

ARTRÓPODES TERRESTRES NO LICENCIAMENTO AMBIENTAL: UM MODELO PARA UTILIZAÇÃO POR EMPRESAS DE CONSULTORIA

Tércio da Silva Melo¹

Marcelo Cesar Lima Peres²

Alessandra Rodrigues Santos de Andrade³

Magno Lima Travassos de Oliveira⁴

Moacir Santos Tinoco⁵

Resumo

Com o intuito de otimizar as atividades de empresas na realização de estudos de licenciamento ambiental, através de uma discussão teórica, propomos grupos de artrópodes terrestres e métodos de coleta específicos como modelos para a realização de serviços de gestão ambiental. Fundamentamos a seleção dos artrópodes terrestre através do conceito de

Recebimento: 10/6/2015 - Aceite: 28/10/2015

¹ Mestre em Ecologia e Biomonitoramento pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Colaborador do Centro de Ecologia e Conservação Ambiental - ECOA/UCSAL. Email: terciossilvamel@hotmail.com

² Doutor em Ecologia pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Professor no mestrado profissional em Planejamento Ambiental do PPG em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Social da UCSal, e coordenador do Centro de Ecologia e Conservação Ambiental (ECOA/UCSal). Email: peresmcl@ig.com.br

³ Mestre em Ecologia e Biomonitoramento pela Universidade Federal da Bahia (UFBA) e doutoranda em Ecologia pela mesma instituição. Email: alessandrabiologia@hotmail.com

⁴ Mestre em Ecologia e Biomonitoramento pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Colaborador do Centro de Ecologia e Conservação Ambiental - ECOA/UCSAL. Email: magnotravassos@yahoo.com.br

⁵ Doutor em Biodiversity Management pela University Of Kent At Canterbury. Professor assistente da graduação e de pós-graduação da Universidade Católica do Salvador e coordenador do Centro de Ecologia e Conservação Ambiental (ECOA). Email: moacir.tinoco@ucsal.br

organismo bioindicadores; na facilidade de ser encontrado, coletado e conservado; e na existência de coleções científicas e pesquisadores especializados na identificação. Já os métodos de coleta foram escolhidos baseados na abrangência da coleta de artrópodes, além da aplicabilidade e custos. Recomendamos no artigo a utilização de quatro grupos de artrópodes terrestres (Araneae, Formicidae, Coleoptera e Orthoptera), seis métodos de coleta (Armadilha de água, Armadilha de queda, Coleta Manual, Extrator de Winkler, Guarda-chuva entomológico, Rede de varredura), 33 instituições especializadas na identificação dos grupos indicados, e propomos um modelo de amostragem para o licenciamento ambiental. Assim, para que os estudos de licenciamento ambiental sejam otimizados, as empresas devem ter definido a finalidade de seu estudo (o objetivo) e as condições da área (o ambiente), para assim definir o objeto de estudo (o organismo) e como coletar o objeto (as técnicas).

Palavras-chave: Delineamento Amostral; Bioindicador; Métodos de Coleta; Diagnóstico ambiental; Monitoramento ambiental

TERRESTRIAL ARTHROPODS IN ENVIRONMENTAL LICENSING: AN USEFULL MODEL TO CONSULTANCY BUSINESS

Abstract

In order to optimize consultancy business' activities in conducting environmental licensing studies through theoretical discussion, we propose groups of terrestrial arthropods and specific sampling methods as models for environmental management services. The terrestrial arthropods selection method was based on the assumption that they are relevant indicator organisms; easily found, collected and preserved; their relevant presence in scientific collections and the number of taxonomists for the group. We based our choice on the sampling methods on the coverage of arthropods' groups sampling, applicability and costs. We recommend in this paper four terrestrial arthropods groups (Aranae, Formicidae, Coleoptera and Orthoptera), six sampling methods (water trap, pitfall trap, hand sampling, Winkler extractor, entomological umbrella and sweep net), listed 33 institutions with taxonomists to these groups. Based on those results we

propose a sampling protocol for the environmental licensing. However, in order to optimize environmental licensing studies, consultancy business must have a clearer definition of their studies aims (the objective) and the landscape conditions for sampling (the environment), so therefore select the study's object (organism) and how to sample it (methods).

Keywords: Sample design; Indicator species; Sampling methods; Environmental inventories; Environmental monitoring

Introdução

No Brasil, qualquer classe de empreendimento que utilize ou altere recursos ambientais, deve passar pelo licenciamento ambiental (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 1997; SILVA FILHO, FURTADO, VIEIRA, 2008). Nesse processo, é necessária a realização de estudos ambientais que gerem dados que permitam a avaliação das condições ecológicas do ambiente (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 1997). Esses dados se dão através de indicadores ambientais, de modo que bons indicadores tenham a capacidade de gerar modelos que representem a realidade ambiental (SANTOS, 2004). A fauna tem sido utilizada como um dos principais bioindicadores devido à geração de dados confiáveis (SANTOS, 2004). Esses bioindicadores são organismos ou comunidades, cujas funções vitais se correlacionam tão estreitamente com determinados fatores ambientais, que podem ser empregados como indicadores na avaliação de uma dada área (PEARSON, 1994). Alterações na abundância, diversidade e modificações na composição do grupo de indicadores servem para inferir sobre o nível de perturbação do ambiente (BROWN, 1997). Diversos organismos podem ser utilizados para este objetivo, contudo, no licenciamento de empreendimentos em ambiente terrestre, os órgãos ambientais têm se apoiado predominantemente nos vertebrados (filo Chordata) e nas plantas superiores como grupos indicadores.

Em contrapartida a esta tendência, os invertebrados podem ser um grupo promissor para utilização de bioindicadores no licenciamento ambiental (principalmente em Estudos de Impacto Ambiental - EIA e em monitoramentos ambientais), em comparação aos demais grupos, devido: (1) dominarem a fauna em riqueza e abundância, (2) estarem interligados em diversos processos ecológicos, (3) e fornecerem grande quantidade informações de dados em um curto espaço temporal (CHURCHILL, 1997). Dentre os invertebrados, destacam-se os artrópodes terrestres, pois, respondem rapidamente a mudanças ambientais sutis, tanto de habitat quanto de intensidade de impacto (LEWINSOHN, FREITAS, PRADO, 2005; LONGINO, 1994), sendo considerados bioindicadores, apresentam alta diversidade, (GERLACH, SAMWAYS, PRYKE, 2013) e são importantes nos estudos sobre biodiversidade (LONGINO, 1994).

Assim, com o intuito de otimizar as atividades de empresas na realização de estudos de licenciamento ambiental, este artigo apresenta um estudo teórico indicando quais artrópodes e suas respectivas técnicas de amostragem são ideais na realização de serviços de gestão ambiental. As técnicas e organismos indicados visam diminuir o tempo de resposta dos estudos e consequentemente os custos da empresa.

Materiais e métodos

Este artigo foi desenvolvido a partir de bases literárias sobre gestão ambiental e artrópodes terrestres. Com fundamentação teórica do tema proposto, foram utilizados somente artigos científicos e livros oriundos das línguas portuguesa e inglesa, que atendiam aos objetivos no presente estudo. Ainda, para que possa haver aplicação técnica, o presente estudo apresenta-se em conformidade com a Instrução Normativa n° 146 de janeiro de 2007, do Ministério do Meio Ambiente, que regulariza e estabelece critérios e padroniza os procedimentos relativos à fauna no âmbito do licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades que causam impactos sobre a fauna silvestre (INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE, 2007). Para a seleção dos artrópodes, levamos em consideração os critérios: (1) Ser considerado pela literatura um “bom” grupo bioindicador da alteração de habitats e ecossistemas, (2) ser facilmente encontrado e coletado no ambiente, (3) possuir coleções científicas no Brasil do grupo selecionado e/ou pesquisadores especialistas na identificação, (4) poder ser coletado com mais de uma técnica amostral, (5) apresentar um baixo custo para aplicação das técnicas de coleta, (6) e ser facilmente conservado após coleta.

Artrópodes bioindicadores

O filo Arthropoda (artrópodes) representa aproximadamente 80% de toda fauna conhecida no mundo, sendo considerado um dos grupos mais importantes existentes (BARNES, FOX, BARNES, 2005; BRUSCA, BRUSCA, 2007). Os artrópodes são tão abundantes e diversos que executam importantes papéis em todos os ambientes em que se encontram, dominam todos os ecossistemas terrestres e aquáticos, e sua enorme diversidade adaptativa permitiu que sobrevivessem em praticamente todos os ambientes (BARNES, FOX, BARNES, 2005; BRUSCA, BRUSCA, 2007). Especificamente os artrópodes terrestres exercem as mais variadas funções, como na herbivoria, predação e decomposição (GERLACH, SAMWAYS, PRYKE, 2013). Além de prestarem serviços ambientais como polinização, dispersão de sementes, controle de populações (animais e vegetais) e servirem como recurso alimentar para outros organismos (PODGAISKI, MENDOÇA, PILLAR, 2011). Este grupo apresenta respostas demográficas e dispersivas mais rápidas do que organismos com ciclos de vida mais longos, podem ser amostrados em maior quantidade e em escalas mais refinadas do que os organismos maiores (LEWINSOHN, FREITAS, PRADO, 2005). Porém, essas vantagens só são contrabalançadas por dificuldades taxonômicas em muitos dos táxons (LEWINSOHN, FREITAS, PRADO, 2005). Em contrapartida aos

problemas apresentados para identificação, selecionamos somente os grupos artrópodes terrestres bioindicadores que apresentem taxonomia conhecida e que podem ser morfoespeciados ou associados à atributos funcionais (ver PODGAISKI, MENDOÇA, PILLAR, 2011).

Como parte do licenciamento ambiental, a Instrução Normativa nº 146 de 2007 do Ministério do Meio Ambiente determina que os animais coletados sejam destinados e depositados em instituições autorizadas (INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE, 2007). Dessa forma, também como critério para escolha dos artrópodes terrestres bioindicadores, selecionamos os grupos que possuam coleções de referência em museus e com taxonomista especialista (baseamo-nos em BRANDÃO et al., 2006). Ainda, tentamos selecionar grupos de organismos que viessem a contemplar diferentes serviços ecológicos (GERLACH, SAMWAYS, PRYKE, 2013). Dessa forma, selecionamos quatro taxas de artrópodes terrestres:

- Classe Arachnida, ordem Araneae: As aranhas correspondem a um número significativo da diversidade de artrópodes terrestres (TOTI, COYLE, MILLER, 2000), com 44.906 espécies descritas e distribuídas em 114 famílias (PLATNICK, 2014). Estão amplamente distribuídas em todas as regiões do mundo, exceto Antártida e o oceano (FOELIX, 2011). São consideradas de grande importância ecológica (SIMÓ et al., 1994), predadoras generalistas (HUHTA, 1971), que exercem a importante função como reguladoras de populações de outros invertebrados (AGUILAR, 1988; FLÓREZ, 2000; GERLACH, SAMWAYS, PRYKE, 2013). São sensíveis tanto às alterações microclimáticas quanto na estrutura da vegetação (FOELIX, 2011; GERLACH, SAMWAYS, PRYKE, 2013), e em consequência a sua ocorrência é determinada pelos fatores físicos do ambiente (HUHTA, 1971).

- Ordem Hymenoptera, família Formicidae: As formigas são abundantes na maior parte dos ecossistemas terrestres. Somam uma grande parte da biomassa animal na maioria dos ecossistemas terrestres tropicais (HÖLLDOBLER, WILSON, 1990) e constituem um grupo dominante de invertebrados em florestas, com 15.707 espécies/subespécies descritas (BOLTON, 2014). Por se alimentarem de uma grande variedade de organismos vivos e mortos, são importantes na ciclagem de nutrientes, na ventilação do solo, como reguladoras de populações de invertebrados e dispersores de sementes (FERNÁNDEZ, 2003). Na literatura, as formigas têm sido utilizadas como um bom indicador do estado de recuperação de uma área pós-distúrbios (GERLACH, SAMWAYS, PRYKE, 2013).

- Classe Insecta, ordem Coleoptera: Dentre os artrópodes, os besouros (Coleoptera), merecem destaque, já que, é a maior ordem da Classe Insecta e também a maior do reino animal (BARNES, FOX, BARNES, 2005; BRUSCA, BRUSCA, 2007), com um número estimado de 30.000 espécies

(LEWINSOHN, FREITAS, PRADO, 2005). Com hábitos alimentares, os quais incluem coprófagos, herbívoros, frugívoros, dentre outros, os coleópteros merecem atenção para estudos, pela facilidade de amostragem, por serem amplamente distribuídos, ocuparem diversos extratos vegetais, serem bem reconhecidos e muito abundantes. São encontrados em vários sistemas ecológicos e respondem rapidamente às modificações ambientais e/ou distúrbios antrópicos (PEARSON, 1994; GERLACH, SAMWAYS, PRYKE, 2013).

- Classe Insecta, ordem Orthoptera: Os gafanhotos/grilos/esperanças/paquinha, em geral, são fitófagos e um dos maiores grupos de desfolhadores do meio ambiente. A ordem Orthoptera tem mais de 20.000 espécies (GALLO et al., 2002), sendo abundantes e de fácil amostragem. Em ambientes de savanas são especialmente sensíveis a alterações no ambiente, e são indicadores de transformação da paisagem (GERLACH, SAMWAYS, PRYKE, 2013).

Métodos de coleta

No Brasil, existem normativas que determinam os métodos de coleta e manejo para a fauna de vertebrados (CONSELHO FEDERAL DE BIOLOGIA, 2012), porém, não há regulamentações para artrópodes terrestres. Dessa forma, a escolha dos métodos de coleta baseou-se nas técnicas e/ou armadilhas de eficiência já comprovada por literatura científica (CODDINGTON et al., 1994; KITCHING, LI, STORK, 2001; SUTHERLAND, 2006). Ainda, como critério para a escolha, selecionamos técnicas e/ou armadilhas de fácil aplicação e baixo custo para realização.

- Armadilha de água (Figura 1A): São bacias de metal ou plástico (aconselha-se ter uma altura mínima de 5cm) pintadas internamente com uma dessas cores: azul, branco, vermelho, verde ou preto (KITCHING, LI, STORK, 2001). Estas bacias coloridas são colocadas diretamente no solo ou em diferentes alturas (não ultrapassando um metro). Deve conter água hipersalina e detergente como líquido conservante. Esta armadilha deve ser mantida exposta por no mínimo um período de cinco dias consecutivos, e pode ser utilizada em qualquer tipo de ambiente. Para a instalação das bacias, cuidados em relação ao clima devem ser tomados. Em ambientes de alta umidade ou em período chuvoso, nas bordas da bacia devem ser feitos pequenos orifícios. Esses orifícios irão evitar o transbordamento do líquido conservante do recipiente e perda dos animais, em caso de chuva. Em períodos secos e ensolarados, é importante que as bacias sejam monitoradas para reposição do líquido conservante, evitando o ressecamento da mesma. Para a coleta de um maior número de grupos de artrópodes, indica-se que

utilize diferentes cores de bacias (já que diferentes grupos têm maior atração por determinadas cores) e em diversas alturas.

Figura 1: Prancha ilustrativa das técnicas de amostragem de artrópodes terrestres, (A) disposição da armadilha d'água; (B) colocação da armadilha de queda; (C) coleta manual; (D;E;F) procedimentos do extrator de Winkler; (G) aplicação do guarda-chuva entomológico; e (H) rede de varredura



(A)



(B)



(C)



(D)



(E)



(G)



(F)



(H)

- Armadilha de queda (Figura 1B): Utilizada para artrópodos de solo e serrapilheira. Esta armadilha é composta por um recipiente (copo) de abertura mínima de 15cm de diâmetro (WORK et al., 2002), e volume de 500ml. O copo deve ser enterrado no solo de maneira que a abertura do copo fique ao nível do solo. Deve conter água hipersalina e detergente como líquido conservante, e o copo deve estar preenchido com aproximadamente

um terço de sua capacidade. Para a instalação dos recipientes, deve-se evitar grandes alterações na distribuição do solo e serrapilheira, e não pode ser utilizada em ambientes que possuem o solo pedregoso. Esta armadilha deve ser mantida exposta por no mínimo um período de cinco dias consecutivos. Em ambientes de alta umidade ou em período chuvoso, utiliza-se uma proteção acima do copo para evitar o transbordamento do líquido conservante do copo e perda dos animais. Em períodos secos e ensolarados, é importante que os recipientes sejam monitorados para reposição do líquido conservante, evitando o ressecamento da mesma. Esta armadilha pode ter sua eficiência aumentada ou direcionada a determinados grupos, utilizando-se iscas de cheiro, que podem ser frutos fermentados, carne podre e fezes.

- Coleta Manual (Figura 1C): Consiste na procura ativa do animal diretamente no ambiente. A coleta dos artrópodes deve ocorrer de forma manual ou com auxílio de instrumentos tais como: pinças, pincéis, potes e aspirador entomológico. Após a coleta do animal, os mesmos devem ser colocados em recipientes com líquido conservante (álcool a 70%). Este método pode ser aplicado no turno matutino e/ou noturno e, durante a amostragem, o coletor deve procurar os organismos nos dois extratos: vegetação e solo. Ideal que a coleta manual ocorra, se possível, no período de maior atividade do objeto (grupo bioindicador) de estudo. Coletores (consultores) com diferentes níveis de experiência na aplicação da técnica podem apresentar um viés na amostragem. Não é indicado aplicação dessa técnica durante a chuva ou em períodos chuvosos (exceto em intervalos de dois dias de estiagem).

- Extrator de Winkler (Figura 1D, 1E e 1F): Utilizado para amostragem de artrópodes de serrapilheira, através da coleta de uma porção da mesma (amostra de 1m²). Para uma maior eficiência da técnica, a serrapilheira coletada deverá ser peneirada em partes por aproximadamente 3 a 5 minutos, em peneira de malha de 5mm (Figura 1D). É indicado que a peneira seja preenchida com no máximo 50% do seu volume. O produto peneirado (material particulado) é colocado em saco perfurado (malha de 4mm - Figura 1E) dentro do extrator de Winkler (armação de metal revestida por tecido resistente - Figura 1F). A parte superior do extrator é vedada e na parte inferior acopla-se um pote de plástico, que deve ser preenchido com apenas 1/3 de seu volume de líquido conservante (álcool 70%). A armadilha armada é pendurada em local seguro e que receba luminosidade, mas que não corra risco de contato com a chuva, ficando exposta num período entre 24h a 72h. O extrator de Winkler é uma técnica que limita o tamanho dos animais coletados, devido ao tamanho da malha da peneira e saco. Não é

indicado aplicação dessa técnica durante a chuva ou em períodos chuvosos (exceto em intervalos de dois dias de estiagem).

- Guarda-chuva entomológico (Figura 1G): Utilizado para coleta de artrópodes associados à vegetação arbustiva-arbórea. Esta armadilha é constituída de um pano quadrangular branco de 1m², em que, na parte de baixo do pano, deve haver duas hastes entrecruzadas para manter o guarda-chuva aberto. Para sua utilização, o guarda-chuva é disposto sob ramos da vegetação (posicionado até 2m de altura), e a planta deve ser balançado vigorosamente por 10s. Os artrópodes que caírem sobre o guarda-chuva devem ser coletados com auxílio de pinça, pincéis e aspirador entomológico, e colocado diretamente em um recipiente com solução conservante (álcool 70%). Deve ser aplicada pela manhã, é recomendada a coleta em no mínimo 10 arbustos, sendo equivalendo a coleta de um ponto amostral. Não é indicado aplicação dessa técnica durante a chuva ou em períodos chuvosos (exceto em intervalos de dois dias de estiagem).

- Rede de varredura (Figura 1H): Devendo ser aplicada pelo turno diurno (evitando as primeiras horas do dia, em razão do acúmulo de orvalho na vegetação) (OTT et al., 2006). Indicada para a coleta de artrópodes em vegetação de porte herbáceo. A técnica consiste na utilização de uma rede, constituída por um saco de tecido resistente preso a uma armação em forma de arco metálico. A rede de varredura é usada para bater diretamente nas folhagens de forma a “varrer” toda a fauna de artrópodes que se encontram na vegetação. Logo após a coleta, a rede deve ser girada rapidamente de maneira a fechar sua abertura. Com auxílio de pinça, pincéis e aspirador entomológico, os artrópodes devem ser retirados do fundo do saco, e colocado diretamente em um recipiente com solução conservante (álcool 70%). Não é indicado aplicação dessa técnica durante a chuva ou em períodos chuvosos (exceto em intervalos de dois dias de estiagem).

Conservação e destinação dos artrópodes

A preservação permanente de artrópodes, em boas condições, pode ser realizada de duas maneiras adequadas: (1) por via seca (através de alfinete entomológico), ou (2) por via líquida (com o álcool etílico em concentrações de 70%). Para animais que irão ser encaminhados para serem depositados em instituições, indicamos que os mesmos sejam mantidos e encaminhados em álcool. No Brasil, mais de 30 instituições (de diferentes regiões do país) recebem doações de material biológico de um ou mais os grupos de artrópodes selecionados nesse trabalho (BRANDÃO et al., 2006) (Tabela 1).

Tabela 1: Lista de instituições brasileiras que recebem doações de material biológico e que possuem corpo técnico para identificação/morfoespeciação de artrópodes terrestres (adaptada de BRANDÃO et al., 2006)

Instituição	Grupo			
	Araneae	Coleoptera	Formicidae	Orthoptera
Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira - Laboratório de Mirmecologia (CEPLAC)			X	
Departamento de Zoologia da Universidade Federal de Alagoas (CCUF)		X	X	X
Embrapa - Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (UFES)		X	X	X
Fundação Universitária do Estado do Mato Grosso campus Nova Xavantina (UEMS)		X	X	X
Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul - Museu de Ciências Naturais (MCNZ)	X	X	X	X
Instituto Biológico (IBSP)		X	X	X
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Reserva Ecológica do Cerrado (IBGE)	X	X	X	X
Instituto Butantan (IBTU)	X	X	X	X
Instituto de Biociências - Universidade Estadual Paulista (UESP)	X	X	X	X
Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia (UFBA)	X			
Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais (BHMH)	X	X	X	X
Instituto de Estudos e Pesquisa do Estado do Amapá (IEPA)		X	X	X
Instituto Florestal de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente (IFSA)		X	X	X
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA)	X	X	X	X
Instituto Oswaldo Cruz (IOC)		X		
Museu de Historia Natural Capão da Imbuía (MHNCI)	X	X	X	X
Museu de Historia Natural da Universidade Federal de Alagoas (CNUF)		X	X	X
Museu de Zoologia da Universidade Federal de São Paulo (MZSP)	X	X	X	X
Museu Entomológico Fritz Plaumann (MFPC)		X	X	X
Museu Paranaense Emilio Goeldi (MPEG)	X	X	X	X
Museus de Ciências - Rio Grande do Sul		X	X	X
Museus Nacional - Universidade Federal do Rio de Janeiro (MNRJ)	X	X	X	X
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (MCPU)	X			
Universidade Católica Dom Bosco (UCDB)		X	X	X
Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)	X			
Universidade Federal da Paraíba (DSEC)		X	X	X
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)		X	X	X
Universidade Federal de Viçosa (UFVB)		X	X	X

Universidade Federal do Amazonas (DCMB)	X	X	X	X
Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS)		X	X	X
Universidade Federal do Paraná (UFPR)		X	X	X
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - Coleção Entomológica Costa Lima (IBUS)		X	X	X
Universidade Santa Úrsula - IC (DBAU)		X	X	X

Estratégias de coleta de dados

Para que os objetivos dos estudos para o licenciamento sejam respondidos, é indispensável que seja estabelecido um delineamento amostral adequado (MAGNUSSON, MOURÃO, 2005). Desta forma, é necessário que haja uma padronização na coleta de dados dos artrópodes. A criação de um delineamento amostral e a padronização dos métodos de coleta permite que os parâmetros da comunidade (composição, riqueza e abundância) sejam comparados entre as áreas de coletas (GOTELLI, ELLISON, 2011). Dessa forma sugerimos a amostragem dos grupos de artrópodes através de Pontos Amostrais (PA). Esses PAs são delimitados por uma área de amostragem, podendo o tamanho ser determinado pela empresa de consultoria. Para a amostragem dos artrópodes em questão, uma área de 100m² (10m x 10m) é adequada, desde que mantida uma distância mínima de 50m entre PAs. Essa distância permite que os PAs sejam considerados independentes, evitando que haja pseudo-repetição espacial na amostragem dos artrópodes (GOTELLI, ELLISON, 2011). A quantidade e como serão distribuídos os PAs na área de estudo, dependerá do (1) tamanho e (2) tipo do empreendimento, além do (3) tempo de amostragem disponível. Contudo, propomos que seja estabelecido um PA por hectare e que a distribuição espacial dos PAs abranja a maior proporção possível da área de estudo.

O esforço amostral das técnicas de amostragem deve ser igualmente utilizado nos PAs (Tabela 2). Os consultores devem ficar atentos à padronização na aplicação das técnicas: armadilha de água (tempo de exposição da armadilha, cor e tamanho das bacias), armadilha de queda (tamanho dos copos e tempo de exposição da armadilha), coleta manual (experiência do coletor e tempo de amostragem), extrator Winkler (tamanho da amostra e tempo de exposição da armadilha), guarda-chuva (quantidade de ramos) e rede de varredura (tempo de coleta), evitando, dessa forma que haja pseudo-repetição amostral (GOTELLI, ELLISON, 2011). Também é indicada a realização de amostragens compostas, com utilização de mais de técnica de coleta dos artrópodes, melhorando dessa forma a amostragens nos PAs. Quando realizada uma amostragem composta nos PAs, utilizar preferencialmente técnicas complementares, que possam amostrar

diferentes extratos (solo e vegetação) do ambiente (uma alternativa para amostragem de diferentes extratos ambientais e habitats com somente uma técnica é através da coleta manual). Em amostragens compostas também é importante que se mantenha a padronização na forma das coletas de dados, ou seja, a técnica de coleta utilizada em um PA deve ser replicada para todos os PAs da área de estudo.

É importante resaltar que a realização de técnicas ativas (ex.: Coleta Manual, Guarda-chuva entomológico e Rede de varredura) de coleta de artrópodes é mais barata do que técnicas passivas (ex.: Armadilha de água, Armadilha de queda, Extrator de Winkler) (CODDINGTON et al., 1991). O preço mais elevado para o uso de técnicas passivas se dá devido à necessidade de um maior tempo de permanência em campo das armadilhas e de triagem dos animais. Contudo, em estudos de longa duração ou em grandes áreas o uso de técnicas passivas de coleta pode ser uma alternativa mais econômica. Entretanto, independente do delineamento amostral criado, empresas e consultores ambientais devem reservar parte do tempo de trabalho na identificação/morfoespeciação dos artrópodes.

Tabela 2: Lista das técnicas amostrais relacionando o esforço amostral e os artrópodes coletados

Técnicas	Esforço de coleta por PA	Grupo			
		Araneae	Coleoptera	Formicidae	Orthoptera
Armadilha de água	1 bacia	X	X	X	X
Armadilha de queda	1 copo	X	X	X	X
Coleta Manual	30 minutos de amostragem	X	X	X	X
Extrator de Winkler	1m ² de serrapilheira	X	X	X	
Guarda-chuva entomológico	10 arbustos	X	X	X	
Rede de varredura	30 minutos de amostragem	X	X	X	X

Os artrópodes terrestres são sensíveis a diversos fatores ambientais (LEWINSOHN, FREITAS, PRADO, 2005; LONGINO, 1994), sendo que muitos desses fatores determinam a riqueza, abundância e composição dos grupos. Desta forma, indicamos que sejam mensuradas variáveis ambientais de habitat e de clima em cada PA. Dentre os fatores ambientais, variáveis de

habitat como: compactação do solo, profundidade e cobertura da serrapilheira, tipo da vegetação, altura do dossel, cobertura do dossel, densidade de plantas arbóreas, além das variáveis de clima: temperatura do ar, temperatura do substrato (serrapilheira e/ou solo), luminosidade, umidade e velocidade do ar e pH do solo podem ser aferidas, com baixo aumento nos custos e pouca perda de tempo em campo. Outras variáveis de habitat e clima também podem ser mensuradas pelos consultores, desde que as mesmas possam exercer influência nos grupos de artrópodes.

Também é importante destacar que devido a influência das condições ambientais sobre os artrópodes, estudos têm demonstrado variações na riqueza, abundância e composição da comunidade desses organismos em função da sazonalidade (BATTIROLA et al., 2007; MARQUES, DEL CLARO, 2010; SILVA, FRIZZAS, OLIVEIRA, 2011; ALMEIDA, SOUTO, SOUTO, 2013). Assim, propomos que em estudos de longa duração (como em monitoramentos ambientais), as amostragens ocorram em pelo menos duas estações do ano (ex.: em um período de seca e outro de chuva), permitindo coletar toda variação da diversidade existente na comunidade de artrópodes.

Considerações finais

Dentro do licenciamento ambiental, cada tipo de serviço possui diferentes objetivos. Dessa forma, dentre os artrópodes e técnicas propostos neste artigo, podem ser necessárias adequações no levantamento de dados, para que os objetivos do serviço sejam atendidos. A escolha dos grupos de artrópodes baseou-se principalmente na diversidade, facilidade na amostragem e identificação, além de serem considerados um bom bioindicador e prestador de funções ecossistêmicas. Porém, não há impedimento para que outros grupos de artrópodes sejam utilizados, desde que respondam aos objetivos do estudo. Assim, propomos que sempre que possível, as empresas utilizem mais de um grupo nas realizações dos levantamentos de dados, considerando pelo menos um dos artrópodes indicados neste artigo.

Já a seleção das técnicas baseou-se na eficiência, facilidade e baixo custo na aplicação da mesma. Ainda, para um melhor levantamento de dados, indicamos a realização de amostragem compostas, com utilização de mais de técnica de coleta dos artrópodes, utilizando preferencialmente técnicas complementares, que possam amostrar diferentes extratos (solo e vegetação) do ambiente. Contudo, as técnicas propostas no artigo não inviabilizam a utilização de outros meios de coleta de dados, desde que

possam amostrar de forma mais adequada a fauna dos artrópodes terrestres selecionados.

Para que as empresas de consultoria ambiental possam otimizar a realização dos estudos, deve ter definido a finalidade de seu estudo (o objetivo do licenciamento), objeto de estudo (o bioindicador), como coletar o objeto (as técnicas de amostragem) e as condições da área de estudo (o ambiente). Vale ressaltar que durante o planejamento do levantamento de dados, os consultores devem levar em consideração o tempo gasto posteriormente com o procedimento de triagem do material proveniente das armadilhas utilizadas. Por fim, como eixo principal que irá determinar a escolha do grupo e a técnica a ser utilizada, deve ser o objetivo do estudo para o licenciamento ambiental.

Agradecimentos

Agradecemos ao Programa BITEC (Parceria - IEL, SENAI, SEBRAE e CNPq) por financiamento deste trabalho. A Miguel Simó e Carolina Jorge por ceder e permitir a publicação da Foto 1H. A Ricardo Marques pela tradução do resumo.

Referências

AGUILAR, P.G.F. **Las arañas como controladoras de plagas insectiles em la agricultura peruana**, Revista Peruana de Entomologia, v. 31, p. 1-8, 1988.

ALMEIDA, M.A.X.; SOUTO, J.S.; SOUTO, P.C. **Composição e sazonalidade da mesofauna do solo do semiárido paraibano**, Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 8, n. 4, p. 214-222, 2013.

BARNES, E.E.; FOX, R.S.; BARNES, R.D. **Zoologia dos Invertebrados**. 7. ed. São Paulo: Roca, 2005.

BATTIROLA, L.D. et al. **Comunidade de artrópodes associada à copa de *Attalea phalerata* Mart. (Arecaceae) durante o período de cheia no Pantanal de Poconé, MT**, Neotropical Entomology, v. 36, n. 5, p. 640-651, 2007.

BOLTON, B. **AntWeb, versão 5.12.7**. Disponível em: <<http://www.antweb.org>>. Acesso em: 22 jul. 2014.

BRANDÃO, C.R.F. et al. **Invertebrados Terrestres**. In: LEWINSOHN, T.M. (org). **Avaliação do Estado do Conhecimento da Biodiversidade Brasileira**. 2. ed. Brasília: MMA, 2006.

BRUSCA, R.C.; BRUSCA, G.J. **Invertebrados**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

BROWN, K.S. Insetos como rápidos e sensíveis indicadores de uso sustentável de recursos naturais. In: MARTOS, H.L.; MAIA, N.B. (org.) **Indicadores ambientais**. 1. ed. Sorocaba: PUC/SP, 1997.

CONSELHO FEDERAL DE BIOLOGIA. **Resolução n° 301**, Oficial da União, Brasília, DF, v. 250, p 190-191, 2012.

CHURCHILL, T.B. **Spiders as ecological indicators: an overview for Australia**, *Memoirs of Museum of Victoria*, v. 56, n. 2, p. 331- 337, 1997.

CODDINGTON, J.A. et al. Designing and Testing Sampling Protocols to Estimate Biodiversity in Tropical Ecosystems. In: DUDLEY, E.C. (org.) **The Unity of Evolutionary Biology**. Portland: Dioscorides Press, 1991.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução 237**, Diário Oficial da União, Brasília, DF, v. 247, p. 30841-30843, 1997.

FERNÁNDEZ, F. **Introducción a las Hormigas de La región Neotropical**. 1. ed. Bogotá: Smithsonian Institution Press, 2003.

FLÓREZ, E.D. **Comunidades de arañas de la región Pacífica del departamento del Valle Del Cauca, Colômbia**, *Revista Colombiana de Entomología*, v. 26, p. 77 - 81, 2000.

FOELIX, R.F. **Biology of Spiders**. 3. ed. New York: Oxford University Press, 2011.

GALLO, D. et al. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002.

GERLACH, J.; SAMWAYS, M.; PRYKE, J. **Terrestrial invertebrates as bioindicators: na overview of available taxonomic groups**, *Journal of Insect Conservation*, v. 17, p. 831-850, 2013.

GOTELLI, N.J.; ELLISON, A.M. **Princípios de estatística em ecologia**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011.

HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E.O. **The ants**. 1. ed. Cambridge: Harvard University Press, Cambridge, 1990.

HUHTA, V. **Succession in the spider communities of the forest oor after clear - cutting and prescribed burning**. *Annales Zoologici Fennici*, v. 8, p. 483-542, 1971.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE. **Instrução Normativa n° 146**, Diário Oficial da União, Brasília, DF, v. 8, p. 56-58, 2007.

KITCHING, R.L.; LI, D.; STORK, N.E. **Assessing biodiversity ‘sampling packages’: how similar are arthropod assemblages in different tropical rainforests?**, *Biodiversity and Conservation*, v. 10, p. 793-813, 2001.

LEWINSOHN, T.M.; FREITAS, A.V.L.; PRADO, P.I. **Conservação de invertebrados terrestre e seus habitats no Brasil**, *Megadiversidade*, v. 1, n. 1, 2005.

LONGINO, J.T. **How to measure arthropod diversity in a tropical rainforest**. *Biology International*, v. 28, p. 3-13, 1994.

MAGNUSSON, W.E.; MOURÃO, M.B. **Estatística sem matemática, a ligação entre as questões e a análise**. 2. ed. Londrina: editora Planta, 2005.

MARQUES, G.D.V.; DEL CLARO, K. **Sazonalidade, abundância e biomassa de insetos de solo em uma reserva de Cerrado**, *Revista Brasileira de Zoociências*, v. 12, n. 2, p. 141-150, 2010.

OTT, A.P. et al. **Abundância e sazonalidade de cigarrinhas (Hemiptera, Cicadellidae, Cicadellinae) em vegetação herbácea de pomar de laranja doce, no município de Montenegro, Estado do Rio grande do Sul, Brasil, Iheringia**. *Série Zoologia*, v. 96, n. 4, p. 425-429, 2006.

PEARSON, D.L. **Selecting indicator taxa for the quantitative assessment of biodiversity**, *The Royal Society*, v. 345, p. 75-79, 1994.

PLATNICK, N.I. **The World Spider Catalog, Version 15**. Disponível em: < <http://research.amnh.org/iz/spiders/catalog/INTRO1.html> >. Acesso em: 22 jul. 2014

PODGAISKI, L.R.; MENDONÇA, M.S.; PILLAR, V.D. **O uso de Atributos Funcionais de Invertebrados terrestres na Ecologia: o que, como e por quê?**, *Oecologia Australis*, v. 15, n. 4, p. 835-853, 2011.

SANTOS, R.F. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. 1. ed. São Paulo: Oficina dos Textos, 2004.

SILVA FILHO, J.M.; FURTADO, P.S.S; VIEIRA, R.M. **Manual de regularização ambiental**. 1. ed. Belo Horizonte: SEBRAE-MG, 2008.

SILVA, N.A.P.; FRIZZAS, M.R.; OLIVEIRA, C.M. **Seasonality in insect abundance in the “Cerrado” of Goiás State, Brazil**, *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 55, n. 1, p. 79-87, 2011.

SIMÓ, M. et al. **Relevamiento de Fauna de la quebrada de los cuervos; area natural protegida**, *Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay*, v. 2, p. 1 - 20, 1994.

SUTHERLAND, W.J. **Ecological Census Techniques - A Handbook**. 2. ED. Cambridge: Cambridge University Press, 2006.

TOTI, D.S.; COYLE, F.A. & MILLER, J.A. **A structured inventory of appalachian grass bald and heath bald spider assemblages and a test of species richness estimator performance**, *Journal of Arachnology*, v. 28, p. 329-345, 2000.

WORK, T.T. et al. **Pitfall Trap Size and Capture of Three Taxa of Litter-Dwelling Arthropods: Implications for Biodiversity Studies**, *Environmental Entomology*, v. 31, n. 3, p. 438-448, 2002.

Declaração de contribuição

TS Melo e MCL Peres trabalharam na concepção, delineamento e redação do artigo. ARS Andrade e MLT Oliveira participaram da redação e revisão crítica. MS Tinoco trabalho na revisão crítica e aprovação da versão a ser publicada.