

Inventário de fauna edáfica como instrumento na avaliação de qualidade e biodiversidade de solos urbanos: estudo de caso do parque CienTec

Natália Nunes Patucci¹
Luís Carlos Luñes Oliveira Filho
Déborah de Oliveira
Dilmar Baretta
Marie Luise Carolina Bartz
Antônio Domingos Brescovit

Resumo: A pesquisa avaliou a qualidade e biodiversidade de solos urbanos da cidade de São Paulo (SP), especificamente o parque CienTec (Parque de Ciência e Tecnologia da Universidade de São Paulo), utilizando exemplares da pedofauna e outros atributos edáficos. Delimitaram-se aleatoriamente parcelas de 1,68 ha em ambiente seco e úmido, onde foram coletadas: amostras de solo, invertebrados associados à interface solo – serapilheira por armadilhas de queda e exemplares de *Oligochaetas* pelo método TSBF. Foi realizada nas áreas de estudo uma coleta concentrada no verão (02/2014) e inverno (09/2014; 10/2014), com o objetivo de verificar a relação da diversidade e densidade (Ind.m²) da fauna edáfica coletada com algumas variáveis ambientais, especialmente com a temperatura do solo (°C), precipitação (mm) nos dias de coleta nos períodos úmidos e secos, ausência e presença de drenagem na parcela amostral, atributos químicos como pH, C.O, K, P, Ca, Mg e Al, textura e classe de solos. Foram identificadas espécies de *Oligochaetas* e famílias da ordem Araneae, Chilopoda e Coleoptera. A densidade de indivíduos (Ind.m²) da ordem Araneae e Coleoptera foi influenciada pelo ambiente e época de amostragem. O aumento do teor de C.O e a elevada disponibilidade de macronutrientes favoreceram o aumento de Ind.m² nos primeiros 20 cm de profundidade do solo. Os resultados sugerem também que a elevada frequência da espécie *P. corenthurus* (*Oligochaeta Glossoscolecidae*), indique alteração ambiental por práticas de intervenção antrópicas.

Palavras chave: inventário de fauna edáfica, qualidade do solo, biodiversidade do solo, solos urbanos.

Inventory of soil fauna as an instrument in the assessment of quality and biodiversity of urban soils: a case study of CienTec Park.

Abstract: The survey assessed the quality and biodiversity of urban soils in São Paulo (SP), specifically CienTec park (Science and Technology Park of the University of São Paulo), using specimens of biota and other soil attributes. Delimited randomly, in a dry and humid environment, a fixed area of 1.68 hectare per plot sample, where was sampled: soil, invertebrates associated to the soil-leaf litter interface by fall traps and *Oligochaeta* specimens by TSBF method. A collection concentrated in the summer (02/2014) and winter (09/2014; 10/2014) was carried out in the study areas, with the objective of verifying the diversity and density relation (Ind. m²) of the edaphic fauna collected with soil temperature (°C), precipitation (mm) on days of collection in wet and dry periods, dry and humid environment in the sample plot, chemical attributes such as pH, CO, K, P, Ca, Mg And Al, texture and soil class. *Oligochaeta* species and families of the order Araneae,

¹ Bolsista FAPESP, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia Física, Departamento de Geografia, USP, natalia.oliver@usp.br

Chilopoda and Coleoptera were identified. The density of individuals (Ind.m²) of the order Araneae and Coleoptera was influenced by the environment and period of sampling. The increase in the content of C.O and the high availability of macronutrients favored the increase of Ind.m² in the first 20 cm of soil depth. The results also suggest that the high frequency of the species P. corenthurus (Oligochaeta Glossoscolecidae) indicates an environmental change due to anthropic intervention practices.

Keywords: *Inventory of soil fauna, soil quality, soil biodiversity, urban soil*

Introdução

Organismos indicadores de qualidade são grupos ou comunidades cuja presença, ausência, densidade, diversidade e papel funcional revelam a possibilidade de uma situação adversa provocada naturalmente ou por algum fator antrópico (BARETTA et al.,2010).Por serem sensíveis às modificações ambientais (de causas climáticas, físicas, químicas, biológicas e antrópicas), os organismos do solo podem ser considerados indicadores de qualidade, degradação, recuperação e restauração ambiental (BARETTA et al.,2006). Cada grupo taxonômico responde de forma diferenciada às alterações do seu habitat, e por isso a importância do cruzamento de informações acerca das alterações ambientais com a diversidade, densidade (Ind.m²) e ocorrência biota edáfica (LAVELLE et al., 1997; ESPÍRITO SANTO FILHO, 2005).

A densidade (Ind.m²) e diversidade da biota edáfica dependerão das características da serapilheira, disponibilidade de alimento, microclima do solo, características químicas, classes de solos e adaptabilidade ou especiação dos organismos às diferentes aspectos do pedosistema e (LAVELLE & PASHANASI, 1989). O pedosistema é um sistema aberto que troca e recebe energia e matéria continuamente e que se auto-organiza num arranjo próprio (VEZZANI, 2001 e KÄMPF & CURI, 2012). Segundo Vezzani & Mielniczuk (2009) e Baretta et al., (2010), a qualidade do pedosistema subordina-se aos parâmetros físicos, químicos e biológicos do solo além de depender da interação de frações inorgânicas (areia, silte e argila), de frações orgânicas (celulose, lipídios, lignina, amido etc), das moléculas solúveis em suspensão no solo e de trocas gasosas que ocorrem entre os micro e macro poros, macrorraízes e agregados (ZILLI et al., 2003).

Alguns fatores minimizam a adaptação e diversidade dos organismos (Ind.m²), como por exemplo, a compactação, que dificulta a construção de dutos e galerias pela macrofauna (MOÇO et al., 2005); o revolvimento dos horizontes superficiais e da serapilheira, pois interferem diretamente no aumento da temperatura do solo (°C), no impacto da gota de chuva e na oferta de alimentos e

distribuição da matéria orgânica ; a utilização de fertilizantes e resíduos orgânicos, as queimadas, a degradação de áreas nativas, a contaminação do solo (BARETTA , 2007) e os tipos de manejo também alteram a ocorrência dos organismos (MOÇO et al.; 2005) uma vez que causam impacto ao modificar a estrutura do solo; as diferentes granulometrias e classes de solo pois influenciam no micro clima do solo (PATUCCI, 2015) e por fim, as diferentes fisionomias de cobertura vegetal, uma vez que estas determinam as taxas de composição do resíduo orgânico, ou seja, favorecem a disponibilidade de recurso alimentar para a fauna do solo (ANTONIELLI et al.; 2006).

As adaptações ou especiações dos organismos que compõem a biota do solo não podem ser separadas do ambiente natural no qual ela vive. Os organismos ajustam-se à intervalos específicos de condições ambientais onde os que apresentam menor tolerância são chamados especialistas e aqueles que têm um intervalo amplo de tolerância são chamados generalistas (RICKLEFS, 2009). E justamente dentro desses limites encaixam-se os organismos indicadores, que irão demonstrar uma medida qualitativa integrada e atualizada de todas as adaptações ao ambiente. Os bioindicadores de qualidade podem incluir grupos de espécies que são importantes para relacionar com um determinado agente impactante ou um fator natural com potencial impactante no meio ambiente, representando uma importante ferramenta na avaliação da qualidade de áreas preservadas, remanescentes ou em estágios de regeneração.

A justificativa para o uso de organismos edáficos como indicadores para estudos de biodiversidade e qualidade ambiental, segundo Vos et al. (1985) é que esses tipos de organismos fornecem sinais rápidos para problemas ambientais ; permitem identificar causas e efeitos dos **estressores ambientais** ; relacionam as modificações ambientais com as respostas estatísticas e permitem mapear as ações mitigadoras ; dessa forma, serão comparadas a diversidade e densidade (Ind.m²) nos diferentes ambientes de coleta, classes de solo e estações do ano, afim de se detectar possíveis anomalias e adaptações na pedofauna. Spellerberg (1991) os diferenciam em grupos: espécies sentinelas (organismos sensíveis que oferecem uma ideia geral do nível de degradação); detectoras (espécies que ocorrem naturalmente na área estudada e que apresentam mudanças no comportamento e densidade); exploradoras (espécies cuja presença indicam probabilidade de poluição ou distúrbio; acumuladoras (organismos que acumulam substâncias químicas em quantidades que possam ser detectadas) e bioensaios (organismos selecionados para detectar níveis de toxicidade).

No caso da biota edáfica, os organismos indicadores estão divididos por tamanho em microflora e micro, meso e macrofauna, que em conjunto com as comunidades vegetais, estruturam a fração

biológica e ecológica do pedosistema. Esses organismos são os agentes responsáveis por influenciar direta ou indiretamente parâmetros químicos, físicos e biológicos no solo. De acordo com Hendrix et al. (1990) no caso de parâmetros físicos, os invertebrados influenciam na agregação, descompactação e mistura de solo, na porosidade e na percolação água em profundidade devido à construção de pedotúbulos e galerias ao se movimentarem, o que significa que o tamanho e formato mandibular dos exemplares de fauna edáfica auxilia também, em maior ou menor escala, essas propriedades físicas (ANDERSON, 1988; PATUCCI, 2015). Nos parâmetros ecológicos, auxiliam na regulação de populações e na fragmentação e distribuição de resíduos vegetais, minerais e orgânicos; nos químicos, são agentes na ciclagem de nutrientes e mineralização de resíduos orgânicos e nos biológicos, colaboram com a decomposição e disseminação de esporos (BARTZ, 2011). Logo, o conhecimento acerca dessas comunidades é indispensável para a preservação da qualidade e biodiversidade dos solos urbanos.

O Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI) localiza-se ao sul da cidade de São Paulo na fronteira com a Rodovia dos Imigrantes e os municípios de Diadema, São Caetano, São Bernardo e Santo André e possui 141 hectares dos 526,38 hectares. Essa área abriga o Jardim Botânico, Jardim Zoológico, Secretaria de Agricultura e Abastecimento, o Hospital da Água Branca, o Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da USP, o parque CienTec objeto do presente estudo, o Centro e Exposições Imigrantes e algumas casas para moradia de alguns funcionários do parque (Figura1). De acordo com Fernandes et al. (2002), embora fundado em 1969, o PEFI tem seus limites demarcados desde o século XIX, especificamente 1893, quando ainda funcionava como uma propriedade de cafeicultura, sendo desapropriada nesse momento histórico devido a riqueza hídrica encontrada na região, que serviria ao abastecimento da região sul da província. Vale salientar que o PEFI representa cerca de 10% de remanescentes da região metropolitana de São Paulo, o que demonstra sua vasta extensão e importância como área de conservação de serviços ambientais em meio ao entorno totalmente antropizado.

Segundo levantamento botânico realizado na área de estudo por Pivello e Peccinini (2002) a cobertura vegetal do remanescente caracteriza-se por Floresta Ombrófila Densa Montana (IBGE, 2012) em estágio de regeneração. É densa e apresenta dossel homogêneo o que significa a predominância de árvores baixas entre 4 m e 6 m e pouca ou nenhuma incidência de indivíduos emergentes que formam um sub-bosque denso. Os pesquisadores relacionam a característica do sub-bosque com possíveis intervenções antrópicas no manejo do solo quando a área ainda era uma fazenda de cafeicultura e por reformas ocorridas na década de 50 que, no entanto, foram

abandonadas e permitiram uma regeneração natural da área. Para avaliar quais impactos as alterações ambientais advindas do manejo inadequado possam causar na biodiversidade e na qualidade dos solos, o primeiro passo segundo Baretta (2007), é inventariar a fauna e a flora de determinada área de floresta remanescente. Além disso, Benati et al., (2005) menciona que o conhecimento sobre invertebrados do solo em áreas de Mata Atlântica é escasso na literatura. Essas lacunas objetivaram o desenvolvimento desse projeto.

O parque de Ciência e Tecnologia da Universidade de São Paulo (CienTec -USP), órgão vinculado à Pró-Reitoria de Cultura e Extensão da Universidade de São Paulo, tem por objetivo oferecer entretenimento educativo para crianças, jovens e adultos por meio de experiências didáticas, demonstrações práticas e experimentos técnico-científicos. Este parque abriga a sede do projeto “Solo na Escola”, no qual ficam expostos permanentemente as coleções de fauna do solo coletadas na execução deste trabalho. Segundo Barbosa et al. (2002), o complexo funciona como mantenedor da biodiversidade, além de ser um laboratório natural à céu aberto para atividades educativas, lúdicas e aplicadas. Em pesquisa realizada por Santos e Funari (2002), considerando os dados tratados no período de 1976 a 2000, a área apresenta 19,1 °C de média anual de temperatura do ar, 81,1 % de média anual de umidade relativa e 1.540 mm de média anual de precipitação, o que justifica a sua importância como agente ativo do microclima urbano na região Sul da cidade de São Paulo.

O histórico de uso e ocupação do parque CienTec e os possíveis impactos, a conscientização para a preservação de ilhas verdes e manutenção de ecossistemas urbanos em grandes centros e a compreensão de mudanças ambientais internas como: a diversidade em termos de espécie e famílias, a densidade em relação à ambientes contrastantes (seco e úmido) das parcelas amostrais, adaptação dos organismos frente aos período seco e úmido (inverno e verão), precipitação acumulada (mm) nos dias de coleta, temperatura do solo (°C), atributos químicos (pH, C.O, P, K, Ca, Mg, Al,) do solo e a variação de métodos de coleta, justificam a escolha da área, a realização do inventário faunístico e o uso de indicadores ambientais como uma ferramenta importante para o entendimento da qualidade e biodiversidade dos solos presentes nestes ecossistemas urbanos em estado de regeneração, evidenciando a importância do presente estudo.

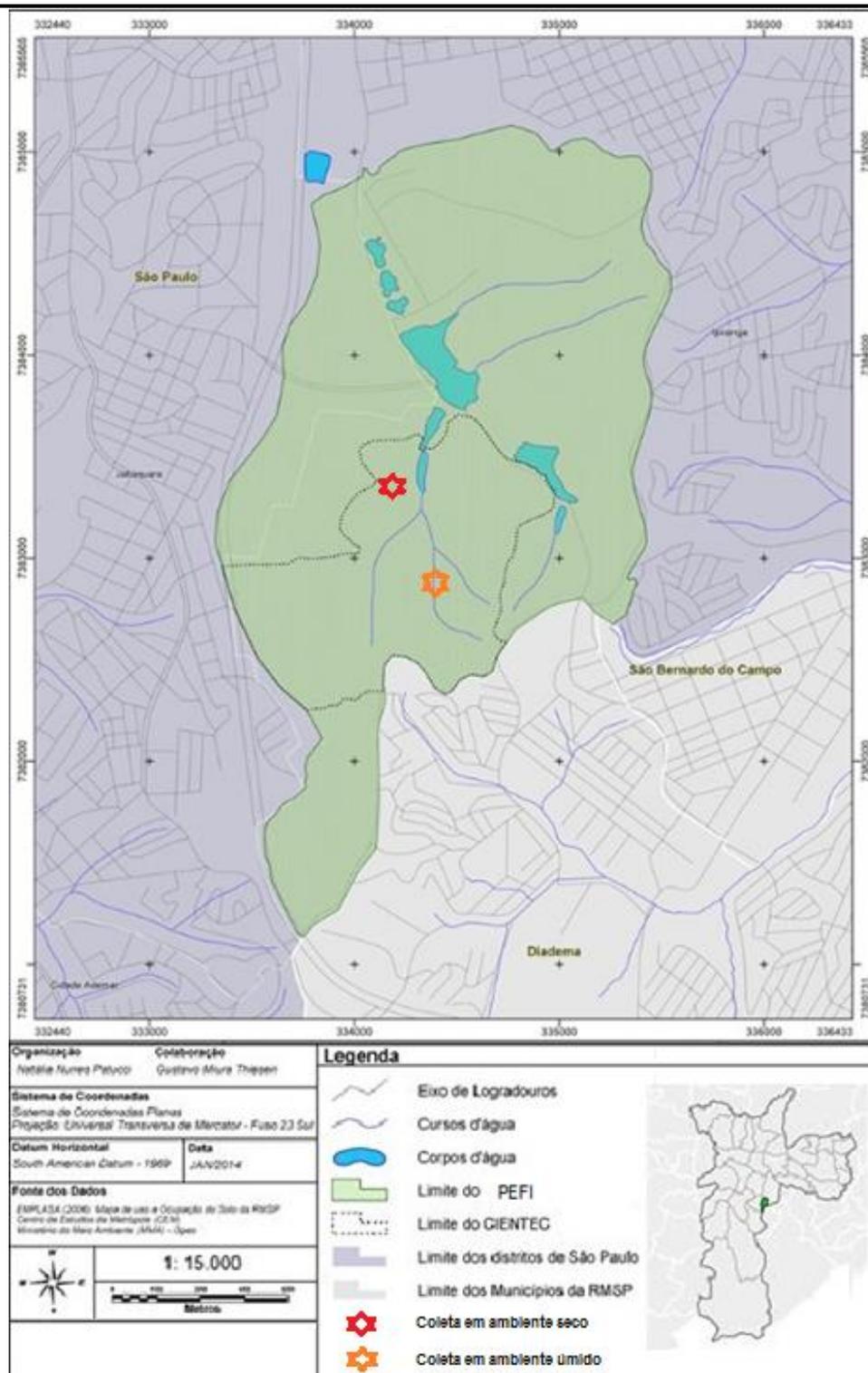


Figura 1 – Mapa de localização do PEFI e CIENTEC.
Fonte: Patucci (2016)

Procedimentos Técnico-Operacionais

Confecção e Características da Unidade Experimental

Para a confecção da unidade experimental delimitou-se aleatoriamente uma área fixa de 1,68 ha

por parcela amostral, sendo uma parcela instalada em ambiente seco e outra no úmido. Nas parcelas foram alocados 18 pontos equidistantes 30 m representando as coletas de solo e armadilhas de queda e 09 pontos equidistantes 30 m para a coleta de monólitos de solo, ambos métodos respeitando área de bordadura de 20m, para evitar a auto correlação entre os pontos. Todos os pontos de amostragem foram geo – referenciados (GPS) para posteriormente gerarem uma matriz de dados digitais, que culminou no mapa de design amostral (Figura 2).

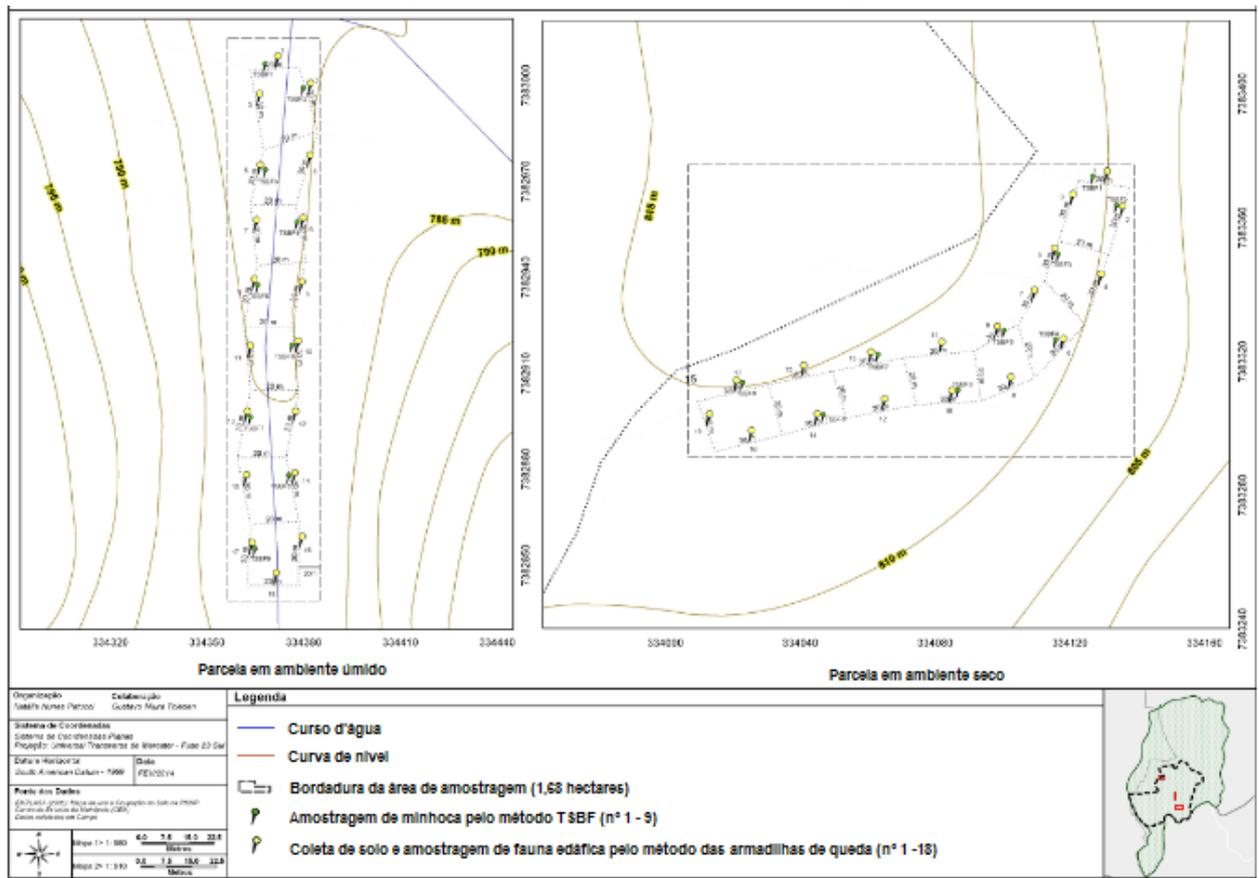


Figura 2 – Unidade Experimental
Fonte: Patucci (2016).

Métodos de coleta, Amostragem e Identificação

Os invertebrados associados à interface solo – serapilheira (MOREIRA et al., 2010) foram capturados em épocas distintas (verão e inverno) através de armadilhas de queda ou “Pitfall traps” (AQUINO et al., 2006) constituídas por recipientes cilíndricos de 12 cm de diâmetro, com capacidade volumétrica de 600 ml, contendo 200 ml de solução detergente a 0,5% (v/v) e enterrados no solo com sua extremidade vazada nivelada com a superfície (Figura 3), mantidas por sete dias no campo. A técnica utilizada para coleta dos organismos edáficos subsuperficiais foi o TSBF (Tropical Soil Biology and Fertility Method), descrito por Anderson &

Ingram (1993) e Aquino (2001). É recomendada para esta metodologia a confecção de monólitos de 25x25x30 cm, onde a remoção do solo deve ser feita em fatias, iniciando na serapilheira e intervalos de 0-10 cm, 10-20 cm e 20-30 cm. A técnica TSBF foi adaptada devido à grande quantidade de raízes superficiais encontradas nas áreas de amostragem (Figura 3), o que resultou na alteração de suas dimensões para 30x30x30x cm. Em relação às análises da fauna edáfica, as amostras coletadas por armadilhas e TSBF foram triadas e todos os organismos da ordem Coleoptera, Araneae e Oligochaetas foram separados e imersos em álcool 92% para conservação. Posteriormente, os arachnidas e coleópteros foram separados em morfo-espécies e finalmente identificados até família com auxílio de chaves dicotômicas e/ou caracterizações contidas na literatura taxonômica (MURRAY, 1864; BRESCOVIT et al.;2007; KIREJTSHUK ,2008; VAZ – DE – MELLO et al.; 2011; CASARI & IDE, 2012), o mesmo ocorreu para identificação de espécies de oligochaetas (BARTZ, 2011) e chilopodes, como demonstra a figura 4.

As observações gerais para avaliação da taxonomia de oligochaetas foram realizadas com auxílio de microscópio estereoscópio (lupa) e as estruturas mais particulares necessitaram de um microscópio óptico. Para a descrição de espécies e famílias foram analisados e observados caracteres externos (cor, forma, comprimento, diâmetro, segmentos, forma do prostômio e do clitelo, forma e localização das cerdas, tipos de poros, marcas genitais, sulcos seminais e zona caudal) e internos (septos, moela, esôfago, glândulas calcíferas, intestino, nefrídios, sistema circulatório, testículos, sacos testiculares, vesículas seminais, canais deferentes, próstatas, câmaras copulatórias, ovários, espermatecas e glândulas das marcas pubertais) (STEFFEN, 2012). Os materiais foram depositados no Museu de Zoologia da USP, no Instituto Butantan e no COFM da Embrapa Florestas.

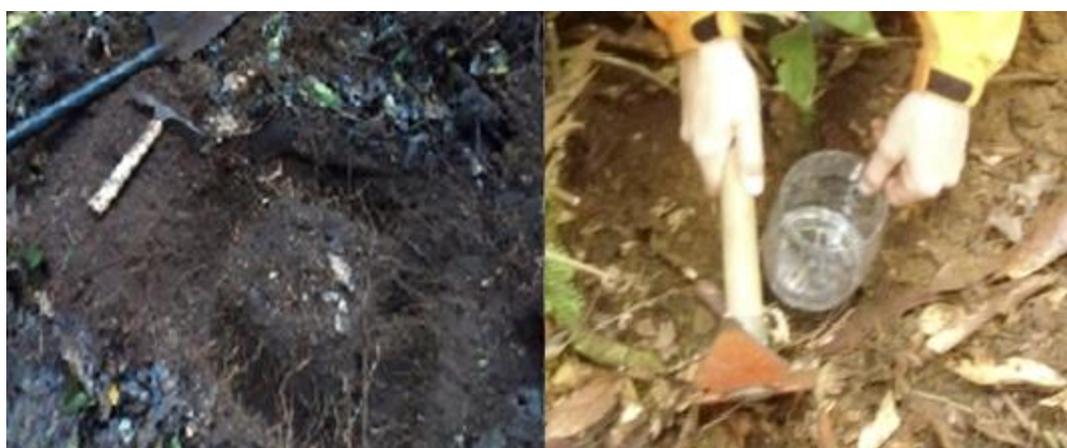


Figura 3 - Métodos de coleta para fauna do solo, respectivamente TSBF e Armadilhas de queda
Fonte: Patucci (2015).



Figura 4 – Coleção de morfotipos da ordem Coleoptera e Espécie *Pontoscolex corenthurus* exemplar da família Glossoscolecidae, respectivamente.

Fonte: Patucci (2015).

Amostragem e Análises Químicas de Solo e dos Atributos Climáticos

Para as análises dos parâmetros químicos do solo, foram coletadas 18 amostras menores ao redor de cada ponto da grade amostral na camada de 0-30 cm. As análises foram realizadas no Laboratório de Análises Químicas da Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz (ESALQ/USP) segundo procedimentos da Embrapa (2011). Os parâmetros analisados foram: pH (H₂O), pH (KCL), P, K, Ca, Mg, Al, H+Al, SB (soma de bases), CTC (capacidade de troca catiônica), V% (saturação por bases), m% (saturação por Al) e matéria orgânica. A avaliação dos parâmetros químicos por ambiente seguiram os critérios qualitativos de Rajj et al. (1997).

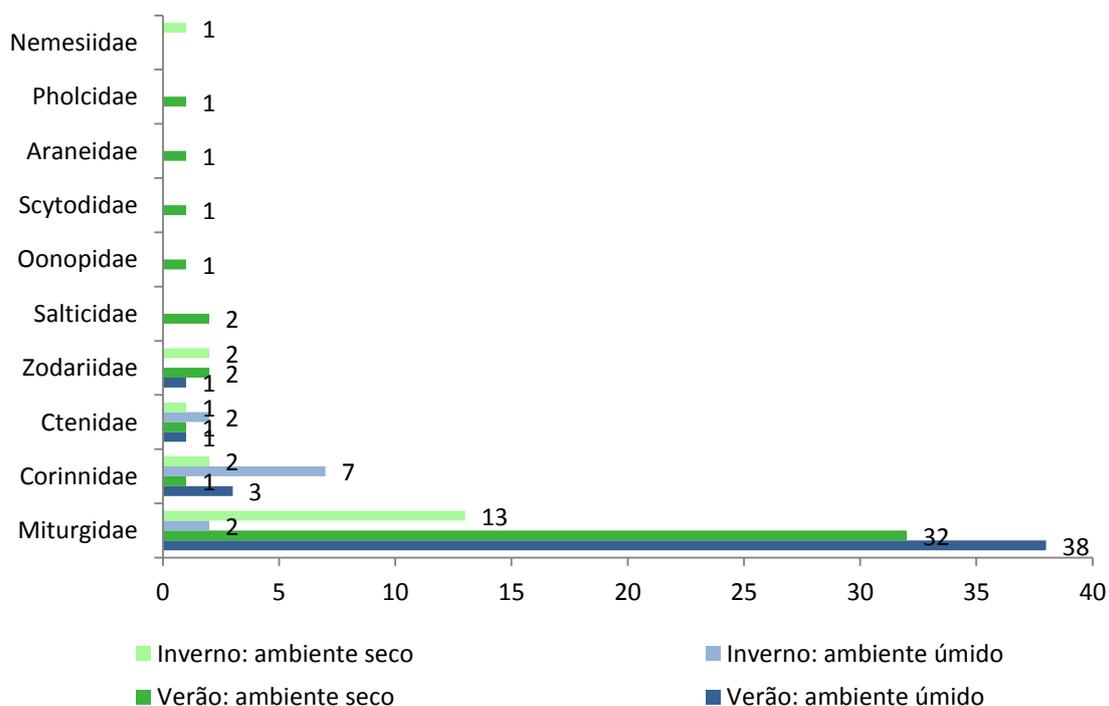
Para a caracterização dos períodos climáticos de análises foi realizada a avaliação dos seguintes atributos: temperatura do ar (mínima, média e máxima), precipitação pluvial acumulada e temperatura do solo (°C) (da superfície até 40 cm). Os mesmos foram sistematizados em três conjuntos de séries temporais, sendo a média mensal para o período de 12/2013 até 11/2014, a média mensal histórica para o período de 1933 até 2002 (FERNANDES et al.; 2002) e os dados climáticos das semanas de coletas, que no caso dos monólitos foram 25/09/2013 no ambiente seco e 02/10/2013 no úmido e no caso das armadilhas de queda, de 17/02/2014 à 24/02/2014 no verão e 18/08/2014 à 25/08/2014. Os dados climatológicos para avaliação das semanas de coleta e da série anual foram obtidos na Estação Meteorológica do IAG-USP (latitude: 23°65' S; longitude 46°62' W; altitude: 800 metros), localizada no interior do Parque Cientec.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inventário da Fauna Edáfica

A avaliação taxonômica (BRESCOVIT et al.; 2007) para classe Araneae é detalhada no gráfico 1. Nota-se no levantamento da ordem araneae uma queda de 62,8% dos espécimes coletados no inverno, tendo em vista os totais de exemplares coletados, 86 para o verão e 32 para o inverno. Ocorre a manutenção dos valores totais coletados na estação do verão em ambos ambientes, seco e úmido com 43 exemplares cada um, ou seja, não houve alteração na frequência nesse período. Já no inverno, ocorre a redução de 40% da frequência de captura no ambiente úmido, que obteve somente 12 invertebrados, contra 20 do ambiente seco. De acordo com o gráfico 1 a maior abundância se deu para a família Miturgidae, com 70 exemplares no verão e 15 no inverno, apresentando uma queda de 78,6% no volume total coletado na estação de inverno; em seguida a família Corinnidae, encontrada com maior frequência no inverno, com 9 espécimes e apenas 4 no verão, ou seja, ocorreu o aumento de 125% da ocorrência desta família no inverno. Se comparadas as duas famílias, a Corinnidae demonstra 78,6% menos frequência do que a família Miturgidae. As outras famílias, Ctenidae, Zodariidae, Salticidae, Oonopidae, Scytodidae, Araneidae, Pholcidae e Nemesiidae apresentaram somente 1 ou 2 ocorrências para seus exemplares. O método de armadilhas de queda foi mais eficiente capturando 9 de 10 famílias.

Gráfico 1 - Levantamento da ordem araneae por família, estação e ambiente



A avaliação taxonômica (BRESCOVIT et al.; 2007) para classe Chilopoda e Araneae, é detalhada na tabela 1. Na coleta dos monólitos do ambiente seco, foram capturados apenas 2 Ind.m², 1 da família Schendylidae e outro da família Cryptopidae e nenhum espécime foi capturado no ambiente úmido, o que pode ser um indicativo das famílias à não adaptação nesses ambientes. No caso da ordem Araneae, um único Ind.m² foi coletado, especificamente da família Nemesidae. O método TSBF permitiu coletar apenas um exemplar em ambiente seco, demonstrando não ser a metodologia adequada para coleta dessa ordem. Para todos os indivíduos que não puderam ser identificados ao nível de espécie, foram atribuídos indicadores morfológicos temporários (“sp 1”) devido às incertezas na nomenclatura, e dessa forma, os mesmos foram apresentados como morfo-espécies. É interessante citar que as coletas foram realizadas somente para o período de inverno.

Tabela 1 - Detalhamento da classe araneae e chilopoda por período, ambiente, método de coleta, família, gênero e espécie

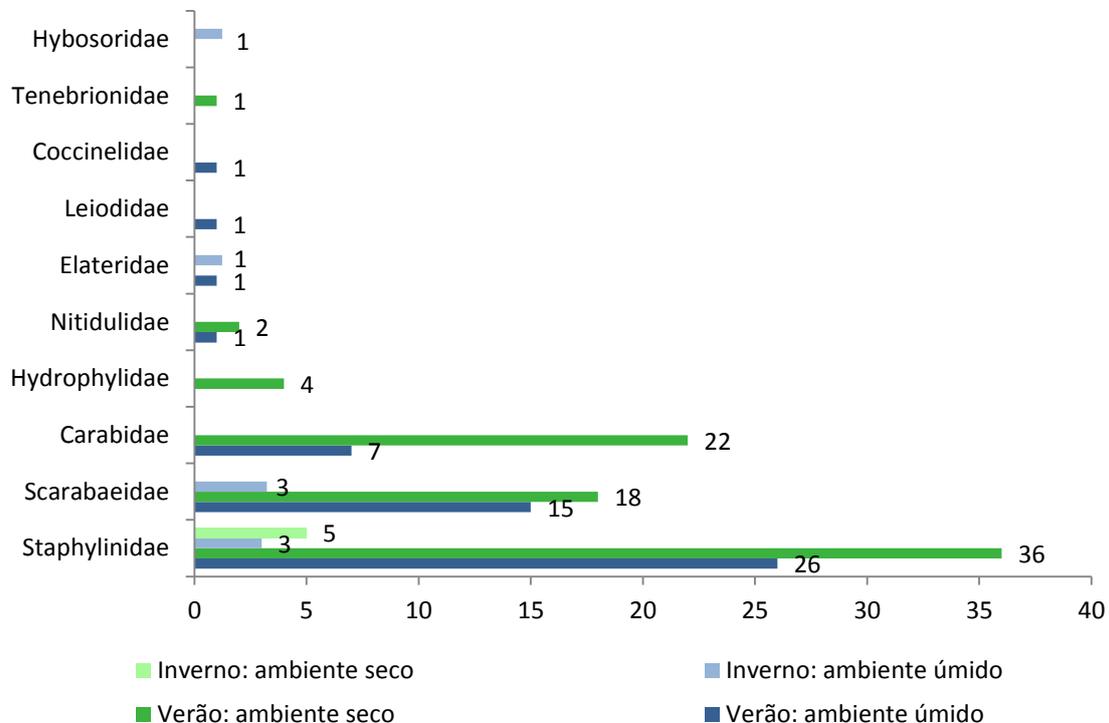
Período	Ambiente	Método de coleta	Classe	Ordem	Família	Gênero	Espécie	Total Ind. m ² por TSBF
Inverno	Seco	TSBF	Chilopoda	Geophilomorpha	Schendylidae	Schendylops	sp.1	1
			Chilopoda	Scolopendromorpha	Cryptopidae	Cryptops	sp.1	1
			Arachnida	Araneae	Nemesiidae	Rachias	sp.1	1

O monólito de solo retirado pelo método TSBF adaptado foi coletado em 25/09/2014.

A avaliação taxonômica para a ordem Coleoptera (MURRAY, 1864; KIREJTSHUK, 2008, VAZ – DE - MELLO et al.; 2011 e CASARI & IDE, 2012) é apresentada no gráfico 2. No levantamento da ordem coleoptera foram coletados no total 148 indivíduos, divididos em 10 famílias. O inventário demonstra que ocorreu uma queda de 90,4% do total de espécimes coletados na estação de inverno, tendo em vista os totais de exemplares coletados, 135 para o verão e 13 para o inverno. Na estação de verão, as armadilhas do ambiente seco capturaram 83 exemplares contra 52 do ambiente úmido, ou seja, a alteração de ambiente influenciou a redução de 37,3% da ocorrência da macrofauna de ambiente úmido. Na estação de inverno, as armadilhas em ambiente seco capturaram 5 e as de ambiente úmido 8, se comparadas com os dados de verão, houve uma redução de 84,6% na ocorrência de exemplares do ambiente seco e 94% para o ambiente úmido. O método TSBF permitiu capturar somente três exemplares de três famílias diferentes e as armadilhas de queda capturaram 145 exemplares de 7 famílias.

De acordo com o gráfico 2, a maior abundância se deu para a família Staphylinidae, com 62 exemplares no verão e 8 no inverno, apresentando uma queda de 87,1% no volume desta família no inverno; em seguida se deu para a família Scarabaeidae, encontrada com maior frequência também no verão, com 33 espécimes no verão e 3 no inverno, o que resulta em um decréscimo de 90,9% na ocorrência dessa família no inverno e por fim, a família Carabidae, com 29 exemplares coletados somente no verão. Se comparadas as três famílias, a Scarabaeidae obteve uma frequência de 48,6% e a Carabidae 58,6% menor do que a família Staphylinidae. A família Hydrophilidae apresentou 4 exemplares e o restante das famílias, Nitidulidae, Elateridae, Leiodidae, Coccinellidae, Tenebrionidae, Hybosoridae apresentaram somente 1 ou 2 ocorrências para seus exemplares. De acordo com Portilho et al.(2011) e Pompeo et al.(2016) as famílias mais abundantes classificadas e identificadas em suas pesquisas foram Scarabaeidae e Staphylinidae, mesmo resultado encontrado no presente estudo, com a diferença que neste inventário, ambas foram encontradas em maior abundância no verão e pelo método de armadilhas de queda. Pompeo et al também citam a representatividade da família Carabidae, assim como encontrado nesse inventário.

Gráfico 2 – Levantamento da ordem coleoptera por família, estação e ambiente



A avaliação taxonômica (BARTZ, 2011) para a ordem Oligoqueta está detalhada por espécies e ambientes divergentes nas tabelas 2 e 3. A coleta totalizou 112 Ind.m², sendo no ambiente seco 75 Ind.m² e no ambiente úmido 37 Ind.m² o que representa uma redução de 51% no total de indivíduos influenciada também pela presença de drenagem na parcela. Quanto à riqueza de espécies foi identificada no total uma única espécie da família Glossoscolecidae, a *Pontoscolex corenthurus* (MULLER, 1857), que foi coletada nos 2 ambientes (seco e úmido). Foram também identificados indivíduos juvenis que não puderam ser avaliados ao nível de espécie uma vez que esses indivíduos não possuíam todas as estruturas morfológicas desenvolvidas, as quais são necessárias na avaliação taxonômica.

Tabela 2 - Detalhamento taxonômico da ordem Oligoqueta para ambiente seco

Dados do Parque Cientec			Ind.m ²	
Amostra	Profundidade (cm)	Família	Juvenis	TOTAL
		Glossoscolecidae <i>Pontoscolex corenthurus</i> (Espécie)		
TSBF 1	0-10	33	-	33
	10-20	44	-	44
	20-30	22	11	33
TSBF 2	0-10	78	-	78
	10-20	44	-	44
	20-30	22	-	22
TSBF 3	0-10	-	-	-
	10-20	22	-	22
	20-30	11	-	11
TSBF 4	0-10	22	-	22
	10-20	78	-	78
	20-30	-	-	-
TSBF 5	0-10	22	-	22
	10-20	22	-	22
	20-30	-	-	-
TSBF 6	0-10	33	-	33
	10-20	11	-	11
	20-30	11	-	11
TSBF 7	0-10	78	-	78
	10-20	22	-	22
	20-30	-	-	-
TSBF 8	0-10	-	-	-
	10-20	-	-	-
	20-30	33	-	33
TSBF 9	0-10	11	-	11
	10-20	22	-	22
	20-30	22	-	22
Média por TSBF		74	1	75

Data de coleta 25/09/2014.

Somente a espécie *P.corenthurus* foi coletada e é observada uma redução de 51% de sua ocorrência pela mudança de ambiente. Em seu total absoluto no parque, ao se avaliar os dois ambientes em conjunto, temos 110 indivíduos de *P.corenthurus* por m². Nota-se que a maior frequência da espécie em ambiente seco ocorreu entre 0-10 cm de profundidade no solo com 41% de ocorrência, entre 10- 20 cm, com 39% e entre 20 e 30 cm 20%, o que mais uma vez comprova a maior atividade biológica nas camadas até 20 cm de profundidade. Entretanto, nas amostras do ambiente úmido, a espécie obteve uma frequência maior entre 10 – 20 cm com 47% de ocorrência e entre 0-10 e 20 - 30 cm, com 27%. A diversidade foi nula, pois não se encontraram outras espécies.

Tabela 3 - Detalhamento taxonômico da ordem Oligoqueta para ambiente úmido

Dados do Parque Cientec		Ind.m ²		
Família		Glossoscolecidae	Juvenis	TOTAL
Amostra	Profundidade	Pontoscolex corethrurus (Especie)		
TSBF 1	0-10	-	11	11
	10-20	-	-	-
	20-30	-	-	-
TSBF 2	0-10	11	-	11
	10-20	67	-	67
	20-30	44	-	44
TSBF 3	0-10	11	-	11
	10-20	-	-	-
	20-30	-	-	-
TSBF 4	0-10	11	-	11
	10-20	22	-	22
	20-30	-	-	-
TSBF 5	0-10	-	-	-
	10-20	-	-	-
	20-30	-	-	-
TSBF 6	0-10	33	-	33
	10-20	11	-	11
	20-30	-	-	-
TSBF 7	0-10	-	-	-
	10-20	11	-	11
	20-30	-	-	-
TSBF 8	0-10	11	-	11
	10-20	22	-	22
	20-30	22	-	22
TSBF 9	0-10	-	-	-
	10-20	22	-	22
	20-30	22	-	22
Média por TSBF		36	1	37

Data da Coleta : 02/10/2014

A espécie *P. corenthurus* é a mais comum e abundante do Brasil, também conhecida popularmente como minhoca-mansa (BROWN & JAMES, 2007). Considerada nativa peregrina, visto que apresenta elevada capacidade de disseminação e invasora, por ser uma espécie que coloniza um habitat diferente do seu natural (BROWN et al., 2006), eurihídrica (SILVA & CASTRO, 2009) dado que se adapta às condições de saturação do solo ou escassez de umidade no solo, sendo resistente à desidratação e inundações frente a outras espécies e exploradora (SPELLERBERG, 1991) pois sua presença indica algum distúrbio ambiental. De acordo com sua diversidade ecológica funcional (BROWN & JAMES, 2007; STEFFEN, 2012) caracteriza-se como: endogêica, pois vive entre 0 e 40 cm de profundidade do solo, geófaga uma vez que se alimenta de solos e engenheira do ecossistema porque constrói galerias.

Estudos também demonstram que esta espécie é encontrada em ambientes perturbados (BROWN et al., 2006), tendo passado por adaptações quando a Mata Atlântica foi derrubada para a utilização da área com monoculturas (SILVA & CASTRO, 2009) e que em experimentos, a disponibilidade de alimento foi o único fator que influenciou ou limitou a sobrevivência desta espécie (BUCH & BROWN, 2010). As pesquisas desenvolvidas por Barros et al., 2004 e Steffen, 2012 demonstraram que muitas vezes *P. corenthurus* torna-se espécie dominante caso o habitat seja representado por ambientes desmatados ou que passaram por modificações antrópicas no passado, o que pode provocar a expulsão ou interferência na permanência de espécies nativas no local. A presente pesquisa corrobora, portanto, com os resultados de estudos anteriores demonstrando que a espécie *P. corenthurus* funciona como bioindicadora de qualidade de solos para regiões com Mata Atlântica que sofreram algum tipo de manejo irregular do solo, por exemplo áreas com histórico de monocultura ou outros processos de interferência antrópica, para a adaptabilidade da espécie frente aos diferentes ambientes (seco e úmido) e classes de solo (desde arenosos à argilosos), para a dominância da espécie nas parcelas, uma vez que esta tem elevada capacidade de disseminação e adaptação.

Análise de atributos químicos do solo

As análises químicas realizadas no sítio indicaram solos com baixa saturação de bases (V% abaixo de 50%), altamente ácidos, distróficos, com matéria orgânica elevada e textura arenosa. A composição química das parcelas revelou a presença de solos ácidos e pobres em nutrientes, o que possibilita interpretar que uma importante transferência de nutrientes para o solo,

possivelmente esteja condicionada pela decomposição da serapilheira. O padrão de vegetação das áreas onde foram alocadas as parcelas amostrais influencia diretamente na qualidade da serapilheira acumulada. A partir das tabelas 4 e 5 pode-se inferir que tanto no ambiente seco como no úmido os valores de carbono orgânico (C.O) e pH mostraram -se muito semelhantes nos 18 pontos de coleta, ou seja, não foram encontradas grandes variações para esses atributos, o que significa que, avaliados pontualmente, não poderão explicar a densidade de indivíduos encontrada para cada monólito. Em relação a esses parâmetros, somente aferições a partir de um contexto mais amplo poderão ser realizadas. O índice de carbono orgânico (C.O) se mostrou mais elevado em ambiente seco onde foram obtidos mais exemplares por monólito (89 Ind.m²) devido à decomposição da serapilheira de um dossel mais estruturado, porém continua elevado em ambiente úmido, com menos exemplares (51 Ind.m²). Os solos são muito ácidos em todos ambientes e ao se avaliar os macronutrientes (P, K, Ca, Mg e Al) e sua relação com os totais de Ind.m² coletados por monólito, nota-se que a menor disponibilidade dos nutrientes impacta na frequência de Ind.m² e diversidade de indivíduos.

Tabela 4 - Atributos químicos do solo em ambiente seco, na profundidade de 0-30 cm

Amostras	M.O	C.O	pH	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+AL	SB	CTC	v	m
	g kg ⁻¹	H ₂ O	KCl	mg kg ⁻¹	mmol _c kg ⁻¹					%				
1	55	32	3,7	3,5	1	3	4	1	58	103	8	111	7	88
2	58	34	3,9	3,3	2	3	3	1	58	136	7	143	5	89
3	47	27	4,1	3,7	1	2	2	1	52	150	4	154	3	93
4	38	22	4,1	3,8	1	3	2	1	45	131	6	137	4	88
5	59	34	4	3,5	1	2	2	1	69	180	5	185	3	93
6	46	27	4	3,6	1	4	3	1	21	124	8	132	6	86
7	50	29	4	3,5	2	4	2	1	61	157	7	164	4	90
8	48	28	3,7	3,3	1	3	2	2	61	173	7	180	4	90
9	36	21	4	3,6	1	2	2	1	47	141	3	144	2	94
10	42	24	3,9	3,4	1	3	2	1	58	146	5	121	3	92
11	30	17	3,9	3,6	1	2	2	1	49	113	2	115	2	96
12	37	21	3,8	3,4	1	3	2	1	57	148	6	154	4	90
13	37	21	4	3,8	1	2	2	1	52	135	2	137	1	96
14	43	25	4	3,5	1	3	2	1	56	149	4	153	3	93
15	36	21	3,9	3,6	1	2	2	1	53	133	3	136	2	95
16	37	21	4,1	3,5	1	4	3	1	49	140	8	148	5	86
17	32	19	4	3,7	1	4	2	1	46	124	6	130	5	88
18	32	19	4	3,6	1	3	2	1	46	119	5	124	4	90

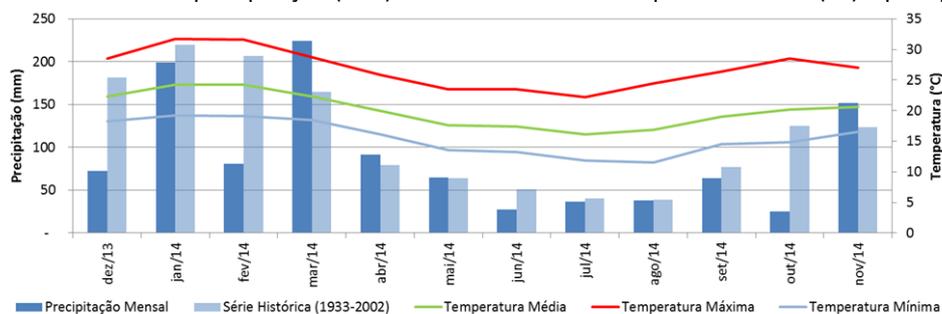
Tabela 5 - Atributos químicos do solo em ambiente úmido, na profundidade de 0 -30 cm

Amostras	M.O	C.O	pH	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+AL	SB	CTC	v	m
	g kg ⁻¹	H ₂ O	KCl		mg kg ⁻¹				mmol _c kg ⁻¹				%	
1	23	13	4,1	3,5	1	4	3	1	33	85	8	93	9	80
2	51	30	4,1	3,4	4	4	2	1	38	125	7	132	5	84
3	33	19	3,9	3,6	2	2	2	1	43	111	2	113	2	96
4	31	18	4,1	3,5	2	4	2	1	48	107	7	114	6	87
5	16	9	4,2	3,6	2	2	2	1	28	61	3	64	5	90
6	29	17	4,1	3,6	2	3	2	1	32	94	4	98	4	89
7	32	19	3,9	3,5	3	3	2	1	43	103	5	108	5	90
8	27	16	4,1	3,7	2	2	2	1	44	100	2	102	2	96
9	31	18	4	3,4	2	4	2	1	41	105	6	111	5	87
10	24	14	4,5	4,3	8	1	2	1	17	69	1	70	1	94
11	29	17	4	3,7	2	3	2	1	38	88	5	93	5	88
12	39	23	4,2	3,5	2	3	9	3	35	104	15	119	13	70
13	27	16	4,1	3,5	2	3	2	1	33	83	6	89	7	85
14	30	17	4,3	3,6	2	4	2	1	33	78	6	84	7	85
15	42	24	4,6	3,9	5	6	2	1	22	95	8	103	8	73
16	63	37	4,8	3,9	32	4	5	2	26	115	11	126	9	70
17	37	21	3,8	3,5	2	2	2	1	45	111	4	115	3	92
18	46	27	4,1	3,6	5	5	2	1	35	99	8	107	7	81

Análise de atributos climáticos

De acordo com o gráfico 3 o mês de fevereiro, ao se analisar a série climatológica anual do parque CienTec, mostra-se como o mais quente e um dos mais secos do período de verão com redução de mais de 50% de chuvas se comparada à média histórica e o mês de agosto, mostra-se como um dos mais frios e mais secos do período de inverno, entretanto os valores se mantiveram aproximados à média histórica.

Gráfico 3 - Média histórica da precipitação (mm) e média mensal da temperatura do ar (°C) e precipitação (mm)

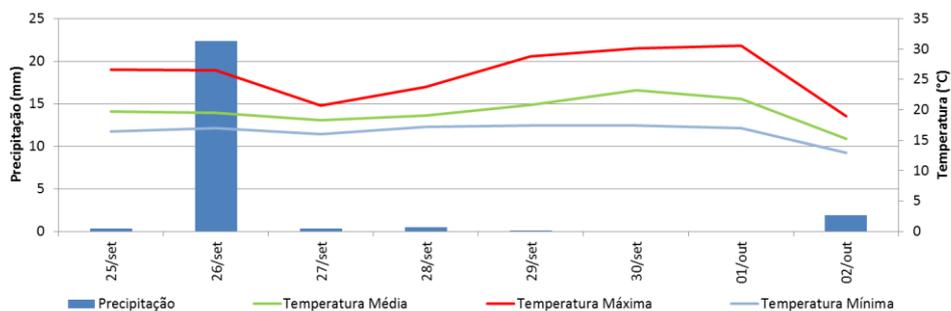


Considerando o total de indivíduos da ordem coleoptera e araneae por estação do ano, é possível inferir que estão adaptados às temperaturas elevadas e às baixas taxas de precipitação, pois

ambos apresentam redução de abundância e diversidade no inverno. Dentro do mesmo sítio, quando é analisada a frequência de indivíduos no ambiente úmido, a frequência e diversidade da ordem coleoptera diminuem assim como os da ordem araneae, demonstrando que eles têm sensibilidade à umidade e alternância de ambientes.

É possível avaliar que na semana de coleta dos monólitos em ambiente seco e úmido ocorreu pouca precipitação (mm), em especial nas respectivas datas das retiradas (25/09/2014 e 02/10/2014), e que a temperatura média do ar (°C) oscilou entre 20°C e 15°C, como demonstra o gráfico 4. Varejão-Silva (2000) e Pereira, Angelotti & Sentelhas (2007) citam que elementos meteorológicos como balanço de energia na superfície, irradiância solar global, precipitação (mm), temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (UR) e o vento, condicionam a temperatura do solo (°C) em superfície e profundidade, e justamente por essa correlação, é necessário previamente avaliar o que ocorria com esses fatores meteorológicos externos.

Gráfico 4 – Média diária de precipitação (mm) e de temperatura do ar (°C) no período de retirada de monólitos



As coletas ocorreram às 15 horas. Avaliando as tabelas 6 e 7 e os gráficos 4, 5 e 6 é possível observar que as temperaturas da superfície e de profundidade do solo estão subordinadas aos fenômenos meteorológicos da atmosfera, o que explica por que as temperaturas mais elevadas do solo sempre ocorreram até os 20 cm. Da interação com fatores meteorológicos externos, o calor no solo se propaga por condução, para as camadas inferiores e novamente para a atmosfera, além das trocas de calor com esta por condução e convecção. A onda de calor, ao se dissipar no solo, tem sua amplitude reduzida devido à profundidade, além disso, ocorre um atraso entre a maior temperatura na superfície e as maiores temperaturas em profundidade.

É possível avaliar pelas tautócronas que no dia 25/09/2014, a intensidade de radiação incidente (Líquida – R_L) foi superior a do dia 02/10/2014 uma vez que a amplitude térmica de superfície no primeiro dia foi de 17,3°C (entre 7 horas da manhã às 14 horas), enquanto que foi de 8,5°C (entre

7 horas da manhã às 12 horas) no segundo dia. Observa-se que no dia 25/09/2014 a temperatura na superfície era de 32,8°C no horário da coleta (15 horas), muito superior do que nas camadas subjacentes com 26,2°C (5cm), 24,5°C (10cm), 22,7°C (20cm), 21,8°C (30cm) e 21,9°C (40cm).

Gráfico 5 - Tautócronas de temperaturas médias por profundidade nas horas do dia 25/09/2014

Fonte: PATUCCI (2015)

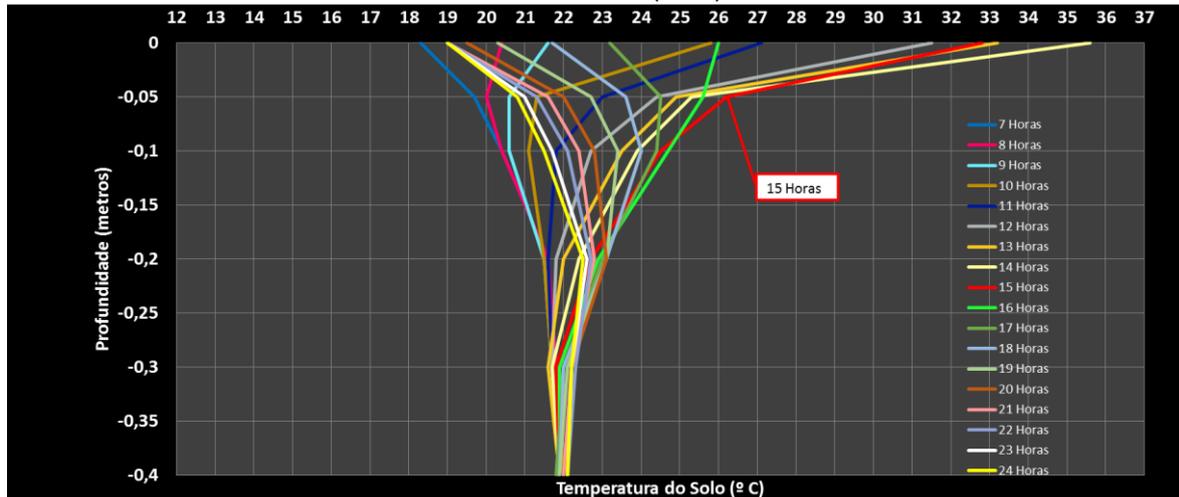


Tabela 6 - Temperatura média do solo por hora (h) e profundidade(m) no ambiente seco

Horas do Dia - 25/9/2014 - Ambiente Seco																							
Profundidade (m)	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	24 h					
0	18,3	20,4	21,6	25,8	27,1	31,5	33,2	35,6	32,8	26	23,2	21,7	20,3	19,5	19	19	19	19					
-0,05	19,7	20	20,6	21,3	23	24,4	24,9	25,3	26,2	25,6	24,5	23,6	22,7	22	21,6	21,3	21	20,8					
-0,1	20,4	20,4	20,6	21,1	21,8	22,7	23,5	23,9	24,5	24,7	24,4	24	23,4	22,8	22,4	22,1	21,7	21,5					
-0,2	21,6	21,6	21,5	21,5	21,6	21,8	22	22,4	22,7	22,9	23	23,1	23,1	23,1	22,8	22,7	22,6	22,5					
-0,3	21,8	21,8	21,7	21,7	21,7	21,7	21,6	21,7	21,8	21,9	22	22	22,1	22,2	22,2	22,3	22,2	22,2					
-0,4	22	22	22	22	21,9	21,9	21,9	21,9	21,9	21,9	21,9	21,9	21,9	22	22	22,1	22,1	22,1					

No segundo dia de coleta a precipitação foi superior em relação o primeiro dia, ocorrendo 1,9mm e 0,3mm respectivamente, o que indica que no dia 02/10/2014 havia nebulosidade, o que explica o adiantamento da máxima temperatura superficial do solo. A umidade aumenta a condutividade térmica deste tipo de solo (arenoso), o que auxilia na maior velocidade de, nesse caso, diminuição da temperatura do solo neste dia. Ao longo da semana, a temperatura do ar influenciou os aumentos da temperatura do solo em superfície (35,6°C as 14 horas) e profundidade, em relação ao segundo dia de coleta, que apresentou temperaturas do solo mais baixas em superfície (26,1°C as 12 horas) e profundidade. É possível avaliar pelas tautócronas que a temperatura na superfície era de 20,5°C no horário da coleta, muito superior do que nas camadas subjacentes com 22°C (5cm), 22,2°C (10cm), 22°C (20cm), 21,8°C (30cm) e 22°C (40cm), ou seja, a maior temperatura ocorreu em 10 cm de profundidade.

Gráfico 6 - Tautócronas de temperaturas médias por profundidade nas horas do dia 02/10/2014

Fonte: PATUCCI (2015)

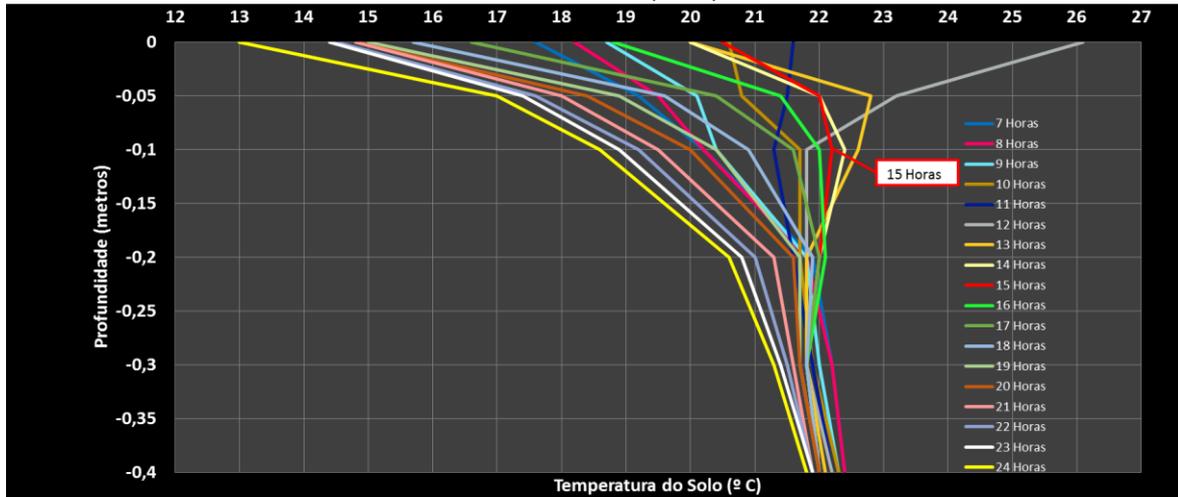


Tabela 7 - Temperatura média do solo por hora (h) e profundidade(m) no ambiente úmido

Horas do Dia - 2/10/2014 - Ambiente Úmido																		
Profundidade (m)	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	24 h
0	17,6	18,2	18,7	20,6	21,6	26,1	20	20	20,5	18,8	16,6	15,7	15	14,8	14,8	14,5	14,4	13
-0,05	19,2	19,5	20,1	20,8	21,5	23,2	22,8	22	22	21,4	20,4	19,6	18,9	18,4	18	17,6	17,4	17
-0,1	20,2	20,2	20,4	21,7	21,3	21,8	22,6	22,4	22,2	22	21,6	20,9	20,4	20	19,5	19,2	18,9	18,6
-0,2	21,9	21,8	21,8	21,7	21,6	21,8	21,8	22	22	22,1	22	21,9	21,7	21,6	21,3	21	20,8	20,6
-0,3	22,2	22,2	22	21,9	21,9	21,8	21,8	21,8	21,8	21,8	21,8	21,8	21,7	21,7	21,6	21,5	21,4	21,3
-0,4	22,4	22,4	22,3	22,3	22,2	22,2	22,1	22	22	22	22	22	22	22	21,9	21,9	21,9	21,8

De acordo com Varejão-Silva (2000) e Pereira, Angelotti & Sentelhas (2007) a variação temporal e espacial da temperatura de um solo é dependente da condutividade térmica, do calor específico e da emissividade (poder emissor da superfície), fatores que irão depender também da textura, densidade, umidade, tipo de cobertura da superfície, relevo e pela classe do solo. Por exemplo, solos arenosos, que é o caso dos encontrados no CienTec, tendem a apresentar maiores amplitudes térmicas diárias nas camadas superficiais e menores em profundidade em função de sua condutividade térmica (expressa facilidade ou dificuldade de um corpo em transportar calor). Isso ocorre pelo fato dos solos arenosos terem maior porosidade, havendo um menor contato entre as partículas dos solos, dificultando assim o processo de condução.

A maior incidência de fauna ocorreu nos primeiros 20 cm de profundidade do solo, região onde justamente ocorrem os índices mais elevados de amplitude térmica, o que demonstra a adaptabilidade da fauna, em especial da ordem oligochaeta, frente à temperatura do solo, umidade, estrutura e textura do solo, atributos que provavelmente influenciam a função

ecológica desenvolvida, a distribuição vertical do solo, hábito alimentar e dinâmica de bioturbação.

Conclusões

A diversidade e a abundância das famílias das ordens coleoptera e araneae foram influenciadas pelo ambiente de amostragem (seco e úmido), pelas características da vegetação da parcela amostral e pela época de amostragem (verão e inverno).

As concentrações de macronutrientes (P, K, Ca, Mg e Al) e C.O apresentaram correlação com o detrimento ou aumento dos indivíduos capturados, assim como a maior frequência de fauna capturada até os 20 cm de profundidade, o que conseqüentemente pode ser explicado pela qualidade da serapilheira e disponibilidade alimentar.

A proeminente incidência e dominância de um bioindicador do tipo explorador em um remanescente urbano de Mata Atlântica com histórico de monocultura e outras intervenções antrópicas, demonstram sua adaptabilidade e os padrões de organização frente aos diferentes habitats (ambiente seco e úmido), às variações de disponibilidade de alimento, índices de saturação do solo e classes de solos e condições de pH extremamente ácidos.

A adaptação da fauna de subsuperfície aos atributos do pedoclima e a textura do solo podem explicar sua estratificação, função ecológica, hábito alimentar e dinâmica de bioturbação.

Sugere-se que sejam realizados novos inventários que verifiquem a possibilidade das famílias de Coleoptera, Araneae, Chilopoda e Oligochaetas responderem como indicadores de qualidade de solos urbanos localizados em remanescentes florestais em regeneração, com o objetivo de reforçar esses dados.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Capes pelo auxílio e financiamento da bolsa de mestrado no período entre 10/2013 à 02/2014 e Fapesp (processo nº 2013/17014-4) com vigência entre 03/2014 à 09/2015, às equipes da UDESC-OESTE/Chapecó/SC, Universidade Positivo/Curitiba/PR, Embrapa Florestas/Curitiba/PR, pelo treinamento para a identificação dos invertebrados e a própria identificação, ao Instituto Butantan (USP) e Museu de Zoologia (USP) pelo apoio na identificação dos invertebrados, aos funcionários dos Parques CienTec, à Comissão Técnico Científica do Instituto Florestal (COTEC), ao Instituto Florestal – SP (IF) e a todos que contribuíram com o desenvolvimento do projeto.

Referências Bibliográficas

- ANDERSON, J. M. Invertebrate-mediated transport process in soils. **Agriculture Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v.25, p.5-14, 1988.
- ANDERSON, J. M.; INGRAM, J. S. I.(Org.). **Tropical soil biological and fertility: A Handbook of methods**. 2. ed. Wallingford: C.A.B. International, 1993.
- AQUINO, A.M (Org.). **Manual para macrofauna do solo**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2001. 21p. (Embrapa-CNPAB. Documentos, 130).
- AQUINO, A.M.; MENEZES, H.L. A.; QUEIROZ, J.M.(Org.). **Recomendações para coleta de artrópodes terrestres por armadilhas de queda (“pitfall-traps”)**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2006. 8p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 18).
- ANTONIOLLI, I.Z.; CONCEIÇÃO, P.C.; BOCK, V.; PORT, O.; SILVA, D.M.; SILVA, R.F. Método alternativo para estudar a fauna do solo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 4, p. 407- 417, 2006.
- BARETTA, D.; MAFRA, A.L.; SANTOS, J.C.P.; AMARANTE, C.V.T & BERTOL, I. Análise multivariada da fauna edáfica em diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**,v. 41, p.1675-1679, 2006.
- BARETTA, D. **Fauna do solo e outros atributos edáficos como indicadores da qualidade ambiental em áreas com Araucaria angustifolia no Estado de São Paulo**. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2007. 158 p. (Tese de Doutorado).
- BARETTA, D.; BROWN, G.C.; CARDOSO, E.J.B.N. Potencial da macrofauna e outras variáveis edáficas como indicadores de qualidade do solo em áreas com *Araucaria angustifolia*. **Acta Zool. Mex.**, v.2, p. 135-150, 2010.
- BARBOSA, L.M.; POTOMATI, A.; PECCINI, A.A.(Org.). O Pefi: histórico e Legislação. In: BICUDO, D.C.; FORTI, M.C.; BICUDO, C.E.M. **Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI): unidade de conservação que resiste à urbanização de São Paulo**. São Paulo: Editora Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, p. 15-28, 2002.
- BARROS, E.; GRIMALDI, M.,; SARRAZIN, M.; CHAUVEL, A.; MITJA, D.; DESJARDINS, T.; LAVELLE, P. Soil physical degradation and changes in macrofaunal communities in Central Amazon. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 26, n. 2, p. 157-168, 2004.
- BARTZ, M. L. C. **Ocorrência e taxonomia de minhocas em agroecossistemas no Paraná, Brasil**. Londrina, Universidade Estadual de Londrina, 2011. 175 p. (Tese de dourado).
- BENATI, K.R. ALVES, J.P.S., SILVA, E.A., Peres, M.C.L., Coutinho, E.O. Aspectos comparativos das comunidades de aranhas (Araneae) em dois remanescentes de Mata Atlântica do Estado da Bahia, Brasil, **Biota Neotropica**. Campinas, v.5, p.79-87, 2005.
- BRESCOVIT, A. D.; RHEIMS, C. A; BONALDO, A. B (Org.). **Chave de identificação para famílias de aranhas brasileiras**. Instituto Butantan, 2007.
- BROWN, G. G. et al. Exotic, peregrine, and invasive earthworms in Brazil: diversity, distribution, and effects on soils and plants. **Caribbean Journal of Science**, Puerto Rico, v. 42, n. 3, p. 339-358, 2006.

- BROWN, G. G.; JAMES, S. W. Ecologia, biodiversidade e biogeografia das minhocas no Brasil. In: BROWN, G. G.; FRAGOSO, C. Minhocas na América Latina: Biodiversidade e ecologia. Londrina: **Embrapa Soja**, p. 297- 381, 2007.
- BUCH, C.A; BROWN, G.G. Ciclo de vida e desenvolvimento de *Pontoscolex corethrurus* (Müller, 1857) em solo artificial tropical. In: Encontro Latino Americano de Ecologia e Taxonomia de Oligochaetas (ELAETAO4), 4., Curitiba, p. 1- 4, 2010.
- CASARI, S,A & IDE, S. Coleopteras (Org.). In: ALBERTINO et al. **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia**. Ribeirão Preto. Holos Editora, 2012, p.454-535.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Manual de métodos de análises de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p.
- ESPÍRITO-SANTO FILHO, K. **Efeito de distúrbios ambientais sobre fauna de cupins (insecta:Isoptera) e seu papel como bioindicador**. Rio Claro, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, 2005. 104p. (Dissertação de mestrado).
- FERNANDES, J. A.; REIS, L. A. M.; CARVALHO, A. Caracterização do meio físico. In: BICUDO, D.C.; FORTI, M.C.; BICUDO, C.E.M. **Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI): unidade de conservação que resiste à urbanização de São Paulo**. São Paulo: Editora Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2002. p. 49-62.
- FORTI, M.C. 2000. **Ciclos biogeoquímicos e transferência de espécies químicas nas interfaces de ecossistemas terrestres de Mata Atlântica: estudo de duas áreas contrastantes**. Projeto FAPESP 99/05204-4, Relatório Parcial (Manuscrito).
- HENDRIX, P.F.; CROSSLEY JR., D.A.; BLAIR, J.M. & COLEMAN, D.C. Soil biota as components of sustainable agroecosystems. In: EDWARDS, C.A.; LAL, R.; MADDEN, P.; MILLER, R.H. & HOUSE, G. **Sustainable agricultural systems**. Ankey, **Soil and Water Conservation Society**, 1990. p.637-654.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2ªed revisada e ampliada. 2012. 271p.
- KÄMPF, N.; CURI, N.(Org.). Conceito de solo e sua evolução histórica. In: KER, J.C. et al. **Pedologia: Fundamentos**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 2012. p. 1-20.
- KIREJTSHUK, A.G. A current generic classification of sap beetles (Coleoptera, Nitidulidae). **Zoosystematica Rossica**, v.17, n.1, p. 107-122, 2008.
- LAVELLE, P. & PASHANASI, B. Soil macrofauna and land management in Peruvian Amazonia (Yurimanguas, Loreto) **Pedobiology**, v. 33, p. 283-291, 1989.
- LAVELLE, P. Faunal activities and soil processes: adaptive strategies that determine ecosystem function. **Adv. Ecol. Res.**, v. 27, p.93–132, 1997.
- MOÇO, M.K.S.; GAMA-RODRIGUES, E.F.; GAMA-RODRIGUES, A.C & CORREIA, M.E.F. Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região norte fluminense. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v.29, p.555-564, 2005.
- MOREIRA, F.M.S.; HUISING, E.J. & BIGNELL, D.E.(Org.). **Manual de biologia dos solos tropicais: amostragem e caracterização da biodiversidade**. Editora da Universidade Federal de Lavras, MG, 2010. 368p.
- MÜLLER, F. Lumbricus corethrurus, Burstenschwanz. **Archiv fur Naturg.**,v.23, p.113-116, 1857.

MURRAY, A. Monograph of the Family of Nitidulidae. The Transactions of the Lennean Society of London, London, v.24, n.3, p. 211-414, 1864.

PATUCCI, N.N. **Estudo da pedofauna como bioindicadora da qualidade de solos em fragmentos florestais urbanos**. São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, 2015. 134 p. (Dissertação de Mestrado).

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. (Org.). **Agrometeorologia: Fundamentos e aplicações práticas**. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2007. 306p.

PIVELLO, V.R; PECCININI, A.A. A vegetação do PEFI. In: BICUDO, D.C.; FORTI, M.C.; BICUDO, C.E.M. **Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI): unidade de conservação que resiste à urbanização de São Paulo**. São Paulo: Editora Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2002. p.75-92.

POMPEO, P.N.; OLIVEIRA FILHO, L.C.I.; FILHO, O.K.; MAFRA, A.L.; BARETTA, C.R.D.M.; BARETTA, D. Diversidade de Coleoptera (Arthropoda: Insecta) e atributos edáficos em sistemas de uso do solo no Planalto Catarinense. **Revista Scientia Agraria**, Curitiba, v.17, n.1, p.16-28, 2016.

PORTILHO, I. I. R.; CREPALDI, R. A.; BORGES, C. D.; SILVA, R. F. da; SALTON, J. C.; MERCANTE, F. M. Fauna invertebrada e atributos físicos e químicos do solo em sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 46, n. 10, p. 1310-1320, 2011.

RAIJ, B. Van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C.(Org.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: IAC, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100).

RICKLEFS, R.E. **A Economia da Natureza**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009. 503 p.

SANTOS, P.M; FUNARI, F.L. Clima Local. In: BICUDO, D.C.; FORTI, M.C.; BICUDO, C.E.M. **Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI): unidade de conservação que resiste à urbanização de São Paulo**. São Paulo: Editora Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, p. 29-48, 2002.

SILVA, C. C.; CASTRO, G. A. **Abundância e biomassa de *Pontoscolex corethrurus* (Müller, 1857) (Oligochaeta, Glossoscolecidae) em solos cambissolos, neossolos e latossolos brunos na reserva biológica municipal Poço d’Anta – Juiz de Fora – MG**. 61ª Reunião anual da SBPC Amazônica: Ciência e Cultura, Manaus- Amazonas, 2009.

SPELLERBERG, I.F.(Org.). **Monitorig ecological change**. Cambridge: Cambridge University Press. 1991. 334p.

STEFFEN, G.P.K. **Diversidade de minhocas e sua relação com ecossistemas naturais e alterados no Estado do Rio Grande do Sul**. Rio Grande do Sul, Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 2012, 208p. (Tese de Doutorado).

STRUFFALDI-DE-VUONNO, Y. **Fitossociologia do estrato arbóreo da floresta da Reserva Biológica do Instituto de Botânica**. São Paulo, Universidade de São Paulo, 1985. 213p. (Tese de Doutorado).

VAREJÃO-SILVA, M.A.(Org.). **Meteorologia e Climatologia**. INMET: Brasília, 2000. 515p.

VAZ-DE-MELLO, F.Z., EDMONDS, W.D., OCAMPO, F. & SCHOOLMEESTERS, P. A multilingual key to the genera and subgenera of the subfamily Scarabaeinae of the New World (Coleoptera: Scarabaeidae). New Zeland, **Zootaxa**, v.2854, p. 1-73, 2011.

VEZZANI, F.M. **Qualidade do sistema solo na produção agrícola**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.184p. (Tese de Doutorado).

VEZZANI, F.M & MIELNICZUK, J. Revisão de literatura: uma visão sobre qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, p. 743-755, 2009.

VOS, J.B.; FEENSTRA, J.F.; DE BOER, J.; BRAAT, L.C.; VAN BAALEN, J.(Org.). **Indicators for the state of the environment**. Amsterdam: Institute for environmental studies. 1985. 425p.

ZILLI, J.E.; RUMJANEK, N.G.; XAVIER,G.R.; COUTINHO, H.L.C.; NEVES, M.C.P. Diversidade microbiana como indicador de qualidade do solo. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 20, n. 3, p. 391-411, 2003.