,023	0,379
<b>Subfamília Dolichoderinae</b>				
<i>Dorymyrmex</i> Mayr, 1866	6,122	0,220	-	-
<i>Linepithema</i> Mayr, 1866	17,959	33,265	8,046	9,796
<b>Subfamília Ponerinae</b>				
<i>Gnamptogenys</i> Roger, 1863	-	-	16,091	5,743
<i>Hypoponera</i> Santschi, 1938	-	-	1,149	0,029
<i>Odontomachus</i> Latreille, 1804	-	-	1,724	0,204
<i>Pachycondyla</i> Fr. Smith, 1858	-	-	6,896	0,466
<b>Subfamília Pseudomyrmecinae</b>				
<i>Pseudomyrmex</i> Lund, 1831	0,408	0,005	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

O número total de iscas que deverá ser colocado em cada área, para a amostragem da maioria dos gêneros, variou de 10 a 15 (Figura 9); ou seja, na área I a amostragem realizada com 10 iscas foi suficiente, e na área II a curva não se estabilizou. Assim, o protocolo a ser trabalhado com os alunos deverá abranger 15 iscas, para que todos os gêneros sejam contemplados.



**Figura 9** – Curva de acumulação para os gêneros de Formicidae observados no Parque Ecológico de Itaquaquecetuba (Área I) e Parque Natural Municipal Francisco Affonso de Mello (Área II).

A não estabilização da curva de acumulação para os gêneros na área II sugere que este ambiente pode ser uma área preservada, o que necessitaria de um esforço amostral suplementar, pois a diversidade no ambiente é maior. De acordo com Longino *et al.* (2002) e Leponce *et al.* (2004), usando espécies, as curvas de acumulação dificilmente se estabilizam em áreas tropicais. Para Santos *et al.* (2006), esse resultado é comum para comunidades de formigas e pode estar relacionado à distribuição agregada das espécies. Entretanto, como o trabalho realizado tem como um dos objetivos determinar um protocolo de coletas, visando o estudo comparativo da biodiversidade por parte de alunos de ensino médio, não será necessário aumentar o esforço amostral para que praticamente todas as espécies sejam coletadas.

Com a quantidade de expedições necessárias ao campo e o número de iscas delimitado, o trabalho do professor fica direcionado e essa prática poderá ser realizada até mesmo nos jardins, cozinha, banheiro, quintal e demais dependências da escola; simulando

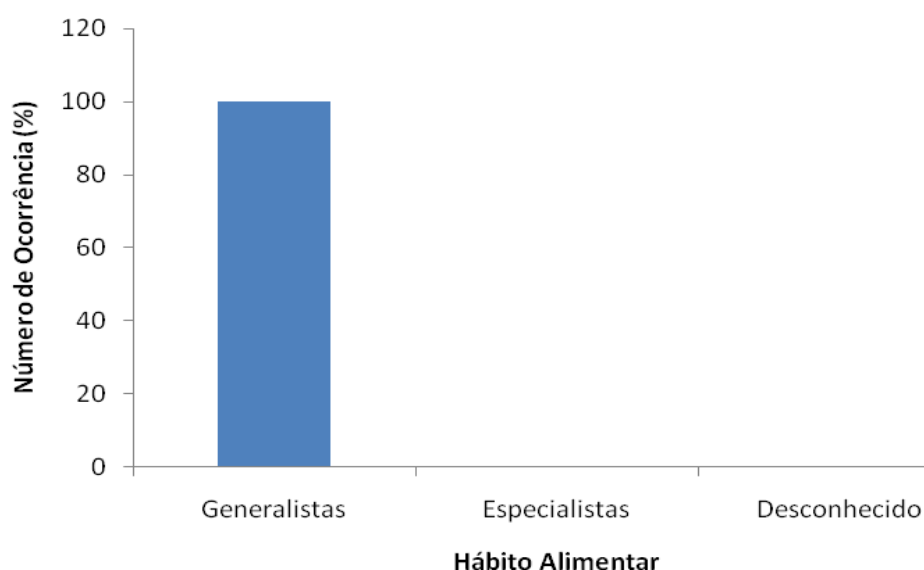
apenas as características de áreas antropizadas. Neste caso, o professor delineará um outro objetivo geral para atividade prática a ser realizada, que pode ser tão rico quanto esse, que trarão resultados e discussões surpreendentes.

Como subsídio para a discussão que deverá compor o protocolo de trabalho do professor, a Tabela 6 relaciona os gêneros amostrados, nas duas áreas selecionadas para o estudo, aos seus hábitos alimentares e microhabitat. Assim, os gêneros coletados foram classificados por Brown (2000) como generalistas e especialistas.

**Tabela 6.** Hábito alimentar e microhabitat dos gêneros coletados de acordo com as áreas de estudo. (Brown, 2000).

<b>Gênero</b>	<b>Habito alimentar</b>	<b>Microhabitat</b>	<b>Área I</b>	<b>Área II</b>
<i>Brachymyrmex</i>	Generalistas	Nidificam em sementes, árvores e frutos caídos	X	X
<i>Camponotus</i>	Generalistas	Nidificam no solo, em árvores e madeira morta	X	X
<i>Crematogaster</i>	Generalistas	Arborícolas, nidificam em buracos de árvores e troncos caídos	X	X
<i>Dorymyrmex</i>	Generalistas	Desconhecido	X	
<i>Gnamptogenys</i>	Especialista/ Predadora	Nidificam no solo e em troncos podres		X
<i>Hypoponera</i>	Generalistas	Nidificam na serapilheira		X
<i>Linepithema</i>	Generalistas	Desconhecido	X	X
<i>Myrmelachista</i>	Desconhecido	Maioria nidifica nas cavidades das plantas		X
<i>Odontomachus</i>	Especialista/ Predadoras	Epigéicas		X
<i>Pachycondyla</i>	Especialista/ Predadoras	Desconhecido		X
<i>Paratrechina</i>	Generalistas	Desconhecido	X	X
<i>Pheidole</i>	Generalistas e algumas coletam sementes	Maioria nidifica no solo, e alguns em madeira podre	X	X
<i>Pseudomyrmex</i>	Predadoras generalistas	Maioria arborícola	X	
<i>Solenopsis</i>	Generalistas	Nidificam no solo e na serapilheira	X	X
<i>Wasmannia</i>	Generalistas	Arborícolas e nidificam no solo ou em troncos caídos	X	X

O protocolo de coletas que foi conduzido também permitirá ao professor discutir sobre as características biológicas relacionadas aos táxons generalistas e especialistas. Táxons generalistas são aqueles menos específicos em relação aos nichos, e que possuem hábitos alimentares menos exigentes. No caso do inseto usado como instrumento de estudo, tem-se: *Brachymyrmex*, *Camponotus*, *Crematogaster*, *Dorymyrmex*, *Hypoponera*, *Linepithema*, *Paratrechina*, *Pheidole*, *Pseudomyrmex*, *Solenopsis*, *Wasmannia* (Figura 10), com maior abundância na área I, considerada como mais antropizada.

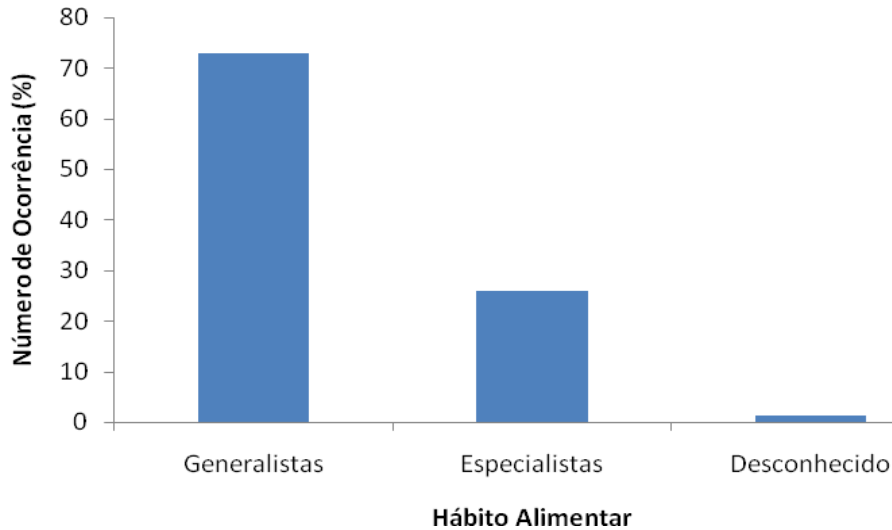


**Figura 10.** Número de indivíduos por frequência de ocorrência (%) X hábito alimentar na área I - Parque Ecológico Municipal de Itaquaquecetuba, Itaquaquecetuba (SP).

Já os especialistas apresentam nichos e hábitos alimentares mais específicos e, conseqüentemente, apresentam maior sensibilidade às influências antrópicas. Táxons com esse grau de exigência foram amostrados (*Gnamptogenys*, *Odontomachus* e *Pachycondyla*) apenas na área II (Figura 11), que foi considerada aqui como mais preservada.

Uma característica importante que deve ser ressaltada pelo professor é a disponibilidade e variedade de locais de nidificação, de recursos alimentares fornecidos pela alta diversidade vegetal e animal existentes, o que conseqüentemente leva a um aumento na riqueza das áreas mais preservadas (DIEHL *et al.*, 2005). A ocorrência de gêneros de hábitos

generalistas, como mostram as Figuras 10 e 11 é semelhante entre as duas áreas, porém, em relação à abundância, as espécies generalistas se sobressaem na área I.



**Figura 11.** Número de indivíduos por frequência de ocorrência (%) X hábito alimentar na área II - Parque Natural Municipal Francisco Affonso de Mello, Mogi das Cruzes (SP).

#### 4.1 Material Didático - Estudo Piloto.

O material constitui a proposta de uma cartilha-CD para os professores de biologia, na busca de promover o diálogo para a construção de um aprendizado ativo, que transcenda à memorização de nomes de sistemas e processos, mas que favoreça a prática da investigação científica por meio de uma ferramenta que dinamize as aulas sobre diversidade biológica, utilizando formigas de mata ciliar como objeto para construção desse diálogo.

Neste material o professor encontrará uma proposta de aula de campo, condições práticas e de baixo custo para envolver os estudantes em investigações científicas; desenvolverá nos alunos a capacidade de interpretar problemas; instigará o diálogo científico e a observação crítica do meio ambiente. Desenvolvendo assim habilidades e competências

que familiarizarão os alunos à realidade em sua volta, como recomendado nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2002).

Para tanto, é parte integrante da cartilha-CD:

- a) Aspectos relevantes sobre o bioma de Mata Atlântica, matas ciliares e formigas; que servirão como fundamentação teórica e subsídio para o professor;
- b) Materiais a serem utilizados;
- c) Procedimento: Passo-a-passo ilustrado. Organizado em 3 momentos: pré-campo, campo e pós-campo;
- d) Chave pictórica para identificação de subfamílias e gêneros de formigas;
- e) Tabela de nichos ecológicos dos principais gêneros, que servirá como referencial para abordagem ecológica nos resultados, discussões e conclusões;
- f) 2 fichas para os grupos, sendo uma para campo e outra para a fase de pós-campo;
- g) Um estudo de caso, para exemplificar a prática sugerida para estudo de diversidade biológica.

O material foi organizado baseado nos documentos norteadores do ensino médio, a saber: Leis de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), Orientações Curriculares do Ensino Médio (ECEM) e Proposta Curricular do Estado de São Paulo, para dar fundamentação legal para implementação da prática.

Está sistematizado em três fases: pré-campo, que explicita todos os ‘detonadores’ e materiais que o professor deverá preparar para a prática, como o presente estudo está pautado dentro dos princípios do construtivismo, especialmente os subsunçores sugeridos por David Ausubel, seria interessante que o professor propusesse aos alunos um ‘diagnóstico’ de pré-campo, desenvolvido por meio de mapas conceituais, aonde o aluno colocaria em caixas suas ideias centrais, aquilo que já tem em sua estrutura cognitiva, e faria um ‘link’ entre as ideias

daquelas caixas. O professor entra, mais tarde, com as refacções de forma a modificar os conceitos equivocados e aprimorar os corretos. Isso seria uma das premissas da Aprendizagem Significativa na prática.

Há também a fase de campo, com detalhamento da prática em si num guia de fotos e ilustrações que fazem conexões com o professor por meio de personagens que abordam assuntos relacionados à prática, são sugestões para enriquecer ainda mais a aula. E, finalmente a fase de pós-campo, esta direciona a atividade com um rico estudo de caso que potencializará a discussão. Por tratar-se de um material a ser construído, essa cartilha caracteriza-se como uma ferramenta norteadora, os resultados serão exclusivos a cada prática.



## 5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Na intenção de que o processo de ensino-aprendizagem seja cada vez mais estimulante e significativo, tanto para o professor quanto para o aluno, foi usado como objeto de estudo as formigas. Elas foram escolhidas pois, apesar de serem insetos que estão presentes rotineiramente na vida de qualquer pessoa, poucos sabem de sua diversidade nas regiões tropicais e a sua relação com a manutenção do equilíbrio dos ecossistemas. Assim, durante o trabalho foi possível elaborar um roteiro de uma atividade de campo, dando ao professor de ensino médio elementos concretos para que ele possa aplicá-lo em sala de aula. Além disso, foi possível discutir também a importância das matas ciliares e a função das formigas dentro deste ecossistema.

Como o roteiro da atividade de campo foi proposto para o professor aplicar, é interessante que, após o conhecimento das espécies de formigas e de suas funções no ecossistema, haja um convite à responsabilidade de cada aluno e o seu papel na preservação. Neste caso, a escola vem a ser o canal que pode e deve alimentar esse tipo de discussão; inclusive aproveitando a ocasião para apresentar o trabalho dos alunos à comunidade da escola e/ou do bairro. Assim, os alunos serão incentivados a demonstrar efetivamente o que entenderam, vivenciando o SABER com o FAZER e irão perceber a importância da pesquisa realizada numa outra escala de discussão.

Essa proposta favorece na aprendizagem significativa, exatamente porque valoriza o conhecimento prévio, a realidade local e o protagonismo do estudante. Esse ponto também é fundamental para a divulgação de ideias e pensamentos sobre a preservação dos ecossistemas, fazendo da atividade proposta um importante elemento de transposição didática para a aprendizagem significativa sobre biodiversidade; termo amplamente mencionado, porém com pouca propriedade, especialmente prática.

## REFERÊNCIAS

AGOSTI, D.; MAJER, L.E.; ALONSO & T.R. SCHULTZ. **Ants: Standards methods for measuring and monitoring biodiversity**. Washington: Smithsonian Institution Press, 2000, 280 p.

ALONSO, L.E.; AGOSTI, D. Biodiversity studies, monitoring, and: a overview. In: **Ants: Standards methods for measuring and monitoring biodiversity**. Washington & London: Smithsonian Institution Press, 2000, 1-8p.

ANDERSEN, A.N.; HOFFMAN, B.D.; MULLER, 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.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicología Educativa: un punto de vista cognoscitivo**. México: Trillas, 1983.

\_\_\_\_\_, **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2003.

BARLING, R.D. & MOORE, I.D. Role of buffer strips in management of waterway pollution: a review. **Environmental Management** 18: 543-558, 1994.

BARROS, S.M.; SCHOEREDER J.H.; CAMPOS, R.B.F. Qual o limite ideal para a preservação da mata ciliar? **Biológico**. V. 69, suplemento 2, p. 325-326, 2007.

BESTELMEYER, B.T.; AGOSTI, D.; ALONSO, L.E.; BRANDÃO, C.R.F.; BROWN Jr., W.L.; DELABIE, J.H.C.; SILVESTRE, R. Field Techniques for the study of grounddwelling ants: An overview, description and avaluation. In: Agosti, D.; Majer, J.D.; Alonso, L.E.; Schultz, T.R. (eds). **Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity**. Washington & London: Smithsonian Institute Press, 2000, 122-144 p.

BIZZO, N. Ciências Biológicas. In DPEM/SEB/MEC. **Orientações Curriculares do Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEB, 2004.

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. Harvard University Press, Cambridge, 2006.

BRANDÃO, C.R.F. Reino Animalia: Formicidae. In: Joly, C.A.; Canello, E. M. (Ed.). **Invertebrados Terrestres**. (Biodiversidade do Estado de São Paulo: síntese do conhecimento ao final do século XX, 5). São Paulo: FAPESP, P. 58-63, 1999.

BRASIL, Código Florestal. **Lei nº 4.771/65 de 15 de setembro de 1995**. Brasília, DF, 1965.

\_\_\_\_\_. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei nº 9.394/96 de 20 de dezembro. 1996.

\_\_\_\_\_. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEB, p.13, 1999.

\_\_\_\_\_. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEB, p.219, 2002.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação – MEC, Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**; vol. 2, 135 p. 2008.

BROWN, JR.W.L. Diversity of ants. In: AGOSTI, D.; MAJER, J.D.; TENNANT DE ALONSO, L.; SCHULTZ, T. (eds). **Measuring and monitoring biological diversity: standards methods for ground living ants**. Washington: Smithsonian Institution Press, 2000, 45-79 p.

BUENO, O.C; CAMPOS-FARINHA, A.E. Formigas urbanas: estratégias de controle. **Vetores e pragas**. v. 2, p. 5-7, 1999.

CAETANO, F. H.; JAFFÉ, K.; ZARA, F. J. **Formigas: biologia e anatomia**. Rio Claro: FHC, 131 p, 2002.

CAMPOS, J.B. & SOUZA, M.C. Arboreal Vegetation of an Alluvial Riparian Forest and Their Soil Relations: Porto Rico Island, Paraná River, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology** 45(2): 137-149, 2002.

CASTRO, C. & MAGALHÃES, M.A.B. **Novas Tecnologias para o Ensino das Ciências**. Brasília, MEC, 1979, 27 p.

CHEVALLARD, Y. **La transposition didactique**. Grenoble: La Pensée Sauvage Editions, 1991.

COLWELL, R.K. **EstimateS**: Statistical estimation of species richness and shared species from sample. Version 8.0 User's guide and application. Disponível em: <http://viceroy.ceb.uconn.edu/EstimateS>. Acesso em 12/12/08, 2008.

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

DEMO, P. **Saber pensar**. São Paulo: Cortez, 2001.

DIEHL, E.; SACCHETT, F.; ALBUQUERQUE, E.Z. Riqueza de formigas de solo na praia da Pedreira, Parque Estadual de Itapuã, Viamão, RS, Brasil. **Rev. Bras. Entomol**, v.49, n. 4, p. 552-556, 2005.

FERNÁNDEZ, F. Claves taxonómicas y la divulgación del conocimiento taxonômico em mirmecología. In: **Anais do XIX Simpósio de Mirmecologia I Encontro Franco-Brasileiro de Mirmecologia**, Ouro Preto – M.G, p. 1-7, 2009.

FOLGARAIT, P.J. Ant Biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review. **Biodiversity and Conservation**, 7: 1221-1244, 1998.

FREIRE, PAULO. **Pedagogia da Autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 30ª edição. São Paulo: Paz e Terra, 2004.

GILLER, P.S. The diversity of soil communities, the 'poor man's tropical rainforest'. **Biodiversity and Conservation**, 5: 135-168, 1996.

GOOGLE EARTH. Disponível em: <http://www.googleearth.com.br>. Acesso em: 14 jan. 19: 26, 2010.

HOFSTEIN, A. & LUNNETA, V. N. The role of the laboratory in Science Teaching: Neglected Aspects of Research". **Review of Education Research**. 52 (2): 201-217, USA, Summer, 1982.

HÖLDOBLER, B. & E.O. WILSON. **The ants**. Cambridge: Harvard University Press, 1990, 732p.

HURD, P. **A Rationale for a Science, Technology and Society Theme Education**. USA, National Science Teachers Association Yearbook, p. 94-100, 1986.

IVANAUSKAS, N.M.; RODRIGUES, R.R. & NAVE, A.G. Aspectos ecológicos de um trecho de floresta de brejo em Itatinga, SP: florística, fitossociologia e seletividade de espécies. **Revista Brasileira de Botânica** 20(2): 139-153, 1997.

JOHNSON, M.A.; SARAIVA, P.M. & COELHO, D.. The role of gallery forests in the distribution of Cerrado mammals. **Revista Brasileira de Biologia** 59(3): 421-427, 1999.

KAGEYAMA, P. & GANDARA, F.B. Recuperação de áreas ciliares. Pp. 249-269. In: R.R. Rodrigues & H.F. Leitão-Filho. 2000. **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. São Paulo, EDUSP/ Editora da Universidade de São Paulo, 2000.

KRASILCHIK, M. "The ecology of Science Education: Brazil 1950-1990". **International Journal of Science Education**, UK, vol. 17, n. 4, p. 413-423, 1995.

\_\_\_\_\_. **Prática de Ensino de Biologia**. São Paulo: Edusp, 4ª edição, 2008, 200 p.

KRONKA, F.J.N.; MATSUKUMA, C.K.; NALON, M.A.; CALI, I.H.D.; ROSSI, M.; MATTOS, I.F.A.; SHIN-IKE, M.S.; PONTINHAS, A.A.S. Inventário florestal do estado de São Paulo. São Paulo: **Instituto Florestal**. 199 p, 2005.

LEAL, I.R. Dispersão de sementes por formigas na caatinga, p. 435-460. In: I.R. Leal, M. Tabarelli & J.M. Silva (eds.), **Ecologia e conservação da caatinga**. Editora da Universidade Federal do Pernambuco, Recife, 802 p, 2003.

LEPONCE, M.; THEUNIS, L.; DELABIE, J.H.C.; ROISIN, Y. Scale dependence of diversity measures in a leaf-litter ant assemblage. **Ecography**, v. 27, p. 253-267, 2004.

LIMA, W.P. **Função hidrológica da mata ciliar**. In: Simpósio sobre mata ciliar (L.M. Barbosa, coord.). Fundação Cargill, Campinas, p. 25-42, 1989.

LIMA, M.G. & GASCON, C. The conservation value of linear forest remnants in central Amazônia. **Biological Conservation** 91: 241-24, 1999.

LIMA, W.P. & ZAKIA, M.J.B. Hidrologia de Matas Ciliares, Pp. 33-44. In: R.R. Rodrigues & H.F. Leitão-Filho, 2000. **Matas Ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo, EDUSP/Editora da Universidade de São Paulo, 2000.

LONGINO, J. T.; CODDINGTON, J. COLWELL, R.K. The ant fauna of a tropical rain forest: estimating species richness in 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: lãs hormigas de la ciudade de Coatepec, Veracruz, México. **Sociobiology**. v. 42, p. 605-622, 2003.

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

MALDANER, O.A.; ZANON, L.B.; AUTH, M.A. Pesquisas sobre educação em ciências e formação de professors. In: SANTOS, F.M.T.; GRECA, I.M. (Org.). **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias**. Ijuí/RS: EDUNIJUÍ, 2006.

MATUI, J. **Construtivismo: Teoria construtivista sócio-histórica aplicada ao ensino**. São Paulo: Moderna, 2003, p. 179.

MEIRIEU, P. **Aprender...sim, mas como?** Porto Alegre: Artmed, 7ª Edição, 1998.

MONTAG, L.F.A.; SMITH, W.S.; BARRELLA, W. & PETRERE Jr., M.. As influências e as relações das matas ciliares nas comunidades de peixes do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Ecologia** 1: 76-80, 1997.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: A teoria de David Ausubel**. 2ª edição, São Paulo: Centauro, 2006.

MORTIMER, E. F. Uma agenda para a pesquisa em educação em ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Porto Alegre, v. 2, n. 1, p. 36-59, 2002.

MOUTINHO, P.R., D.C. NEPSTAD, K. ARAÚJO & C. UHL. Formigas e floresta: Estudo para a recuperação de áreas de pastagem. **Ciên. Hoje** 15: 59-60, 1983.

MUNHAE, C.B. **Composição da Mirmecofauna em áreas verdes urbanizadas próximas a remanescentes de Mata Atlântica**. Dissertação de Mestrado, Mogi das Cruzes, Universidade de Mogi das Cruzes, p.102, 2008.

MURPHY, D.D. Desafios à diversidade biológica em áreas urbanas. In: WILSON, E. O; PETER, F.M. **Biodiversidade**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 657 p. 1997.

OSBORN, F; GOITIA, W.; CABRERA, M.; JAFFÉ, K. Ants, plants and butterflies as diversity indicators: Comparisons between at six forest sites in Venezuela. **Studies of Neotropical Fauna and Environment**. 34: 59-64, 1999.

PERRENOUD, P. **Pedagogia diferenciada – Das intenções à ação**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

RIBEIRO, J.F. & WALTER, B.M.T. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. Pp. 89-166. In: S.M. Sano & S.P. Almeida. **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina, EMBRAPA/Cerrados. 1998.

RICKLEFS, R. E. **A Economia da Natureza**. Ed. Guanabara Koogan, 5ª edição, 507 p, 2009.

SAMPAIO, A.B.; WALTER, B.M.T. & FELFILI, J.M.. Diversidade e distribuição de espécies arbóreas em duas matas de galeria na micro-bacia do Riacho Fundo, Distrito Federal. **Acta Botânica Brasílica** 14(2):197-214, 2000.

SANCHEZ, M.; PEDRONI, F.; LEITÃO-FILHO, H.F. & CÉSAR, O. Composição florística de um trecho de floresta ripária na Mata Atlântica em Picinguaba, Ubatuba, SP. **Revista Brasileira de Botânica** 22(1): 31-34, 1999.

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. **Ser. Zool**, v. 96, n. 1, p. 95-101, 2006.

SÃO PAULO, Secretaria do Estado da Educação. **Proposta Curricular do Estado de São Paulo: Biologia – Ensino Médio**, 2009.

SILVA, R.R.; BRANDÃO, C.R.F.. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) como indicadores da qualidade ambiental e da biodiversidade de outros invertebrados terrestres. **Biotemas**. 12(2): 55-73, 1999.

SILVESTRE, R.; SILVA, R.R. Guildas de formigas da Estação Ecológica Jataí, Luís Antônio – SP – sugestões para a aplicação de guildas como bio-indicadores ambientais. **Biotemas**. 14(1): 37-69, 2001.

XAVIER, A.F., BOLZARI, B.M., JORDÃO, S. Unidade de conservação da natureza no Estado de São Paulo, unidade 3. In: RODRIGUES, R.R; BONONI, V.L.R., (org).2008. Diretrizes para a conservação e restauração da biodiversidade no Estado de São Paulo: **Instituto de Botânica** p. 24.: il, 2008.

WARD, P.S. Broad-scale patterns of diversity in leaf litter ant communities. In: AGOSTI, D.; MAJER, J.D.; ALONSO, L.E.; SCHULTZ, T.R. (eds.). **Ants: standard methods for measuring monitoring biodiversity**. London: Smithsonian Institution Press, 2000.

WILSON, E. O. CASTE: ants. In: Wilson, E.O. (ed). **The insect societies**. Cambridge, Massachusetts: Belknap Harvard University Press, p. 136-165, 1971.

WIRTH, R.; W. BEYSCHLAG, H. HERZ, R.J. RYEL & B. HÖLDOBLER. The herbivory of leaf-cutting ants. A case study on *Atta colombica* in the tropical rainforest of Panamá. **Ecological Studies** 164, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 230p, 1997.

WISKE, M. S. **Ensino para compreensão: A pesquisa na prática**. Porto Alegre: Artmed, 2007, 248 p.



**APÊNDICE A: CARTILHA-CD.**

**O USO DE MIRMECOFAUNA EM MATA CILIAR COMO  
UMA PROPOSTA PARA ESTUDO PRÁTICO DE  
DIVERSIDADE BIOLÓGICA NO ENSINO MÉDIO**

## Nossos Ecossistemas

Tanto no meio científico quanto entre a população em geral, a utilização dos recursos naturais pelo ser humano tem sido bastante questionada ultimamente; pois, muitas vezes ela se dá de forma inconsequente, resultando num conjunto de problemas ambientais, como a extinção de várias espécies da fauna e flora, mudanças climáticas locais, erosão dos solos, eutrofização e assoreamentos dos cursos d'água. Condições como essas, têm ocorrido nos mais diversos biomas brasileiros.

O bioma denominado Floresta Pluvial Costeiro, ou Mata Atlântica, situa-se nas montanhas e planícies costeiras, desde o Rio Grande do Norte até o Rio Grande do Sul. Este tipo de mata tem árvores com folhas largas (latifoliadas) e perenes (perenifólias). A altura média do andar superior oscila entre 30m e 35m, mas a maior densidade da vegetação é o andar arbustivo. Há grande diversidade de epífitas como bromélias e orquídeas.

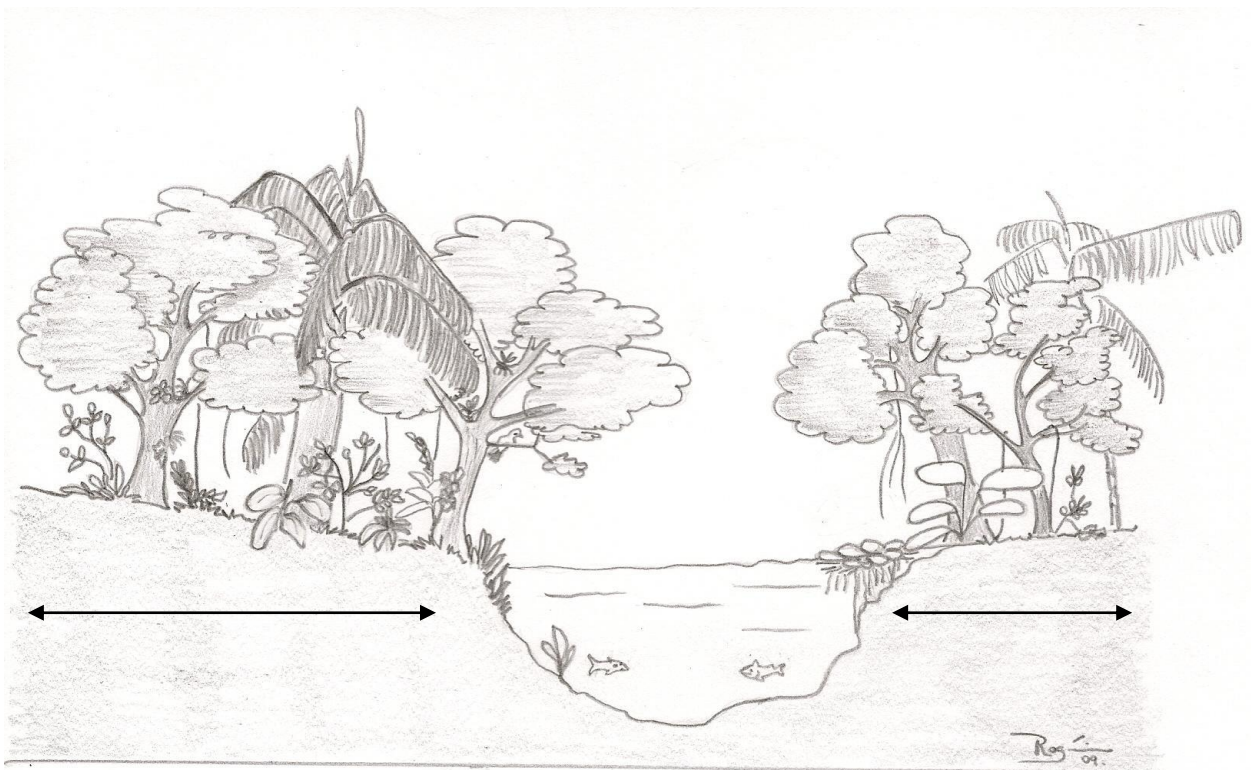
Há séculos este ecossistema é explorado, com suas áreas sendo destruídas para dar lugar a plantações de cana-de-açúcar, cacau e banana, em outros locais sofre com explorações de palmito. A Mata Atlântica é um dos ecossistemas mais devastados pela exploração humana, resultando dela apenas cerca de 7% das formações originais, estes, representados por áreas descontínuas como a Serra do Mar, e, por último, algumas porções de matas ciliares.

Nesse panorama devastador, nem mesmo as matas ciliares escaparam da destruição; basta considerar que muitas cidades foram formadas às margens dos rios, eliminando todo tipo de vegetação ciliar, e muitas sofrem hoje com constantes inundações, que ocasionam doenças e modificação da paisagem.

### ...Mas, qual o papel das matas ciliares?...

As matas ciliares atuam como barreira física, regulando os processos de troca entre os ecossistemas terrestres e aquáticos e desenvolvendo condições propícias à infiltração. A presença dessas matas reduz significativamente a possibilidade de contaminação dos cursos d'água por sedimentos, resíduos de adubos e defensivos agrícolas, conduzidos pelo escoamento superficial da água no terreno.

A conservação e a recuperação das matas ciliares e o manejo sustentável de bacias hidrográficas afetam diretamente a qualidade e a quantidade de água, a manutenção do microclima da região e a preservação da fauna silvestre e aquática, entre outros. São tão importantes que a Lei nº 4.771, de 15/09/65 – Código Florestal, em seus artigos 1º, 2º e 3º, determina que deve ter no mínimo 30m até 500m a partir da margem (Figura 1).



**Figura 1.** Ilustração da mata ciliar. As setas indicam a área de mata que atua como filtro de sedimentos preservando o leito do rio (Ilustração do Autor, 2008).

## O papel ecológico das formigas.

Os seres vivos desempenham um papel ecológico importante por afetar de maneira positiva ou negativa o ambiente, neste caso tem-se o ser humano. Outras espécies, como por exemplo, as formigas, já afetam positivamente o ambiente. Elas são abundantes e bem poucas são consideradas como pragas. Podemos encontrá-las em todos os ecossistemas, nos mais variados nichos, exceto nos pólos glaciais.

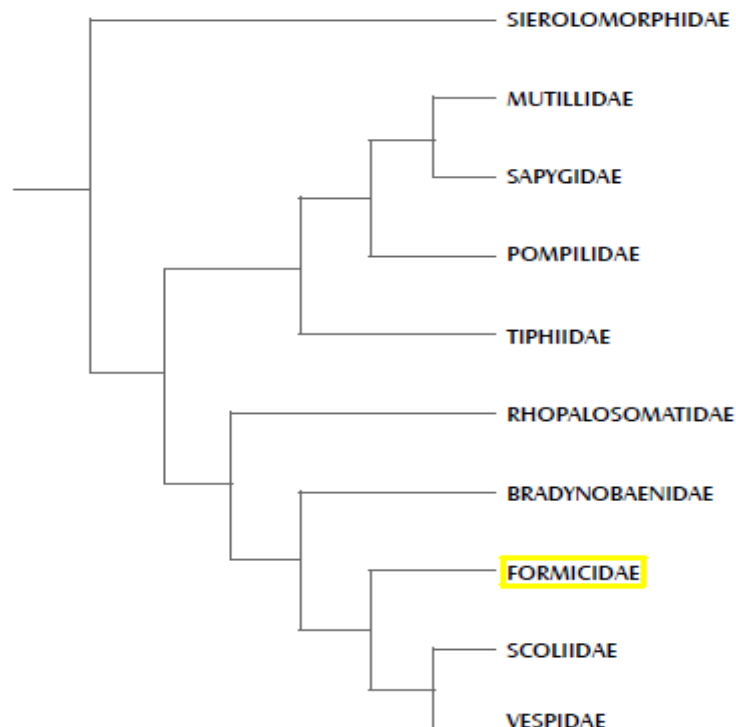
A presença das formigas como biomassa, nos diferentes ecossistemas, não é conhecida, porém alguns estudos sugerem que podem chegar a representar cerca de 40% da biomassa de invertebrados em alguns ecossistemas. Dentro das cadeias alimentares, as formigas podem ocupar diferentes lugares, uma vez que existem espécies herbívoras, carnívoras e detritívoras. Assim, temos as generalistas, ou seja, com hábitos alimentares menos exigentes e as especialistas, com hábitos alimentares mais exigentes, o que aumenta sua sensibilidade ao ambiente onde ocorre.

Dentre outros papéis que desempenham nos ecossistemas estão: associações com outros insetos; cultivo de fungo, como é caso das formigas cortadeiras dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex*; tem aquelas espécies que participam ativamente na distribuição espacial das populações das plantas, pois atuam como dispersoras de sementes, inclusive carregando-as para áreas degradadas, proporcionando um aumento na vegetação.

Algumas formigas podem ser usadas como bioindicadores, ou seja, indicadores ambientais ou indicadores da diversidade biológica; inclusive para o monitoramento de áreas em processo de regeneração. As características que nos permite usá-las como indicadores biológicos são: abundância e riqueza dos espécimes local, comportamentos especializados, e também por serem sensíveis às mudanças nas condições do ambiente.

## Como as formigas são classificadas?

As formigas estão inclusas dentro do grupo dos animais com a maior diversidade de espécies no mundo, os insetos. Todas estão reunidas em uma só família Formicidae, cujo nome é de origem latina, que significa “organismos que liberam ácido fórmico”; neste caso, apenas as espécies da subfamília Formicinae é quem fazem isso. As formigas estão filogeneticamente mais próximos das abelhas e vespas; todos pertencentes à Ordem Hymenoptera, como mostra a Figura 2. Entende-se que as formigas pertencem a um grupo monofilético, apresentando como sinapomorfias a presença de glândula metapleurálica, pecíolo (e pós-pecíolo) e antena abruptamente segmentada. Esta combinação diferencia as formigas de qualquer outro grupo de insetos.



**Figura 2.** Filogenia das famílias incluídas dentro da Ordem Hymenoptera, que está dentro da Classe Insecta. Destaque para a família Formicidae, onde todas as formigas estão agrupadas, segundo Brothers (1999).

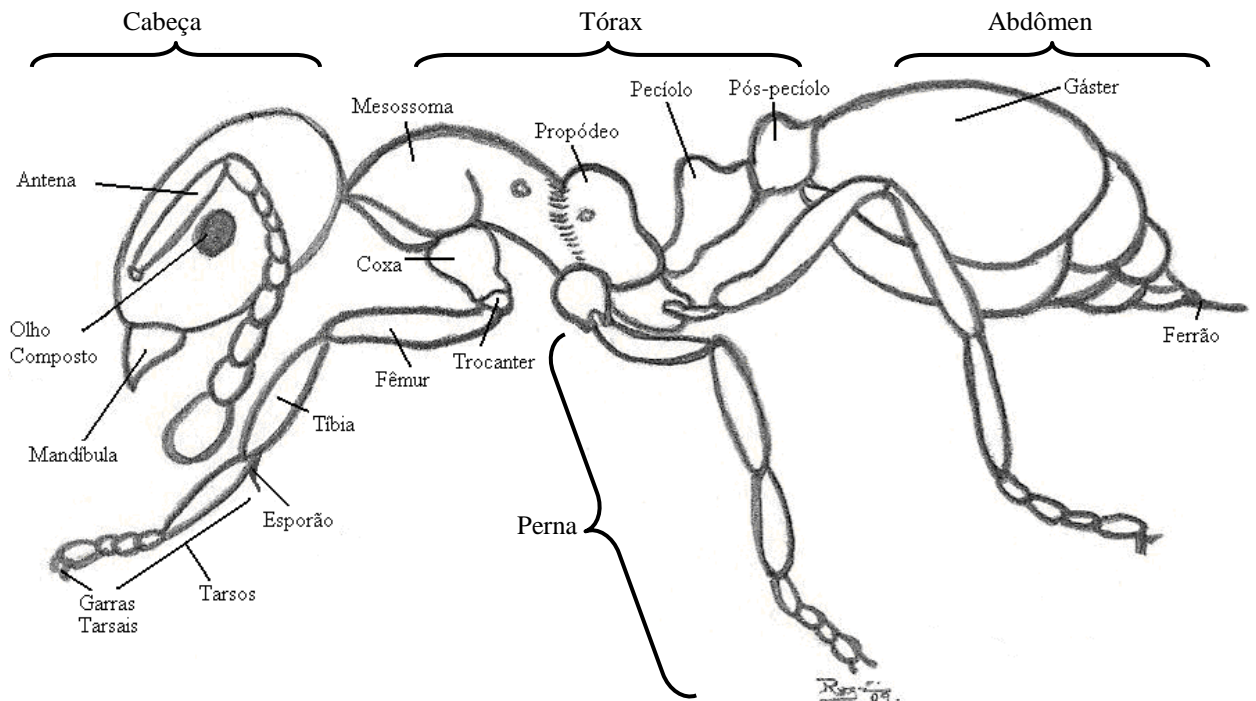
Atualmente tem-se em média 12.000 espécies descritas no mundo, distribuídas em 22 subfamílias. Na nossa região, Neotropical, são encontradas 3.000 espécies e 13 subfamílias. Todas as espécies vivem em sociedade, o que sem dúvida alguma facilita a luta pela sobrevivência; e todas são eussociais, isto é, possuem as seguintes características: várias gerações se sobrepõem, vivendo num mesmo ninho, cooperam no cuidado com a prole, dividem as tarefas de tal maneira que um reduzido número de indivíduos se encarrega da reprodução, enquanto outros ajudam em diferentes tarefas (alimentação, cuidado com a cria e defesa).

Os níveis de classificação mais basais, são:

- Reino: Animalia
- Filo: Arthropoda
- Classe: Insecta
- Ordem: Hymenoptera
- Família: Formicidae

## **Morfologia geral das formigas**

As formigas caracterizam-se por terem 3 pares de pernas, como todos os insetos; um par de mandíbulas bem desenvolvidas; o tórax separado do gáster por um pedicelo articulado, que pode ter um ou dois segmentos, e um par de antenas gemiculadas com 4-12 segmentos nas fêmeas e 9-13 nos machos (Figura 3). As operárias não têm asas e suas antenas possuem tamanho variado.



**Figura 3.** Morfologia externa de um espécime de Formicidae (Ilustração do Autor, modificado de LOUREIRO, M. C., 1990).

## Atividade Experimental de Campo

### Materiais

Os materiais da irão compor um “kit” que será usado durante as atividades de campo e pós-campo; e a classe será dividida em grupos com 2 ou 3 integrantes. Cada grupo receberá um “kit” e será responsável por coletar uma amostra do material biológico.

### **Materiais para campo (“kit” para cada grupo):**

- 1 ficha de campo por grupo, modelo anexo;
- 1 colher de sopa;
- 1 colher de sopa de sardinha conservada em óleo vegetal;
- 1 guardanapo de papel cortado na medida 10 x 10 cm;
- 1 medidor de 20m, pode ser um varal, fio, material linear maleável;
- 1 etiqueta adesiva 3 X 5 cm, com informações à lápis como data, número da isca que é o mesmo do número do grupo, local, integrantes;
- 1 saco plástico transparente 30x30cm com etiqueta com os dados anteriores;
- Luvas descartáveis, 1 par para cada aluno;
- 1m de fita zebra para marcação dos pontos;
- 1 lápis por grupo;
- Área de Estudo, com um croqui elaborado pelo professor. A área pode ser arredores da escola como jardins, praças, parques ecológicos ou aquele que o professor, dentro de suas possibilidades, julgar viável.

### **Materiais para pós-campo:**

- 1 ficha de pós-campo por grupo, modelo anexo;
- 1 lápis por aluno;
- 1 pincel nº 1;
- 1 tesoura sem ponta;
- 2 alfinetes de aço por aluno, será utilizado para manipulação dos espécimes na triagem;



- 1 caixa de alfinete de aço;
- 1 pote plástico com tampa. Exemplo: potes para filmes fotográficos, alimentos e molhos em conserva ou para exame de fezes;
- 1000 mL de álcool, que poderá ser compartilhado por toda turma à medida que se faça necessária a utilização;
- 1 cronômetro, relógio ou aparelho para padronizar o tempo em cada isca;
- Cartolina branca cortada em pequenos triângulos, servirá de apoio para as formigas durante a identificação.

## **Procedimento**

1. *Pré-campo*: Ocorre na escola. Este momento é extremamente importante para que os alunos, quando estiverem em campo, estejam focados no trabalho e não se dispersem. Refere-se a um conjunto de ações que visam o aprofundamento de conceitos previamente estudados que serão aplicados em novos contextos, isso pode ser feito por meio de mapas conceituais, partindo sempre daquilo que o aluno já sabe e validando a aplicação da aprendizagem significativa. O professor mais uma vez intermediará essa construção que possivelmente trará resultados bastante heterogêneos já que cada aluno está num momento diferenciado de aprendizagem.

1.1. *escolha da área*: O professor deve eleger uma área externa que julgue pertinente a execução da saída a campo, recomenda-se visitar o espaço anteriormente à saída com os alunos, também é interessante que o professor elabore um “croqui” da área específica onde ele delimitará o experimento para que se tenha percepção de acesso, viabilidade e sucesso, além de prever outros riscos. O professor deve saber que esta área será visitada por 3 vezes, número

de saídas a campo julgada como necessária para coleta das subfamílias e gêneros mais comuns de Formicidae, a cada nova saída 15 “kits”, para os 15 grupos.

1.2. *organização das turmas*: Ainda na escola, o trabalho deve ser previamente organizado. A primeira parte é dividir a turma em 15 grupos, ficando de 2 a 3 alunos em média por grupo, conforme decisão do professor em relação ao tamanho da turma. Os grupos poderão se organizar em operacionais, assim, cada integrante terá uma função, de forma que o trabalho seja equacionado em sua totalidade. Para facilitar, o “kit” contém uma ficha de campo e de pós-campo (modelo em anexo), nela contém um “check-list” para garantir que nada seja esquecido e que sua saída não será frustrada. Certifique-se de que todo o material a ser utilizado está em ordem, utilize uma caixa. Para maior segurança e higienização, recomenda-se o uso de luvas e saco para lixo. Todos os grupos serão supervisionados pelo professor. O preenchimento do cabeçalho de identificação da ficha de campo deve ser feito neste momento.

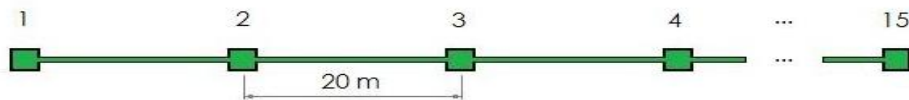
2. *Campo*: Os alunos já estão no local do experimento. Uma leitura prévia da área seria bastante esclarecedora, desde que feita de forma rápida, para isso tem-se na ficha de modelo o campo 7 que irá ajudar. Explícite o tipo de mata, nível de antropização, se todos estão com os “kits” e demais esclarecimentos que julgar necessário. Alunos e professor terão outros momentos oportunos para fundamentar melhor as discussões. Então, mãos à obra!

2.1. *marcação dos pontos*: Na área escolhida, o professor definirá, baseado em seu croqui de área, um ponto como de partida, este será o 1º ponto, temos ainda mais 14 pela frente (Figura 4).

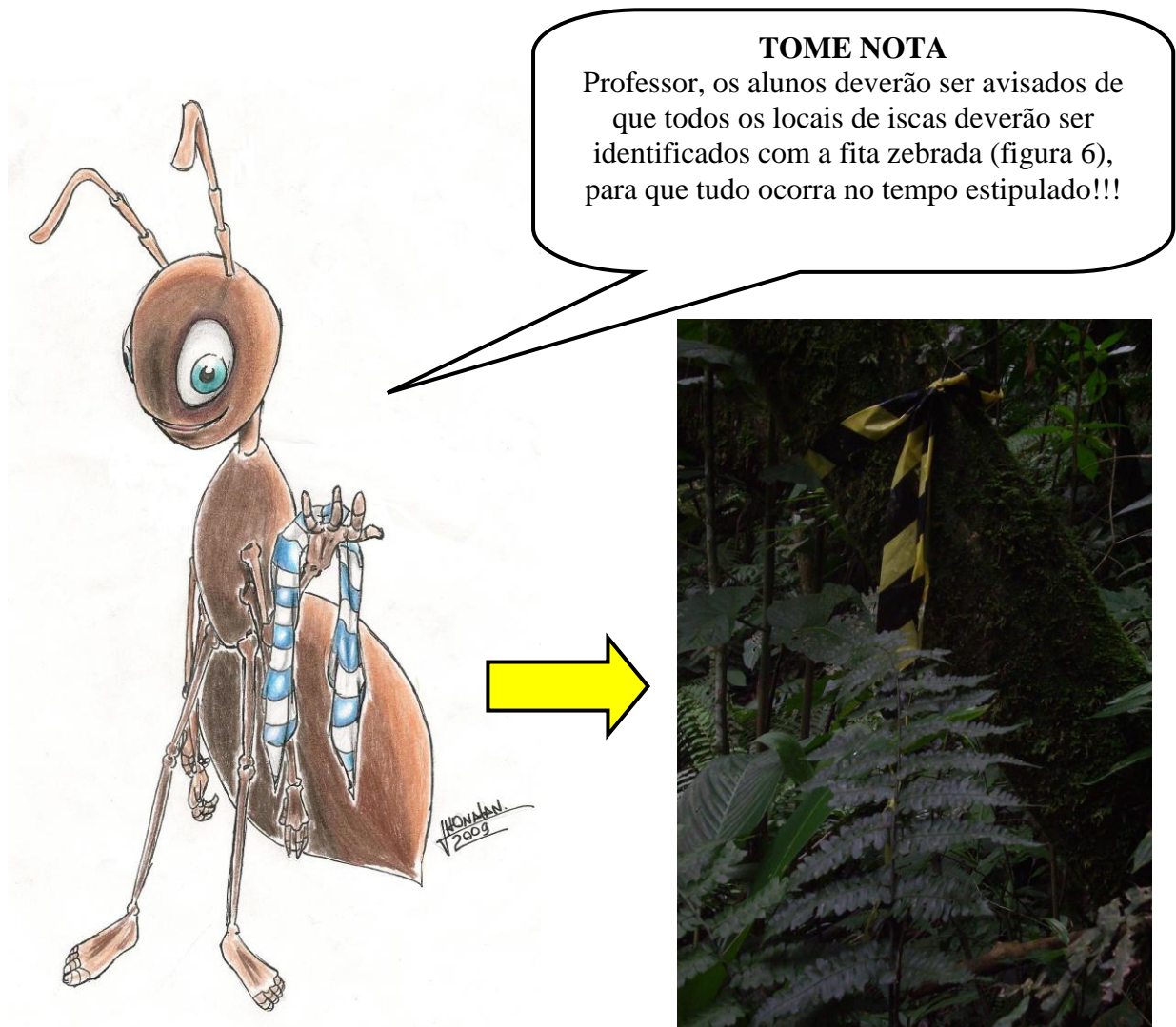


**Figura 4.** Demonstração de marcação do primeiro ponto com a fita padrão, incluindo este, todos os pontos receberão uma isca (Foto do Autor, 2008).

A partir deste ponto, todos deverão distar 20m até que se chegue ao 15º ponto. Para a padronização das medidas; utilize a fita que está no “kit”, pois ela já tem 20m de comprimento, facilitando assim o trabalho (Figura 5).



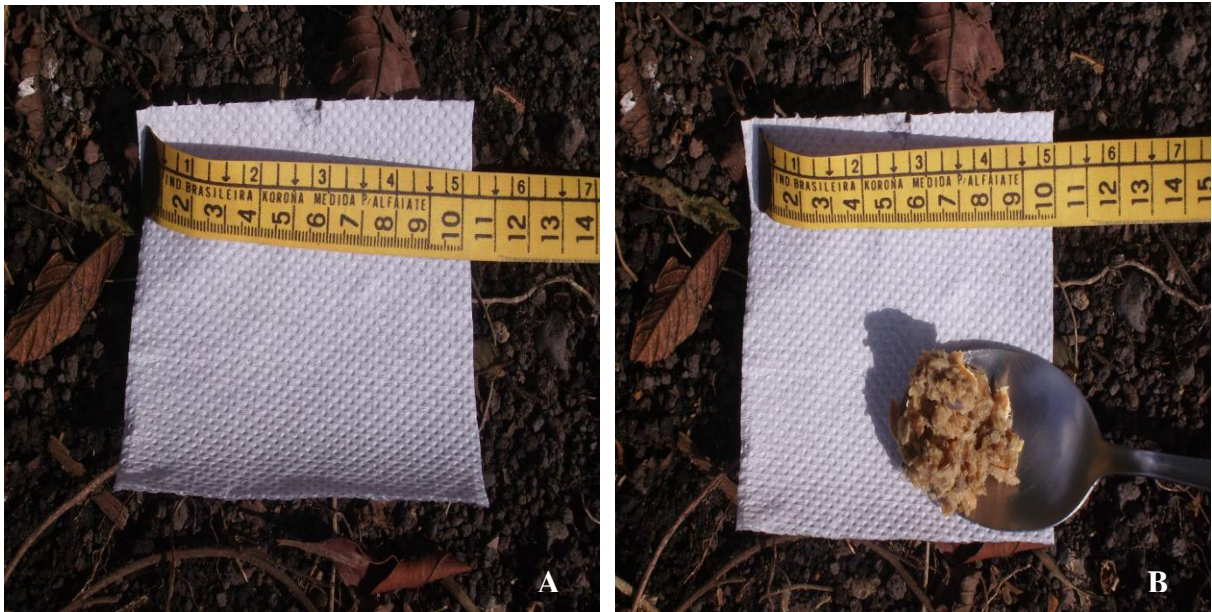
**Figura 5.** Esquema representando a distância entre as iscas. Os locais onde as iscas deverão ser colocadas estão representados pelos pontos 1, 2, 3,,,15.



**Figura 6.** Representação de um dos pontos de coleta identificado com a fita zebrada (Foto do Autor, 2009; Ilustração: Jhonatan, 2009).

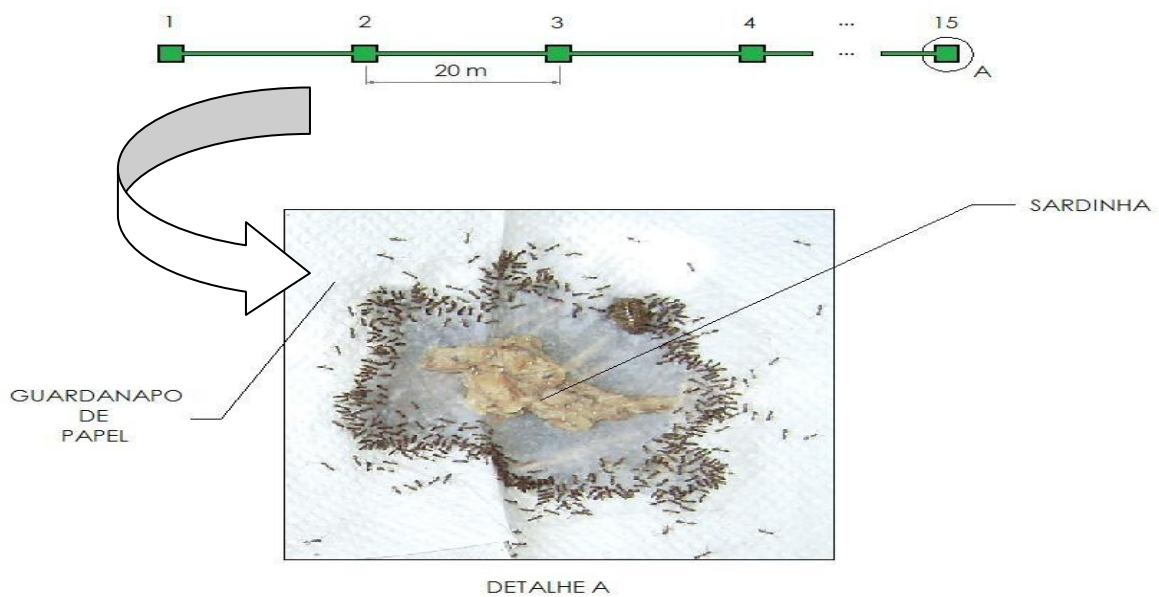
2.2. *colocação das iscas*: Cada ponto receberá uma isca contendo o material atrativo. Cada grupo será responsável pela colocação, manutenção e cuidado de uma isca. Para tanto, deverá acomodar um pedaço de guardanapo de papel (10 X 10 cm) no solo, exatamente no ponto que foi identificado com a fita zebrada. Sobre este guardanapo, um dos integrantes do grupo deve colocar uma colher de sopa de sardinha amassada com o óleo comestível em que estava conservada (Figuras 7, A e B). A colocação das iscas deverá ser supervisionada pelo professor, em todos os 15 grupos.





**Figura 7.** As medidas do guardanapo de papel indicadas na figura A. Na figura B, uma colher de sopa de sardinha conservada em óleo vegetal (Fotos do Autor, 2008).

2.3. *anotações:* Após as iscas terem sido colocadas nos 15 pontos, os grupos deverão aguardar 45 minutos; o tempo será cronometrado pelo professor. O tempo de permanência da isca no campo foi baseado em estudos sobre comunidades de formigas, e reflete o período em que a isca permanece atraindo as formigas (Figura 8).

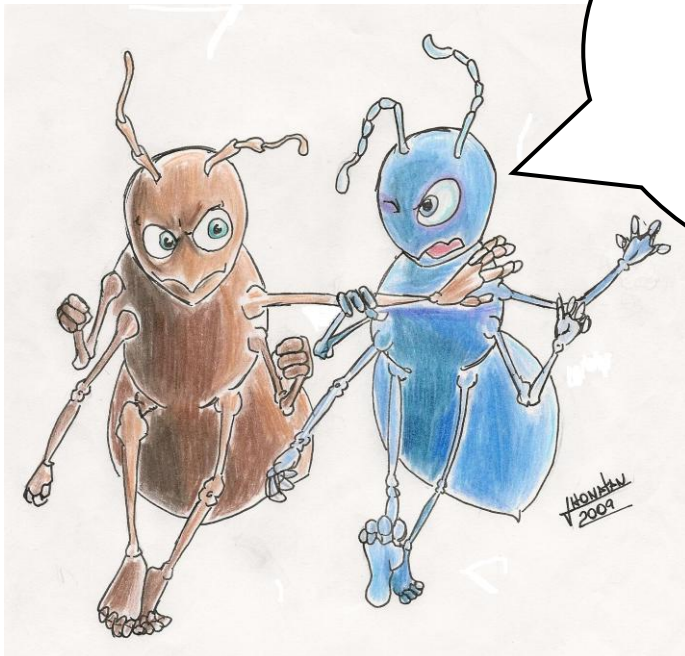


**Figura 8.** Método de iscamento de formiga, por meio de sardinha conservada em óleo comestível após 45 minutos (Foto e Esquema do Autor, 2008).

## “CONEXÃO 1”

### “Pit Stop” da reflexão:

Professor, este é um bom momento para retomar aqueles conceitos do pré-campo, refazer um diagnóstico da área com os alunos e para uma breve averiguação das fichas de campo que estão com os grupos. Será que eles estão se apropriando de todos os constituintes da ficha de campo? Quais as dúvidas emergenciais? Que hipóteses os grupos apresentam? Estão trabalhando de forma devida? Os “kits” estão sendo bem empregados? As etiquetas adesivas com o número do grupo, dados da área, data, já foram coladas nos sacos plásticos? Para tanto, a ficha de campo dispõem do item 8; a anotação das dúvidas neste momento é imprescindível para esclarecimentos na fase pós-campo.



**TOME NOTA**  
 Este é um bom momento para entendermos o que é **COMPETIÇÃO**, um dos fatores que regulam a biodiversidade. Se os alunos observarem atentamente verão esse comportamento ocorrendo na isca. Agora, sai daqui, cheguei primeiro...Grrrrr!!!

2.4. *coleta*: Cumpridos os 45 minutos, os grupos deverão começar a coleta das iscas, com o saco plástico que cada “kit” contém. Cada saco plástico deverá estar com uma etiqueta com informações sobre: número da isca (que será o número do grupo), data, dados da área, se for



um parque, por exemplo, o nome desse parque. Os sacos etiquetados contendo o material coletado deverão ser acomodados em uma caixa, que deverá ficar sob a responsabilidade de um aluno (Figura 9 A, B, C e D). O trabalho de campo está finalizado, e agora todas as análises deverão ser feitas dentro da unidade escolar.

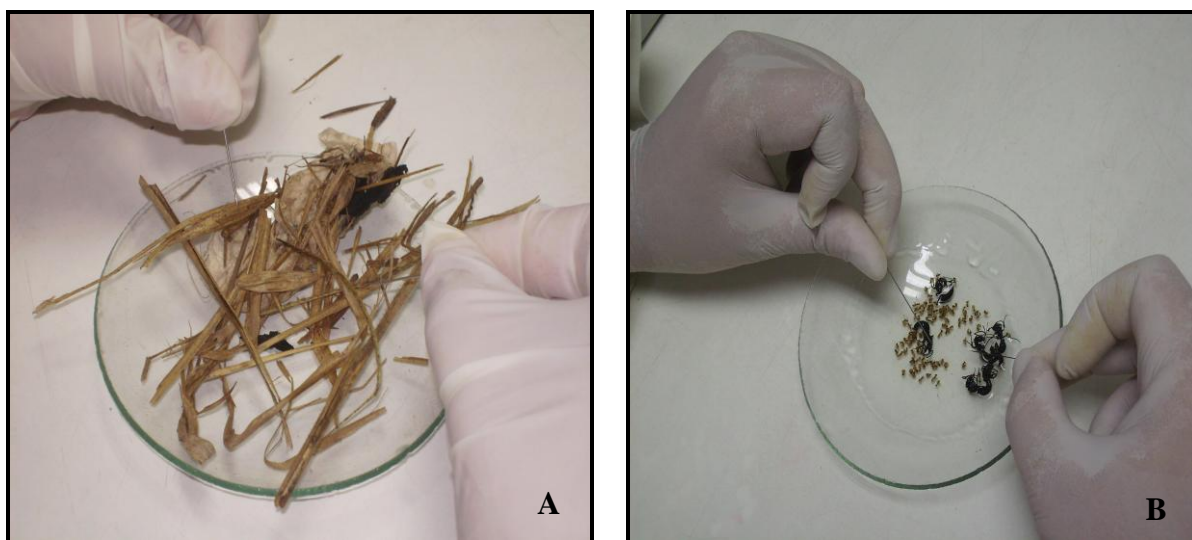


**Figura 9.** Demonstração de sequência das coletas. Em A, mais uma referência de isca e sua atratividade. Em B e C, o saco plástico servindo como “luva” para pegar a isca, em D etiqueta com informações (Foto do Autor, 2008).

3. *Pós-Campo*: A partir de agora o trabalho é na escola, o espaço da sala de aula é o suficiente, mas se a escola disponibilizar laboratório aproveite este espaço. Para maior

aproveitamento do material, o professor ainda pode estabelecer parcerias com universidades ou institutos de pesquisa, normalmente estes locais dispõem de lupas e outros instrumentos que facilitarão esta nova fase da pesquisa.

3.1. *Triagem*: Para facilitar esta nova fase do trabalho uma ficha de pós-campo deve ser elaborada. Triagem, que consiste em remover o material que veio junto às formigas, como sardinha, gravetos, folhiço e outros animais, se houver algum material que julgar curioso anote no item 3 da ficha pós-campo. Para tanto, antes de abrir os sacos plásticos com o material trazidos do campo, eles deverão ficar na geladeira por 24 horas para que as formigas fiquem menos agitadas. Em seguida, os grupos deverão abrir os sacos que contém o material das iscas, fazer a triagem; assim, apenas formigas serão colocadas dentro de recipientes plásticos contendo álcool 70% para que sejam conservadas (Figura 10 A e B).



**Figura 10.** Triagem. Em A, remoção de material que não será utilizado, em B formigas já triadas (Foto: Silvia Suguituru, 2009).

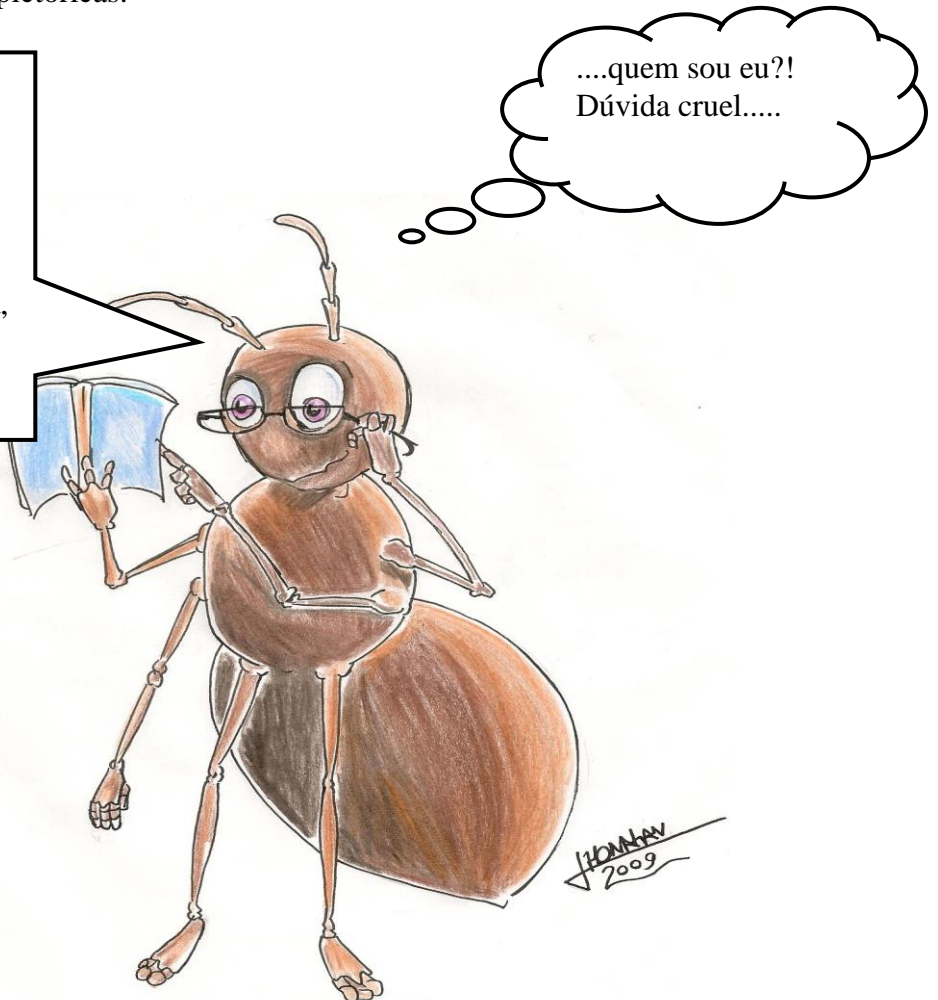
3.2. *Conservação das formigas*: Com todo o material limpo e conservado dentro dos potes plásticos no álcool 70%, o trabalho terá continuidade.



3.3. *Processo de identificação das formigas*: O próximo passo é a identificação dos espécimes coletados. Todas as formigas pertencem à família Formicidae e a identificação em subfamílias e gêneros será extremamente importante. Essa fase do trabalho será feita com auxílio de chaves dicotômicas, do tipo pictóricas.

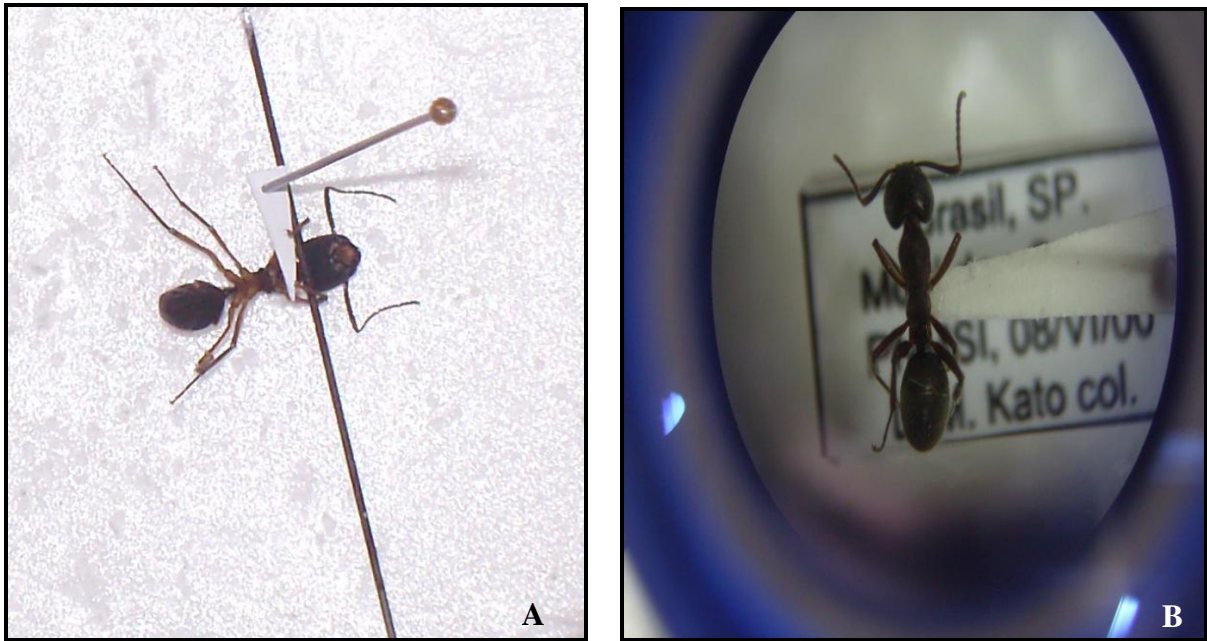
#### TOME NOTA

As chaves dicotômicas são ferramentas muito utilizadas para identificação dos seres vivos. Elas sempre nos dão duas opções de caminho. Cada um dos caminhos te leva a um táxon ou a uma nova pista, até que todos indivíduos daquela chave sejam identificados.



Os alunos serão orientados para o uso da chave de identificação, ou seja, o “passo-a-passo” para encontrar tanto as subfamílias quanto os gêneros. Os passos serão separados por características morfológicas dos indivíduos. Por exemplo, **Passo 1** - Se o corpo tiver um segmento reduzido ou isolado (pecíolo) entre o gáster e o tórax vá para o **Passo 2**. Quando o aluno chegar no **Passo 2**, tanto poderá obter o espécime que possui aquela característica quanto ser direcionado para o próximo passo, até que encontre cada indivíduo de sua coleta. Nas chaves, os caracteres mais importantes estarão destacados por uma seta.

Os caracteres usados nas duas chaves elaboradas foram escolhidos por sua clareza e fácil visualização. Não é necessário realizar dissecação (abertura dos animais) ou preparações especiais dos espécimes (lâminas, corantes, reagentes, etc), o máximo que poderá ser feito é a montagem dos espécimes em triângulos de papel cartolina branco, como na figura 11 A e B.



**Figura 11.** Processo de montagem das formigas. Em A, formiga sendo posicionada para receber o triângulo de cartolina em seu abdômen, em B, formiga observada na lupa, facilitando a identificação (Foto do Autor, 2009).

Para identificação dos caracteres será necessário o uso de alfinete comum para manipular os insetos sem danificar ou quebrar apêndices (pernas, antenas), importantes na determinação dos táxons; e lupas, visto que se trata de um grupo com dimensões pequenas.

## “CONEXÃO 2”

### Papeando sobre nomenclatura biológica:

Este é um bom momento para propiciar uma discussão sobre algumas regras de nomenclatura, a ciência que se destina a estudar as regras de nomenclatura dos seres vivos e que foi sugerida pelo botânico sueco Carl von Linnée ou Carolus Linnaeus (1707-1778). Antes

dele não existiam muitas regras, até que se padronizou o tratamento para os nomes científicos. Algumas regras de Lineu que serão usadas neste momento: toda vez que um termo científico terminar em IDAE (lê-se ide), refere-se ao nível taxonômico de família, quando terminar com o sufixo INAE (lê-se ine) é subfamília. Níveis taxonômicos mais específicos como gênero e espécie sempre deverão estar em latim e destacados do texto, sublinhados, em negrito ou os dois ao mesmo tempo. Ex: *Solenopsis* é o gênero da formiga que, dependendo do lugar é conhecida como formiga-de-fogo ou formiga-lava-pés, ou seja, estes são seus nomes populares.

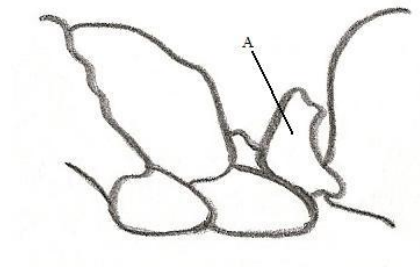
3.4. *Chave de identificação para subfamílias de formigas*: Na ficha pós-campo, o item 4 foi organizado para facilitar os dados das subfamílias e o número (abundância) em que os espécimes ocorrem.

## Chave pictórica para subfamília de formigas

Esta chave foi elaborada baseada em Loureiro, M.C. Insetos de Viçosa: Formicidae (1990) e Baccaro, F. B. Chave para as principais subfamílias e gêneros de formigas (Hymenoptera: Formicidae) (2006).

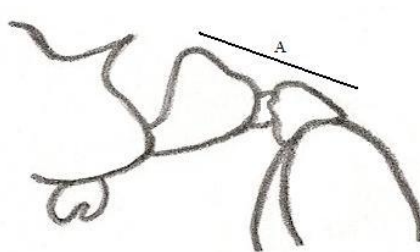
### Passo 1:

- ✓ Se o corpo apresentar um segmento (1 nó) entre o gáster e o tórax (detalhe A, na figura), vá para o **passo 2**.



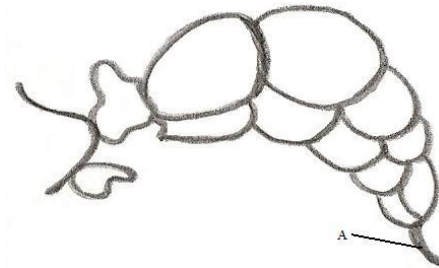
- ✓ Se o corpo apresentar dois segmentos (2 nós) entre o gáster e o tórax (detalhe A, na figura), a subfamília é.....

### Myrmicinae



**Passo 2:**

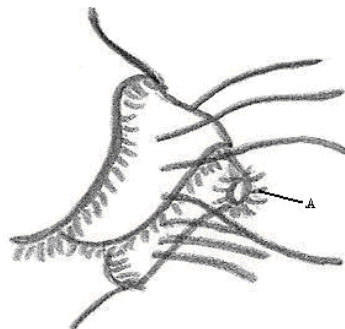
- ✓ Se apresentar o gáster com uma constrição (cintura) entre o 1º e 2º segmento e ferrão sempre presente (detalhe A, na figura), a subfamília é.....

**Ponerinae**

- ✓ Se não apresentar o gáster com uma constrição (cintura) entre o 1º e 2º segmento e ferrão sempre ausente, vá para o **passo 3**.

**Passo 3:**

- ✓ Se apresentar acidóporo (pelos circulares) na porção apical do gáster (detalhe A, na figura), a subfamília é.....

**Formicinae**

- ✓ Se não apresentar acidóporo (pelos circulares) na porção apical do gáster (detalhe A, na figura), a subfamília é.....

**Dolichoderinae**



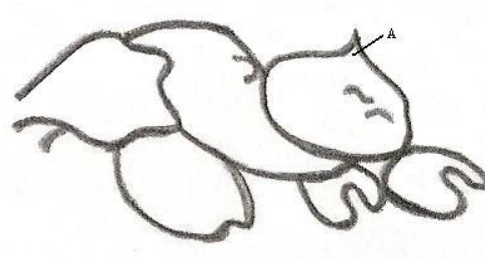
3.5. *Chave de identificação para gêneros*: Agora que todas as subfamílias já foram identificadas, essas informações servirão como filtro para o próximo passo, que será a identificação dos gêneros.

### Chave pictórica para identificação de gêneros de formigas

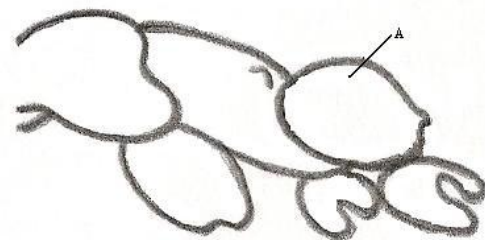
#### Gêneros mais comuns da subfamília Dolichoderinae.

##### Passo 1:

- ✓ Se o ápice do propódeo terminar em uma proeminência em forma de dentes ou espinhos (detalhe A, na figura) o gênero é..... *Dorymyrmex*



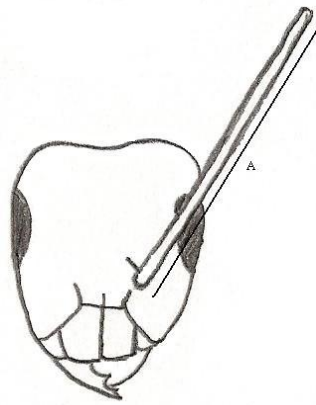
- ✓ Se o ápice do propódeo for arredondado, nunca terminando na forma de dente ou espinho (detalhe A, na figura), o gênero é..... *Linepithema*



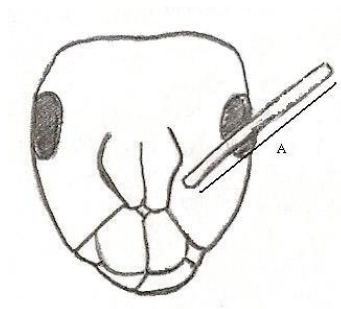
**Gêneros mais comuns da subfamília Formicinae.**

**Passo 1:**

- ✓ Se o escapo da antena for longo (detalhe A, na figura), muitas vezes maior que o resto da antena, o gênero é..... *Paratrechina*



- ✓ Se o escapo da antena for curto (detalhe A, na figura), normalmente menor que o resto da antena, o gênero é..... *Camponotus*

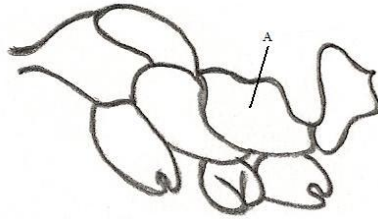




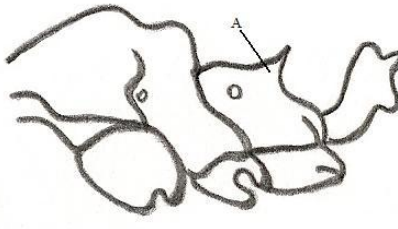
**Gêneros mais comuns da subfamília Myrmicinae.**

**Passo 1:**

- ✓ Se o mesossoma não possuir espinho (detalhe A, na figura), o gênero é.....*Solenopsis*

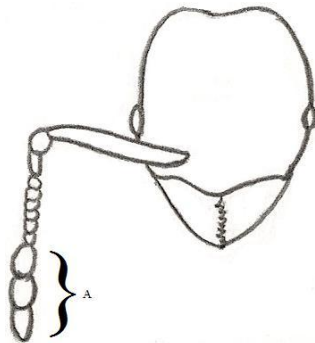


- ✓ Se o mesossoma possuir espinho (detalhe A, na figura), vá para o **passo 2**.

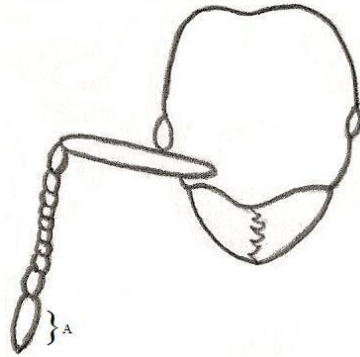


**Passo 2:**

- ✓ Se a antena possuir 12 segmentos, sendo os três últimos do mesmo tamanho, porém maiores que os anteriores (detalhe A, na figura), o gênero é.....*Pheidole*



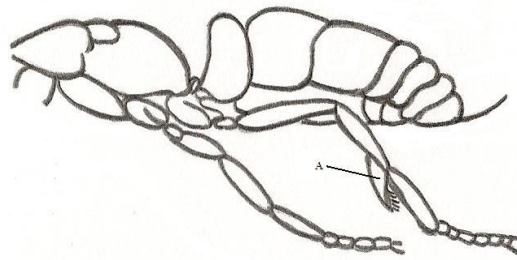
- ✓ Se a antena possuir 11 segmentos, sendo o último mais longo que os demais (detalhe A, na figura), o gênero é.....**Wasmannia**



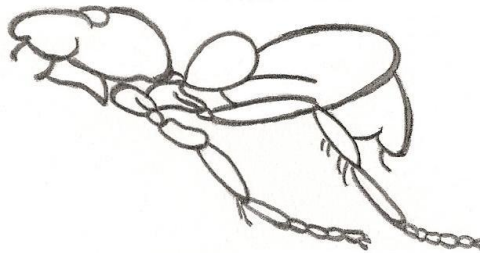
**Gêneros mais comuns da subfamília Ponerinae.**

**Passo 1:**

- ✓ Se a tíbia apresentar espinhos pectinados (esporões pectinados) bem desenvolvidos (figura, detalhe A), o gênero é.....*Pachycondyla*



- ✓ Se a tíbia não apresentar espinhos (esporões) (detalhe A, na figura), o gênero é.....*Gnamptogenys*



3.6. *Analisando os resultados*: Identificados os espécimes em subfamílias e gêneros, o que fazer com os dados? Mãos à obra para interpretá-los. A tabela 1 traz uma síntese sobre os hábitos e nichos ecológicos das principais formigas. Analise-a e classifique as suas formigas como especialistas e generalistas, depois transfira os dados para o item 6 de sua ficha pós-campo, de forma a quantificar seus exemplares.

**Tabela 1.** Gêneros de formigas classificados de acordo com nichos ecológicos (BROWN, 2000).

<b>Gênero</b>	<b>Habito alimentar</b>	<b>Microhábitat</b>
<i>Brachymyrmex</i>	generalistas	Nidificam em sementes, árvores e frutos caídos
<i>Camponotus</i>	generalistas	Nidificam no solo, em árvores e madeira morta
<i>Crematogaster</i>	generalistas	Arborícolas, nidificam em buracos de árvores e troncos caídos
<i>Dorymyrmex</i>	generalistas	Desconhecido
<i>Gnamptogenys</i>	Especialista/ predadora	Nidificam no solo e em troncos podres
<i>Hypoponera</i>	generalistas	Nidificam na serapilheira
<i>Linepithema</i>	generalistas	Desconhecido
<i>Myrmelachista</i>	desconhecido	Maioria nidifica nas cavidades das plantas
<i>Odontomachus</i>	Especialista/ predadoras	Epigéicas
<i>Pachycondyla</i>	Especialista/ predadoras	Desconhecido
<i>Paratrechina</i>	generalistas	Desconhecido
<i>Pheidole</i>	generalistas e algumas coletam sementes	Maioria nidifica no solo, e alguns em madeira podre
<i>Pseudomyrmex</i>	Predadoras generalistas	Maioria arborícola
<i>Solenopsis</i>	generalistas	Nidificam no solo e na serapilheira
<i>Wasmannia</i>	generalistas	Arborícolas e nidificam no solo ou em troncos caídos

Como mostra a Tabela 1, as formigas estão classificadas de acordo com a relação que estabelecem com o ambiente em que ocorrem. Assim, temos as generalistas e as especialistas. As generalistas são aquelas menos específicas em relação aos nichos, e que possuem hábitos alimentares menos exigentes, podendo assim ocorrer com facilidade e abundância em vários lugares, inclusive nas nossas casas, parte delas pode até ser vista como pragas, uma vez que na presença de condições ambientais favoráveis se reproduzem e causam danos significativos à agricultura, eletrodomésticos, indústria alimentícia, como vetores de doenças, dentre outros. Já as especialistas apresentam nichos e hábitos alimentares mais específicos e, conseqüentemente, apresentam maior sensibilidade à presença humana, sendo assim mais comuns em áreas de mata mais preservadas, exatamente porque nestas áreas as condições naturais oferecidas propiciam a manutenção desses indivíduos.

### **“CONEXÃO 3”**

#### **Um estudo de caso: Parque Ecológico Municipal de Itaquaquecetuba X Parque Municipal Francisco Affonso de Mello.**

Vejamos o que aconteceu na análise de duas áreas de matas ciliares bastante diferentes, uma delas é o Parque Ecológico Municipal de Itaquaquecetuba (Itaquaquecetuba, SP), local degradado denominado de área I (figura 12 A e B).

A outra (área II) é o Parque Municipal Natural Francisco Affonso de Mello (Mogi das Cruzes, SP), um remanescente preservado da Serra do Itapeti. Ambas localidades fazem parte da bacia hidrográfica do Alto Tietê, uma região que ainda possui áreas Mata Atlântica bem preservadas, como é o caso do Parque Municipal Natural Francisco Affonso de Mello.



**Figura 12.** Parque Municipal Ecológico. Em A, área para pedalinhos e em B quiosques para churrascos (Foto do Autor).

A área II representa de forma precisa a função da mata ciliar, por apresentar alto grau de diversidade vegetal, solo com alta umidade, um complexo emaranhado de raízes que exercem o papel de conter as partículas do solo e uma grande quantidade de material orgânico; além de propiciar a formação de veredas herbáceas às margens, que é uma importante via de trânsito para toda fauna, inclusive a de formigas (Figura 13 A, B, C e D).

De uma forma geral, as matas ciliares possuem muitos atrativos naturais, sendo assim foram marcadas historicamente pela presença humana. A alta umidade do solo, riqueza de nutrientes, águas límpidas e baixo nível de erosão, são fatores que possibilitam a produção de alimentos; além da pesca, fornecimento de matéria prima (lenha, madeira, etc.) e a opção de lazer, foram um convite para o homem se instalar próximo às margens d'água. Os maiores usuários de água que provém das matas ciliares são as empresas de abastecimento público, a agricultura (quando adota técnicas de irrigação) e alguns setores industriais como os de geração de energia, açúcar e álcool, siderurgia, papel e celulose, têxtil, químico, petroquímico, alimentícia, bebidas, etc.



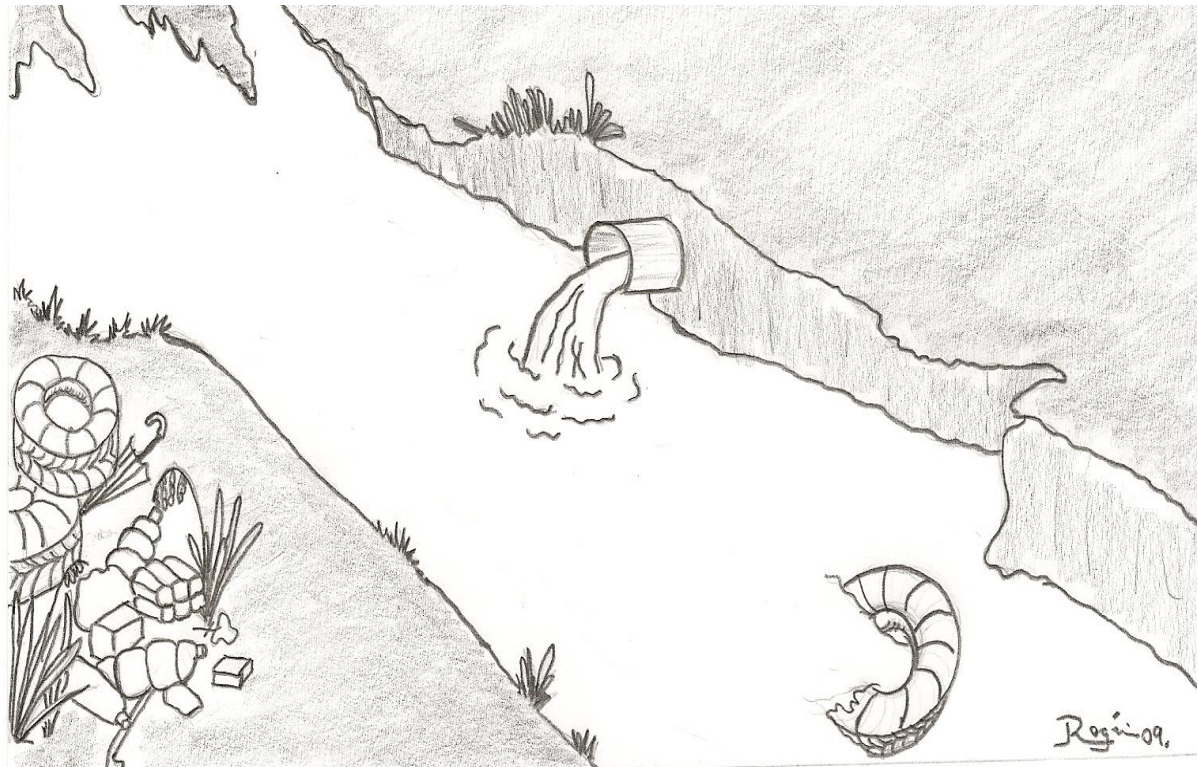


**Figura 13.** Em A e C, as setas indicam as águas límpidas. Em B, o solo úmido que propicia abundância e riqueza vegetal o que aumenta os nichos ecológicos e, conseqüentemente a riqueza da fauna. Em D, a seta denota a importância da vegetação de encosta para retenção de sedimentos (Fotos do Autor, 2009).

O lançamento de esgotos domésticos e de efluentes (esgotos) industriais, lixo e entulho são as atividades que mais poluem as águas em nosso país (Figura 14). Os esgotos



consomem oxigênio durante seu processo de decomposição, matando plantas, peixes e outros animais aquáticos. A aplicação indiscriminada de agrotóxicos também contamina as águas. O desmatamento das matas ciliares causa a queda das margens, o acúmulo de terra nos rios e lagos, tornando-os mais rasos e reduzindo o volume de água disponível.



**Figura 14.** Demonstração das margens de uma mata ciliar que deveriam estar ocupadas por vegetação e não sendo utilizada como um depósito de lixo urbano (Figura do Autor).

Algumas atividades, como a mineração de areia, praticadas sem os devidos cuidados ambientais, também são prejudiciais e já custaram aos brasileiros a morte de inúmeros pequenos rios e lagos. A área do Parque Municipal de Itaquaquecetuba (Área I), que é cortado pelo Rio Tietê, demonstra exatamente essa condição. O local foi originalmente ocupado por Mata Atlântica, e até 1996 foi exaustivamente usado na exploração de areia. A partir de 1997 a área de 200.000 m<sup>2</sup> foi doada à prefeitura para instalação do parque, porém, em seus arredores, ainda ocorre exploração de areia. Os efeitos depredatórios dessa exploração podem ser observados (Figura 15 e 16).





**Figura 15.** Área utilizada para extração de areia em Itaquaquetuba, detalhe seta preta. A seta amarela mostra o fragmento da mata ciliar do rio Tietê (Foto do Autor, 2009).



**Figura 16.** Ausência de mata ciliar do rio Tietê na área do Parque Ecológico Municipal de Itaquaquetuba, mostrando a exposição do solo (seta), que é fator comprometedor da qualidade da água (Foto do Autor, 2009).



**Figura 17.** A seta amarela aponta turbidez da água, e a seta preta indica *Eichornia crassipes*, que é uma espécie invasora (Foto do Autor, 2009).

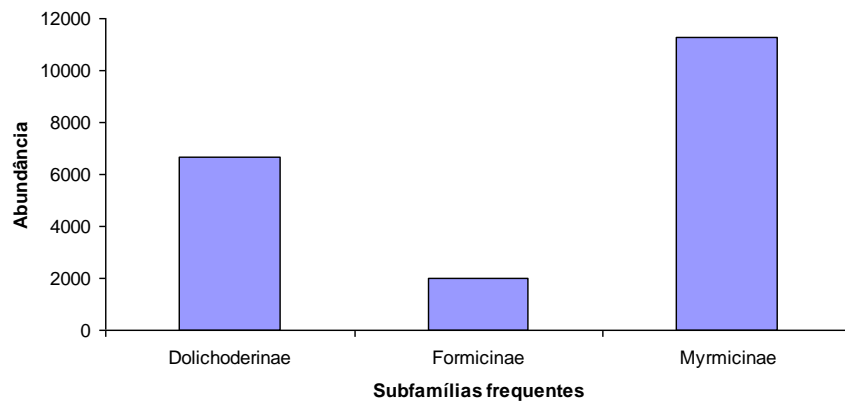
A ausência da vegetação implica na perda do emaranhado de raízes, expondo o solo e aumentando o processo de lixiviação. Neste caso, as conseqüências são: o assoreamento com a diminuição do leito e das margens do rio e da turbidez da água, além de facilitar a entrada de plantas invasoras (Figura 17). A diminuição da turbidez da água impede a entrada de luz no ambiente aquático interferindo na dinâmica das espécies vegetais e animais, e é também causada pelos efluentes de esgotos na região e pela presença de gramíneas e plantas aquáticas, como *Eichornia crassipes* (aguapé). Todos esses fatores são indicadores da influência antrópica no meio ambiente.

3.7. *Formigas X Ambiente estudado, Resultados:* Na ficha de pós-campo, no item 4, há uma lista das principais subfamílias que podem ser encontradas nos tipos de áreas como as que foram propostas para estudo. Na coluna ao lado de cada subfamília discriminada, existe um espaço para colocar a abundância (número de formigas) de cada espécie. Para visualizar melhor essa abundância o ideal é que se construam gráficos (Figuras 18 e 19).

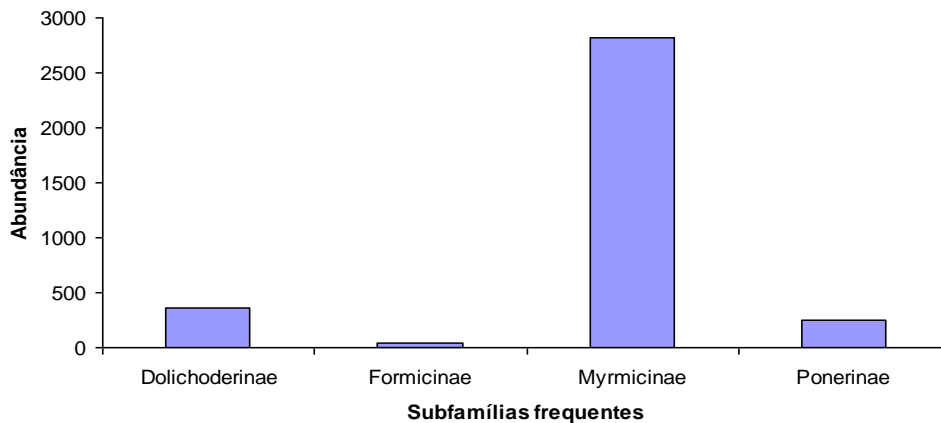
## “CONEXÃO 4”

### Construindo gráficos:

Normalmente, toda escola tem salas específicas de informática, ou espaços destinados ao emprego de computadores e softwares. Professor, desfrute desses espaços para enriquecer ainda mais o seu trabalho. Sugira que os grupos transfiram os dados que foram tabulados na ficha pós-campo e transforme-os em figura através de programas como o Microsoft Excel®. O ideal é que o professor supervisione, ou busque parceria, para que se mantenha a integridade dos dados.



**Figura 18.** Abundância de subfamílias na área I, Parque Ecológico Municipal de Itaquaquecetuba.



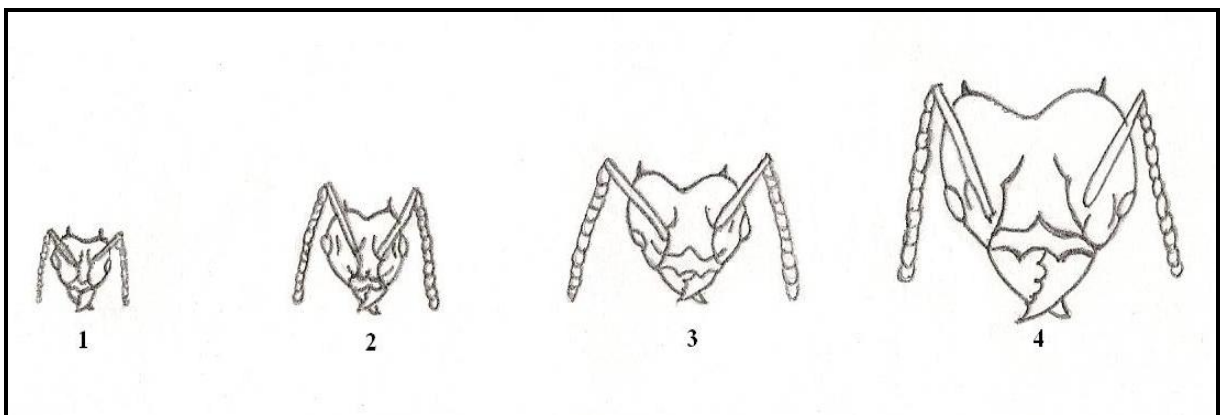
**Figura 19.** Abundância de subfamílias na área II, Parque Natural Municipal Francisco Affonso de Mello.



Agora alguns aspectos biológicos, baseando-se nos resultados obtidos a partir da metodologia proposta. A subfamília Myrmicinae foi a mais abundante em ambas as áreas e geralmente é isso que ocorre em todos os ecossistemas, pois ela é formada por numerosas espécies, que possuem adaptações ecológicas de diversos tipos. Muitas de suas espécies são polimórficas. Mas... o que vem a ser isso?

### TOME NOTA

Polimorfismo (poli=vários/morfo=forma) é a variação de forma, tamanho, cor, etc, em indivíduos da mesma espécie. Dê uma olhada nestas formigas do gênero *Atta* sp.; elas apresentam variedade notória em sua morfologia!



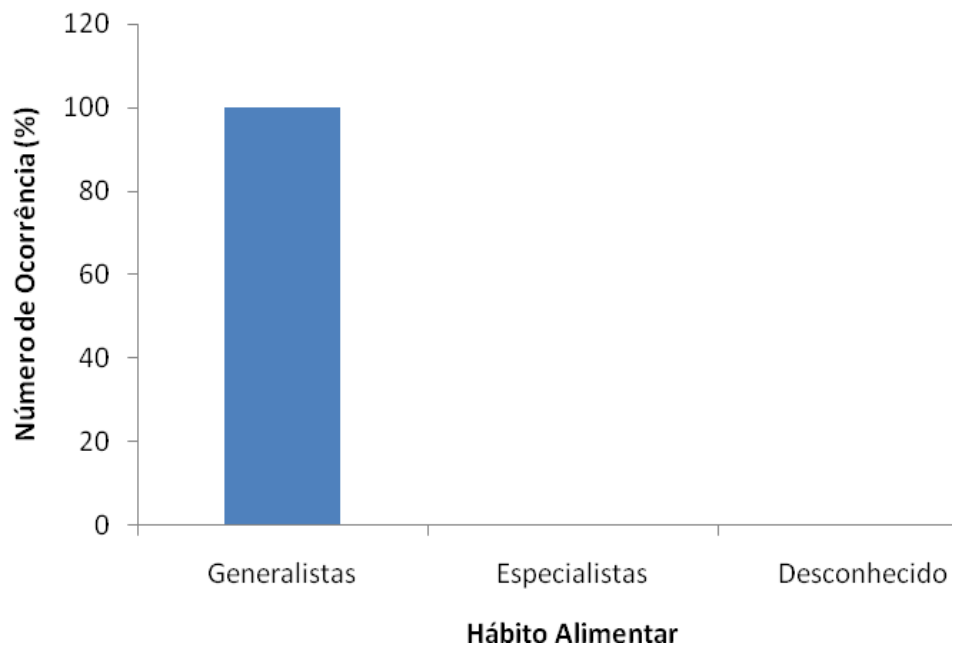
**Figura 20.** Polimorfismo em formigas do gênero *Atta* sp. As variações de tamanho, neste caso, estão relacionadas às tarefas na colônia. Em 1 – Jardineira, 2- Operária interna não especializada, 3- Forrageiras e escavadoras, e 4- Defensoras (Ilustração do Autor, 2010).

Outra subfamília abundante foi Dolichoderinae, cujas formigas na maioria são monomórficas, isto é, não ocorre o polimorfismo descrito anteriormente. As operárias produzem um cheiro não muito agradável quando são molestadas, pois lembra o odor de manteiga rançosa. Você já deve ter sentido esse cheiro ao matar formigas em sua casa!

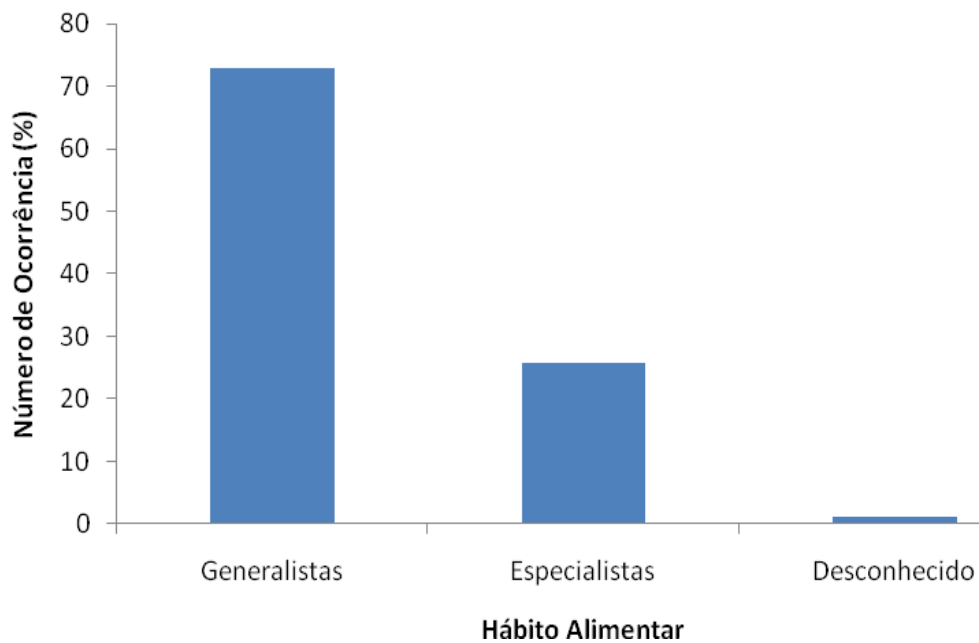
Já as subfamílias Formicinae e Ponerinae estão denotando o nível de antropização das áreas, pois ambas foram amostradas de forma diferente nas áreas de estudo. Viu só como os gráficos ajudam na interpretação? Formicinae foi mais abundante na área I e Ponerinae nem apareceu. A abundância de Formicinae foi devido ao gênero *Camponotus*, que é muito comum em áreas urbanas; já Ponerinae é um grupo de formigas primitivas, na maioria predadora e com hábitos alimentares diferenciados. Neste caso, fica difícil a sua amostragem em uma área totalmente antropizada.

Veja agora a Tabela 1 dos hábitos alimentares e microhábitats, e note que parte dos táxons de Ponerinae são classificados como especialistas. Na mata nativa há disponibilidade e variedade de locais de construção para seus ninhos, de recursos alimentares fornecidos pela alta diversidade vegetal e animal existentes, o que provavelmente favoreceu a ocorrência.

A discussão e comparação da diversidade biológica nas áreas de mata ciliar ainda pode ser ampliada pela tabulação dos gêneros ocorrentes, assim como foi feito para subfamílias (Figura 21 e 22). No item 6 da ficha de pós-campo, está uma lista com os principais gêneros, não perdendo de vista as especificidades de seus papéis no ambiente, conforme as informações colocadas na Tabela 1.



**Figura 21.** Relação de gêneros ocorrentes de acordo com o hábito alimentar na área I, Parque Ecológico Municipal de Itaquaquetuba, Itaquaquetuba (SP).



**Figura 22.** Relação de gêneros ocorrente de acordo com o hábito alimentar na área II, Parque Natural Municipal Francisco Affonso de Mello, Mogi das Cruzes (SP).

A construção dos gráficos das Figuras 21 e 22, possibilitou observar que a área I apresenta a totalidade dos indivíduos dentro do grupo das formigas generalistas. Já na área II a riqueza de preferência alimentar, bem como o número de espécies, é maior. De forma sucinta, podemos dizer que a área I por ter menor riqueza, é uma área que responde às influências humanas. Já a área de mata possui uma baixa abundância e uma riqueza mais alta. Agora pense nas praças, casas e ruas de uma cidade e compare com uma área de mata. Onde você irá encontrar um maior número de espécies de plantas e de animais? Ficou Claro?!

Veja a comparação das áreas de estudo em relação aos gêneros tratados anteriormente como especialistas. Eles ocorreram exclusivamente na área de mata preservada (área II), reforçando a ideia que realmente essa área está oferecendo mais locais para as espécies buscar alimento, proteção e construção de ninhos. Os resultados obtidos estão relacionados com a integridade do ambiente físico e a diversidade vegetal, que influenciam diretamente a diversidade da fauna como um todo, não só de formigas.

3.8. *Pós-Campo, Conclusão*: A diversidade biológica ou biodiversidade refere-se ao conjunto de variedades de formas de vida na Terra, pode ser entendida em sua totalidade até como variedade genética. O mal é que termos como esses, são usualmente empregados no diálogo das pessoas sem que tenham se apropriado realmente de sua relevância e significado.

Por meio do estudo de um inseto rico em espécies e abundante, que são as formigas, é possível a realização de um trabalho que traz a luz da discussão sobre a importância das matas ciliares, especialmente nos domínios de Mata Atlântica; Bioma brasileiro tão presente e que interfere diretamente na vida de quem mora, estuda, trabalha no estado de São Paulo.

O conhecimento dessas áreas surte como um convite à responsabilidade de cada cidadão e o seu papel na preservação, e a escola vem a ser o canal que pode e deve alimentar esse tipo de discussão.

Diante disso, o professor deve apresentar o trabalho dos alunos para a comunidade da escola e/ou do bairro. Assim, os alunos serão incentivados a demonstrar efetivamente o que entendeu, vivenciando o saber com o fazer e irão perceber a importância da pesquisa realizada numa outra escala de discussão. O que é muito interessante para a divulgação de idéias e pensamentos sobre a preservação dos ecossistemas.



**Glossário:**

Ácido fórmico: membro simples dos ácidos, líquido com odor penetrante.

Abundância: grande quantidade, alto número de indivíduos ou espécimes.

Antena: órgão normalmente sensorial, par, geralmente localizado entre ou abaixo dos olhos.

Antrópico: influência da espécie humana, ação do homem.

Bioindicadores: grupo de seres que reflete o estado biótico ou abiótico do ambiente.

Bioma: conjunto de diferentes ecossistemas.

Biomassa: abrange os derivados recentes dos organismos vivos, sua energia biológica.

Clava: na antena, configuração de 2 ou mais segmentos distais mais dilatados que os precedentes.

Clípeo: marcação da parte inferior da cabeça – acima das mandíbulas e abaixo da fronte.

Depredatórios: atividades que danificam, causam prejuízos ao ambiente natural.

Ecossistemas: sistema ou lugar em que se vive, junção dos fatores bióticos e abióticos.

Epífita: plantas que vivem sobre outras plantas, sem prejudicá-las, inquilinismo.

Escapo: segmento maior da antena, base.

Espinho: o processo externo, pontiagudo e multicelular do tegumento.

Esporão tibial: espinho distal da tíbia.

Eutrofização: excesso de nutrientes na água, causado por despejo de esgotos, adubos ou contaminação de lençóis subterrâneos, causa grande proliferação de plantas aquáticas e algas.

Família: grupo taxonômico onde está agrupado um número de gêneros.

Ferrão: ovopositor modificado para ejeção do veneno.

Gáster (abdômen): conjunto dos 7 ou 8 segmentos após o pecíolo.

Lixiviação: processo físico de lavagem dos solos pelas águas correntes das chuvas, remoção de sedimentos por enxurradas.

Mandíbula: primeiro par de apêndices gnatais, ou seja, da boca.

Ninho: estrutura construída para manutenção e cuidado dos filhotes, também colônia.

Pecíolo: estrutura uni ou bissegmentada que une o propódeo ao gáster.

Pedicelo: segmento intermediário entre o escapo e o flagelo.

Propódeo: somito fundido ao metatórax anteriormente, e posteriormente articulado ao pecíolo.

Riqueza: diversidade biológica de uma determinada área ou região, variedade de espécies.

Táxon: unidade taxonômica, associada a um sistema de classificação científica, pode estar em qualquer nível do sistema de classificação. Assim, um reino é um táxon, bem como um gênero ou espécie.

**Para saber mais:**

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia das populações**. 2ª edição, São Paulo: Moderna, p. 372-374, 2004.

CAETANO, F. H.; JAFFÉ, K.; ZARA, F. J. **Formigas: biologia e anatomia**. Rio Claro: FHC, 131 p, 2002.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. Disponível em: <http://www.sosmataatlantica.org.br>. Acesso em: 3 jan. 2009.

LOUREIRO, M.C; M.V.B. **Insetos de Viçosa: Formicidae**. Editora Imprensa Universitária. Viçosa – M.G., 1990.

MOUTINHO, P.R., D.C. NEPSTAD, K. ARAÚJO & C. UHL. Formigas e floresta: Estudo para a recuperação de áreas de pastagem. **Ciência Hoje** 15: 59-60, 1983.

SANTOS, J. C.; FIGUEIRA, M.; O mundo curioso das formigas. **Ciência Hoje das Crianças**, 154:2-6, 2005.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br>. Acesso em: 12 de jul. 2009.

SILVESTRE, R.; SILVA, R.R. Guildas de formigas da Estação Ecológica Jataí, Luís Antônio – SP – sugestões para a aplicação de guildas como bio-indicadores ambientais. **Biotemas**. 14(1): 37-69, 2001.



### Ficha de Pós-Campo

1. Data ____/____/____	2. Número do Grupo e integrantes:		
3. Triagem – Principais observações de materiais encontrados e descartados.			
4. Subfamílias Encontradas:		5. Abundância (número encontrado):	
Dolichoderinae			
Formicinae			
Myrmicinae			
Ponerinae			
6. Gêneros Encontrados:			
Principais Gêneros	Generalistas	Especialistas	Abundância
<i>Camponotus</i>			
<i>Dorymyrmex</i>			
<i>Gnamptogenys</i>			
<i>Linepithema</i>			
<i>Pachycondyla</i>			
<i>Paratrechina</i>			
<i>Pheidole</i>			
<i>Solenopsis</i>			
<i>Wasmannia</i>			
Outros:			
Abundância Total de Espécimes Coletados			
7. Observações: Faça breves anotações daquilo que você julgar necessário.			



# 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](#)