

Diversidade e funcionalidade da fauna edáfica no *campus vi* da Universidade do Estado do Pará no município de Paragominas no estado do Pará

Diversity and functionality of edaphic fauna on campus vi of Pará State University in the municipality of Paragominas, Pará state

Diversidad y funcionalidad de la fauna edáfica en el campus vi de la Universidad Estatal de Pará en el municipio de Paragominas en el estado de Pará

Recebido: 21/04/2022 | Revisado: 01/05/2022 | Aceito: 02/05/2022 | Publicado: 04/05/2022

Antônio Pereira Júnior

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6241-985X>
Universidade do Estado do Pará, Brasil
E-mail: antonio.junior@uepa.br

Gabriela Brito de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7976-5262>
Universidade do Estado do Pará, Brasil
E-mail: gabrielasouza.br99@gmail.com

Larissa Lopes Barroso

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9462-0435>
Universidade do Estado do Pará, Brasil
E-mail: larissabarroso.amb18@gmail.com

Gesivaldo Ribeiro Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9160-5803>
Universidade do Estado do Pará, Brasil
E-mail: gesivaldoribeiro@hotmail.com

Antonio Nilson da Silva Pereira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4758-2792>
Universidade do Estado do Pará, Brasil
E-mail: antonionilsonsilva2015@gmail.com

Nathália de Sousa Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2145-9561>
Universidade do Estado do Pará, Brasil
E-mail: sousanathalia193@gmail.com

Rayssa de Souza Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3835-6630>
Universidade do Estado do Pará, Brasil
E-mail: rayssaenguepa@gmail.com

Aliny Correia Saraiva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3329-5218>
Universidade do Estado do Pará, Brasil
E-mail: alinysaraiva5@gmail.com

Lidiana Santana de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6110-2981>
Universidade do Estado do Pará, Brasil
E-mail: lidianasantanadesouza@gmail.com

Mariana Bastos de Sousa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3066-353X>
Universidade do Estado do Pará, Brasil
E-mail: mariana.bastos.sousa@gmail.com

Melissa Oliveira e Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5289-2720>
Universidade do Estado do Pará, Brasil
E-mail: mellidi522@gmail.com

Marília Palheta da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9986-9990>
Universidade do Estado do Pará, Brasil
E-mail: marilia_palheta@hotmail.com

Aline de Paula dos Santos Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5540-8607>
Universidade do Estado do Pará, Brasil
E-mail: aline.paula675@gmail.com

José Moacir Ferreira Ribeiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6855-3109>
Universidade do Estado do Pará, Brasil
E-mail: ribeirojmf@hotmail.com

Gundisalvo Piratoba Morales

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5930-7053>
Universidade do Estado do Pará, Brasil
E-mail: gundymorales@gmail.com

Norma Ely dos Santos Beltrão

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1991-2977>
Universidade do Estado do Pará, Brasil
E-mail: normaelybeltrao@gmail.com

Resumo

A fauna edáfica em áreas urbanas sofre alterações quantitativas e qualitativas nas comunidades que dantes existiam nas áreas atualmente modificadas. O objetivo desse estudo foi a identificação de fauna na área interna do Campus VI, da Universidade do Estado do Pará, Paragominas, Pará. O método aplicado foi o delineamento inteiramente casualizados, com abrangência quantitativa, com amostragem da pedofauna em cinco pontos distintos dessa área, para identificação taxonômica, cálculo dos Índices de Shannon-Wiener e Simpson. Os dados indicaram que, em A₂-P₂, a vegetação é escassa e esparsa, e a radiação solar varia ao longo do dia, logo, ao valor de H' (1,0451), indicou uma menor probabilidade dos indivíduos pertencerem a mesma espécie (D = 0,7096), sem distribuição uniforme deles (Ej = 1,2824); em A₄-P₄, área posterior ao portão de acesso, a vegetação já se apresenta mais abundante, com variações entre arbustivos e arbóreos, logo, menor intensidade solar e com mais retenção de umidade no solo devido ao crescimento de gramíneas, e isso provocou maior diversidade de indivíduos (H' = 1,8651), a maior probabilidade dos indivíduos pertencerem a mesma espécie (D = 0,7096) e uniformidade na distribuição dos indivíduos (J = 0,5203). Nas áreas onde as unidades arquitetônicas foram soerguidas, as comunidades apresentaram tendências a menores diversidades (H' = 1,0886; Ej = 0,3037). Portanto, o processo de urbanização, mesmo em áreas privadas, tem ações efetivas sobre as comunidades da fauna edáfica e pode anular a funcionalidade delas tanto na manutenção da fisiologia do solo quanto do processo nutricional e reprodutivo dessa fauna.

Palavras-chave: Ensino; Pedofauna; Espaços urbano; Unidades arquitetônicas.

Abstract

The edaphic fauna in urban areas suffers quantitative and qualitative alterations in the communities that used to exist in the areas currently modified. The objective of this study was to identify the fauna in the internal area of Campus VI of the Universidade do Estado do Pará, Paragominas, Pará. The method applied was an entirely randomized design, with quantitative coverage, with sampling of the pedofauna at five distinct points in this area, for taxonomic identification and calculation of the Shannon-Wiener and Simpson indices. The data indicated that, at A₂-P₂, the vegetation is sparse and sparse, and solar radiation varies throughout the day, so the value of H' (1.0451), indicated a lower probability of individuals belonging to the same species (D = 0.7096), with no uniform distribution of them (Ej = 1.2824); In A₄-P₄, an area behind the access gate, the vegetation is already more abundant, with variations between shrubs and trees, therefore, less solar intensity and with more retention of moisture in the soil due to the growth of grasses, and this caused a greater diversity of individuals (H' = 1.8651), a higher probability of individuals belonging to the same species (D = 0.7096) and uniformity in the distribution of individuals (J = 0.5203). In areas where architectural units were raised, the communities showed tendencies to lower diversity (H' = 1.0886; Ej = 0.3037). Therefore, the urbanization process, even in restricted areas, has effective actions on the edaphic fauna communities and can annul their functionality both in the maintenance of soil physiology and in the nutritional and reproductive process of this fauna.

Keywords: Teaching; Pedofauna; Urban spaces; Architectural units.

Resumen

La fauna edáfica de las zonas urbanas sufre cambios cuantitativos y cualitativos en las comunidades que existían en las zonas actualmente modificadas. El objetivo de este estudio fue identificar la fauna en el área interna del campus vi de la universidad estatal de pará en paragominas, pará. El método aplicado fue el diseño totalmente aleatorio, con cobertura cuantitativa, con muestreo de la pedofauna en cinco puntos distintos de esta zona, para la identificación taxonómica y el cálculo de los índices de shannon-wiener y simpson. Los datos indicaron que, en a₂-p₂, la vegetación es escasa y dispersa, y la radiación solar varía a lo largo del día, por lo que el valor de h' (1,0451), indicó una menor probabilidad de que los individuos pertenezcan a la misma especie (d = 0,7096), sin que haya una distribución uniforme de los mismos (ej = 1,2824); en a₄-p₄, la zona detrás de la puerta de acceso, la vegetación es más abundante, con variaciones entre arbustos y árboles, por lo tanto, menor intensidad solar y con mayor retención de humedad en el suelo debido al crecimiento de las hierbas, y esto provocó una mayor diversidad de individuos (h' = 1,8651), la mayor probabilidad de que los individuos pertenezcan a la misma especie (d = 0,7096) y uniformidad en la distribución de los individuos (j = 0,5203). En las zonas donde se elevaron las unidades arquitectónicas, las comunidades mostraron tendencias a una menor diversidad (h' = 1,0886; ej = 0,3037). Por lo tanto, el proceso de urbanización,

incluso en áreas privadas, tiene acciones efectivas sobre las comunidades de fauna edáfica y puede anular su funcionalidad tanto en el mantenimiento de la fisiología del suelo como en el proceso nutricional y reproductivo de esta fauna.

Palabras clave: Ensenanza; Pedofauna; Espacios urbanos; Unidades arquitectónicas.

1. Introdução

Os invertebrados do solo possuem um papel fundamental, uma vez que estão associados a manutenção da qualidade do solo, além de serem conhecidos como “engenheiros do ecossistema”, realizando atividades como fragmentação da serapilheira, contribuem no controle de biológico de pragas e doenças, bem como promovem a redistribuição dos nutrientes e da matéria orgânica através da formação de húmus (Portilho et al., 2012; Souza et al., 2015). Todas essas funções podem ser comprometidas caso a abundância e riqueza de espécies dos grupos taxonômicos (Ex.: Hymenoptera) da macrofauna edáfica sofram alterações, especialmente quando os períodos chuvosos e seco variam em função de ações antrópicas como uso e ocupação do solo inadequado, ou os sistemas de manejo e de preparo do solo também podem afetar a estrutura dos grupos taxonômicos dominantes da macrofauna edáfica (Lima et al., 2010).

Ainda no contexto da sazonalidade pluvial, quando há tendência de elevação na taxa de precipitação, e quando o solo não apresenta cobertura vegetal, ou seja, houve uma supressão vegetal, poderá ocorrer uma variação negativa na macrofauna no solo, pois o escoamento superficial aumentará o que poderá acelerar a perda ou mudança de *habitat* desses indivíduos. Outra modificação é alteração no uso do solo, ou seja, se a supressão da cobertura vegetal ocorreu em função da inserção de barreiras arquitetônicas, a interferência sobre a macrofauna pode induzir ao afugentamento dos invertebrados presentes no ambiente (Fernandes et al., 2011; Oliveira Filho et al., 2015). Quando essas alterações no uso e ocupação do solo, tornam-se necessários os estudos e pesquisas que identifiquem a relação ambiente-macrofauna. Tais ações devem arrolar a qualidade do solo, já que a presença ou ausência dela pode indicar alterações nos fatores físicos como a elevação da temperatura, a perda de umidade do solo, dentre outras variáveis do solo, bem como as variações dos grupos taxinômicos dessas áreas (Cajaiba & Silva 2017; Silva et al., 2021).

Após as observações desses fatores e a associação com o tipo de (1) hábito alimentar, de (2) mobilidade, da (3) função que desempenham no solo e, especialmente, (4) do tamanho dessa fauna edáfica, já que, nesse aspecto, ela é classificada como: macro (>2 mm), meso (0,2 a 2 mm) e microfauna (<0,2 mm) (Berude et al., 2015). Nessas associações de fatos, tem-se que ter atenção para a oferta nutricional para fauna de solo porque a oferta, quantidade e a palatabilidade de alimentos, é uma das condições a migração ou fixação desses invertebrados em uma determinada área (Baretta et al., 2011). Para o contexto amazônico, a variável que mais se associa com o estudo da pedofauna edáfica é a precipitação. Ela é uma das responsáveis pela alteração dos parâmetros meteorológicos (temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade dos ventos) e pela presença de fenômenos climáticos, como *El Niño* e *La Niña*, que atuam nas escalas temporais do sistema atmosférico (Barroso et al., 2019; Silva et al., 2019).

Logo, esses argumentos sobre a pedofauna, a funcionalidade dela e a interferência da elevada urbanização nessa última e na densidade populacional dos invertebrados do solo, justificaram a realização dessa pesquisa e incrementam a relevância dela, cujo objetivo foi a busca de uma resposta para a seguinte questão: As instalações das instituições de nível superior, afetam as comunidades de invertebrados nas áreas onde elas se localizam?

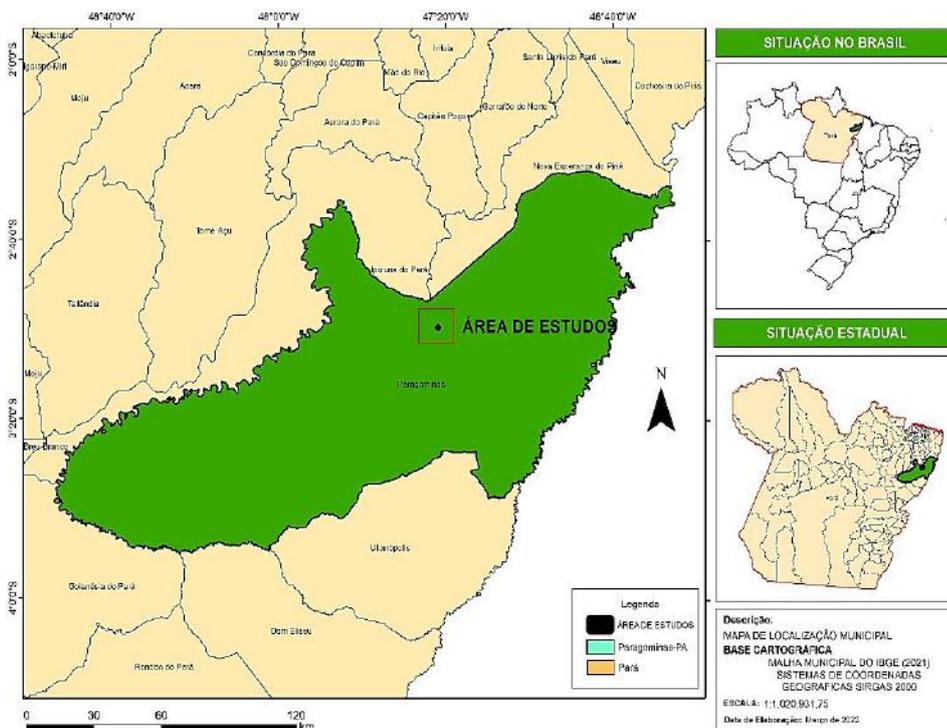
2 Materiais e Métodos

2.1 Fisiografia do município

O estudo foi realizado em Paragominas, a 316 km da Região Metropolitana de Belém (RMB) localizado na região sudeste do estado do Pará (Figura 1). O município possui uma população estimada em 115.838 habitantes, em uma extensão

territorial de aproximadamente 19 mil km², com as seguintes coordenadas geográficas: longitude, 238442.81m E, e latitude, 9667845.78m S na Zona 23 M (IBGE, 2021).

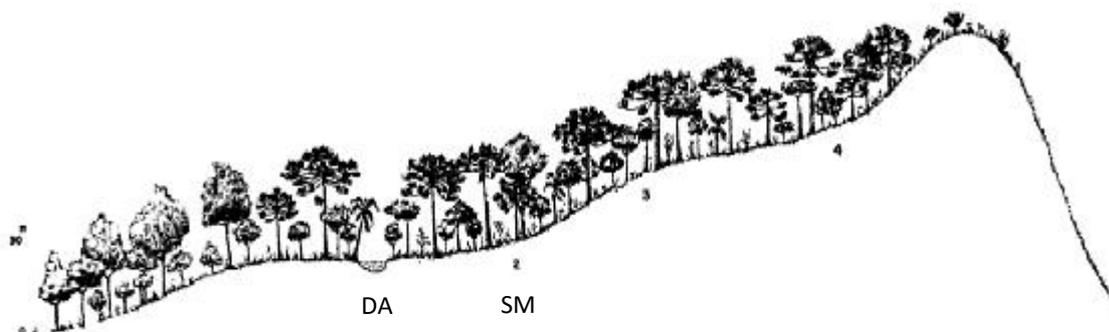
Figura 1 - Mapa de localização do município de Paragominas, Pará.



Elaborado a partir de imagens disponíveis no Google Earth Pro (2021).

Em relação ao clima local, ele é caracterizado como tropical chuvoso com estação seca bem definida. Quanto à tipologia florestal, originalmente, nesse município havia uma vegetação típica de uma floresta tropical. Atualmente, estas florestas são agrupadas em três (Figura 2), denominadas como florestas densas: aluviais (DA), submontana (SM), e de terras baixas (Cruz et al., 2019; Sousa et al., 2017).

Figura 2 - Tipos de florestas identificadas no município de Paragominas, Pará.

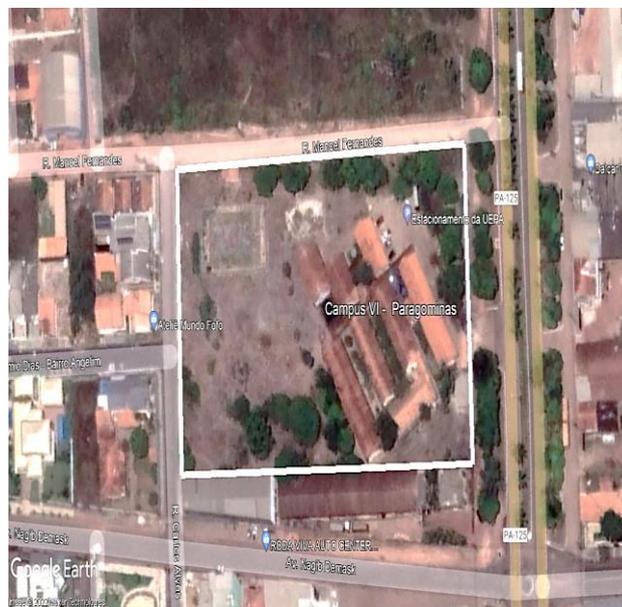


DA – Densas Aluviais; SM – Submontana. Adaptada a partir do original contido em: <http://www.jaeger.synthasite.com/resources/03%20Formações%20Vegetais.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2022.

2.2 Área de estudo

A pesquisa foi realizada na área interna do *Campus VI* da Universidade do estado do Pará, localizado na rodovia PA 125, Km 3, no sentido Norte-Sul (Figura 3).

Figura 3 – Vista superior do *Campus VI* da Universidade do Estado do Pará. Paragominas, Pará.



Fonte: adaptada a partir do Google Earth Pro (2020).

2.3 Materiais

Os materiais utilizados para a instalação da armadilha do tipo *pitfall* foram cedidos pelo Laboratório de Qualidade Ambiental (LQA), *Campus VI*, Paragominas- PA (Quadro 1).

Quadro 1 - Materiais usados na instalação da armadilha do tipo *pitfall* para captura de invertebrados do solo no *Campus VI*. Paragominas, Pará.

Material	Quantidades	Utilidade
		Conservação e armadilha mortuária
Formol aldeído + Água destilada + detergente	20 L	Substância paralisadora dos insetos dentro dos vasilhames
Álcool 54 %	10 L	Conservação antes da triagem dos invertebrados
Álcool 92,4 %	3 L	Conservação após a triagem
		Outras funções
Diastímetro	1	Mensura as distâncias demarcação da área
Barbante	1	Delimitação da área
Cavadeira Articulada	3	Perfuração do solo
Piquetes de madeira	20	Estaqueamento do solo
Bandeja	65	Proteção contra precipitação
Espeto de churrasco	260	Fixação das bandejas no solo
Vasilhames plásticos	65	Captura os invertebrados
Colher de jardineiro	3	Confecção das covas

Fonte: Autores (2022).

2.4 Assentamento de armadilhas tipo *pitfall traps*

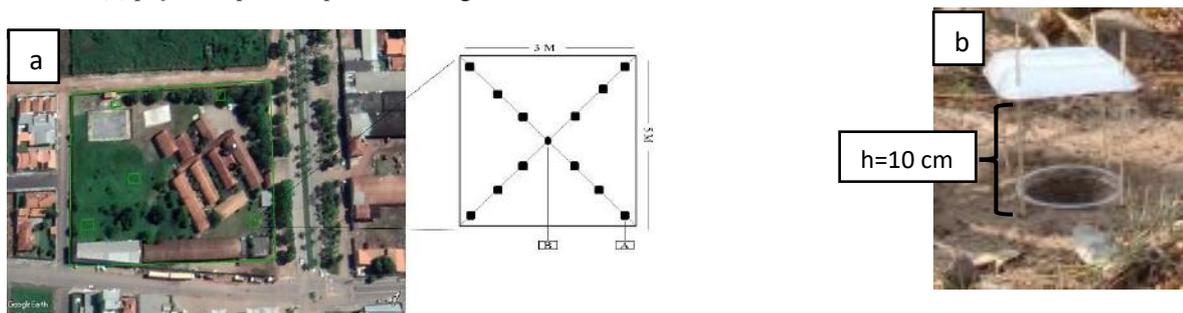
Para o assentamento das 65 armadilhas sobre o solo na área interna do Campus VI, efetuaram-se cinco etapas (Quadro 2).

Quadro 2 - As seis etapas empregadas para o assentamento e análise do conteúdo capturado, das armadilhas de queda. *Campus VI*, Paragominas, Pará.

Etapas	Descrição
1	Localização dos cinco pontos na área interna do Campus VI (15.200m ²): na parte frontal (P ₁); dois nas laterais (P ₂ ;P ₃)e dois parte posterior (P ₄ ;P ₅). Tais quantidades foram em função da presença/ausência de vegetação.
2	Em cada um dos pontos foi demarcada uma área (15 m ²) para escavação e assentamento das armadilhas de captura tipo <i>pitfall traps</i> . Em cada uma dessas áreas foram efetuadas 13 escavações no sentido vertical (p ≈ 7,5 cm) para inserção dos vasilhames plástico transparentes (Figura 4a)
3	No Laboratório de Qualidade Ambiental (LQA), preparou-se 20 L da substância paralisante (Aquino et al., 2005) para uso nas armadilhas de queda. Empregou-se 970 ml de água destilada; 28 ml de formaldeído; adicionou-se ainda 2 ml (3 gotas) de biodetergente líquido. Em seguida, fez-se a homogeneização no balão volumétrico na forma de um oito, para, finalmente, armazená-la em um galão de plástico, opaco, e com tampa rosqueada.
4	Assentou-se em cada uma dessas covas circulares, os vasilhames e, em seguida, com auxílio de uma proveta plástica volumétrica (v=100ml), acrescentou-se 150 ml da solução conservante (10 ml de formaldeído a 4%; 70% de água destilada, na proporção 3:1; 3 gotas de detergente biodegradável (Aquino et al., 2006).
5	Por sobre cada armadilha, foi instalado uma proteção superficial de poliestireno expandido (isopor) sustentado por hastes de madeira (h = 10cm), para evitar queda de materiais estranhos ao propósito das armadilhas e a água pluvial (Figura 4b).
6	Identificação taxonômica das Ordens capturadas com as chaves classificatórias contidas em: Brusca e Brusca (2005); Gullan e Cranston(2012) e Triplehorn e Johnson (2015)
7	Tratamento estatístico dos dados: Teste de Normalidade (Shapiro-Wilk, onde $p > 0,05$) para as cinco amostras, onde H_0 = as amostras são oriundas de uma distribuição normal; H_1 = amostras não são oriundas de uma distribuição normal; Diversidade de Shannon-Weaver, para identificação da diversidade das comunidades amostradas, Equitabilidade J, e Índice de Simpson (D) quanto mais próximo de um, menor a diversidade do <i>habitat</i> ; quanto mais próximo de 0, maior a diversidade de <i>habitat</i> .
8	<i>Softwares</i> utilizados: Diversidade de Espécies (DivEs), versão 4,17 (RODRIGUES, 2021); Excel, versão 2013 (MICROSOFT CORPORATION, 2013), Palimnological Analysis Statistics Treatment, versão 4.3 (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001)

Elaboração: Autores (2022).

Figura 4. (a) Vista superior da área interna do *Campus VI*, mostrando as localizações dos cinco pontos para a inserção da armadilhas (b) *pitfall traps*. *Campus VI*, Paragominas, Pará.



Fonte: Autores (2022).

As armadilhas permaneceram durante cinco dias no local de coleta e, diariamente, efetuou-se a reposição do líquido conservante sempre que houve necessidade. Vencido esse prazo, os recipientes foram recolhidos e tampados com as respectivas identificações (por ponto), colocados em caixas de poliestireno expandido de 100 L, e conduzidas ao Laboratório de Qualidade Ambiental, com o objetivo de identificar os invertebrados encontrados.

O método utilizado nesta pesquisa foi o indutivo com natureza exploratória, pois Prodanov e Freitas (2013) afirmam que, nessa natureza, deve-se observar fatos ou fenômenos cujas consequências deseja-se conhecer. Nessa pesquisa, tais fatores estão relacionados a distribuição das ordens de invertebrados presentes na superfície do solo no *Campus VI*, em cinco pontos

distintos e as principais funcionalidades deles. Quanto a abordagem, empregou-se a denominada quanti- qualitativa, pois Oliveira (2011), sintetizou que se pode empregar dados quantitativos associados aos qualitativos para que se busque compreensão mais apurada do objeto de estudo como: 1) quantidades de indivíduos por ponto analisado; 2), a classificação das ordens encontradas quanto importância para o solo; 3) a relação destas em detrimento da presença de espécimes arbóreas, como fator no aumento populacional dos indivíduos encontrados.

Para a seleção da literatura científica, utilizaram-se três descritores ambientais: 1) “fauna de solo”; 2) “invertebrados” e, 3) funcionalidade. O levantamento de dados documentais (artigos científicos nacionais e internacionais), obedeceu ao recorte temporal situado entre 2010 e 2022, com exceção da literatura específica da área da entomologia (2002 a 2009). As bases de acesso livre, para estas buscas foram: Google Acadêmico, *Science Eletronic Library* (SciELO) e Coordenação de Pesquisa e Aperfeiçoamento do Ensino Superior (CAPES), *Proceedings of The Royal Society*, *European Journal of Entomology* e Enciclopédia Biosfera.

3. Resultados e Discussão

3.1 Diversidade de espécies

A análise dos dados obtidos quanto à normalidade das amostras, o índice de Shannon-Weaver (H'), equitabilidade J, e índice de Simpson (D), indicaram que as comunidades apresentam diversidades entre elas (Tabela 1).

Tabela 1 - Valores para a normalidade (p) das amostras, a riqueza de espécies (H'), Equidistribuição (E_j) e de Simpson (D). *Campus VI*, Paragominas, Pará.

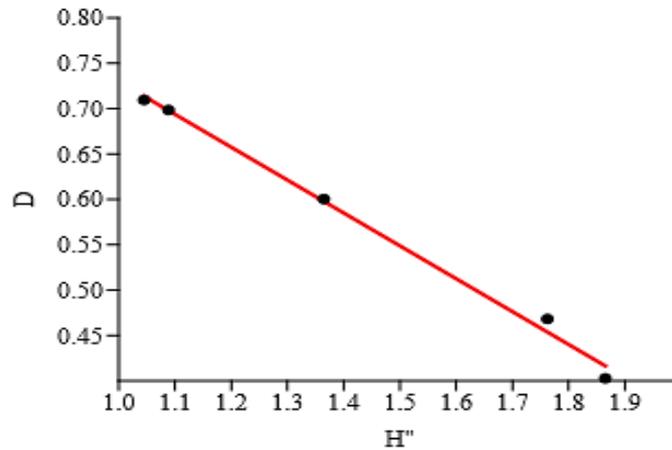
	$p < 0,05$	H'	E_j	D
A ₁	0.3621	1.3646	0.3807	0.6005
A ₂	0.4183	1.7622	0.4927	0.4682
A ₃	0.3277	1.0451	0.2824	0.7096
A ₄	0.4750	1.8651	0.5203	0.4029
A ₅	0.3295	1.0886	0.3037	0.6986

Fonte: Autores (2022).

Na Tabela 1, ficou evidente que as cinco amostras coletadas na área do *Campus VI*, não apresentam homogeneidade, pois são menores que o valor de significância ($p > 0,05$). Quanto aos valores de H' , A₃ ($H' = 1.0451$) indicou que essa amostra apresentou uma menor quantidade na diversidade dos indivíduos amostrados, e com a distribuição não uniforme deles ($J = 0.2824$). O oposto foi verificado em A₄ ($H' = 1.8651$), com distribuição mediana dos indivíduos ($J = 0.5203$).

A análise dos dados obtidos quanto a influência dos índices de Shannon-Wiener e Simpson no grupo de amostras analisadas, mostrou uma relação baixa ($r' = -0,99722$), porém, os grupos amostrais encontram-se dentro de intervalo de confiança entre 0,45 e 0,70, para D, e 1,1 e 1,9, para H' (Figura 5).

Figura 5 - Correlação entre H' e D.



Fonte: Autores (2022).

Para Semensatto Júnior (2003), o índice H', tem duas premissas, uma delas é a representação de todas as comunidades de uma determinada área, e a uniformidade da distribuição delas. Então, na área do Campus VI, pode-se afirmar que isso corrobora com os dados obtidos. Bobrowski e Biodi (2016) afirmam que quando se aplicam esses índices, o objetivo é a busca por padrões quanto a diversidade biológica, extremamente confiáveis, o que ocorreu com os dados encontrados nessa pesquisa.

3.2 A frequência da fauna edáfica nos cinco pontos analisados

Os dados obtidos e analisados para a frequência das 16 ordens identificadas, identificaram que três delas ($n = 18,75\%$) foram superiores ao número de indivíduos das demais. Eles indicaram também que 11 ($n = 68,75\%$) delas o valor da média foi inferior a 10 (Tabela 2).

Tabela 2 - Valores de frequência absoluta, média e desvio padrão para as 15 ordens identificadas na área do estudo. *Campus VI*, Paragominas, Pará.

Ordens	P₁	P₂	P₃	P₄	P₅	$\bar{x} \pm \sigma$
Annelida	1	28	2	3	3	7,4±10,3
Aranea	37	43	41	21	36	29,8±14,7
Diplopoda	7	1	7	2	0	3,4±3,0
Coleoptera	80	65	50	53	73	64,2±14,4
Hymenoptera	624	375	777	280	1102	631,6±293,9
Chilopoda	2	3	1	0	4	2,0±1,4
Hemiptera	19	9	2	13	14	11,4±5,7
Dermaptera	1	1	1	0	4	1,3±1,2
Collembola	20	20	24	81	59	34,8±26,3
Orthoptera	15	14	10	0	7	9,2±1,0
Protura	0	0	1	1	0	0,4±0,5
Diptera	7	2	9	11	16	9,0±4,6
Blattarea	0	0	0	1	2	0,6±0,8
Isopoda	1	0	0	0	4	1,0±1,5
Larva de Lepidoptera	0	0	0	1	0	0,2±0,4

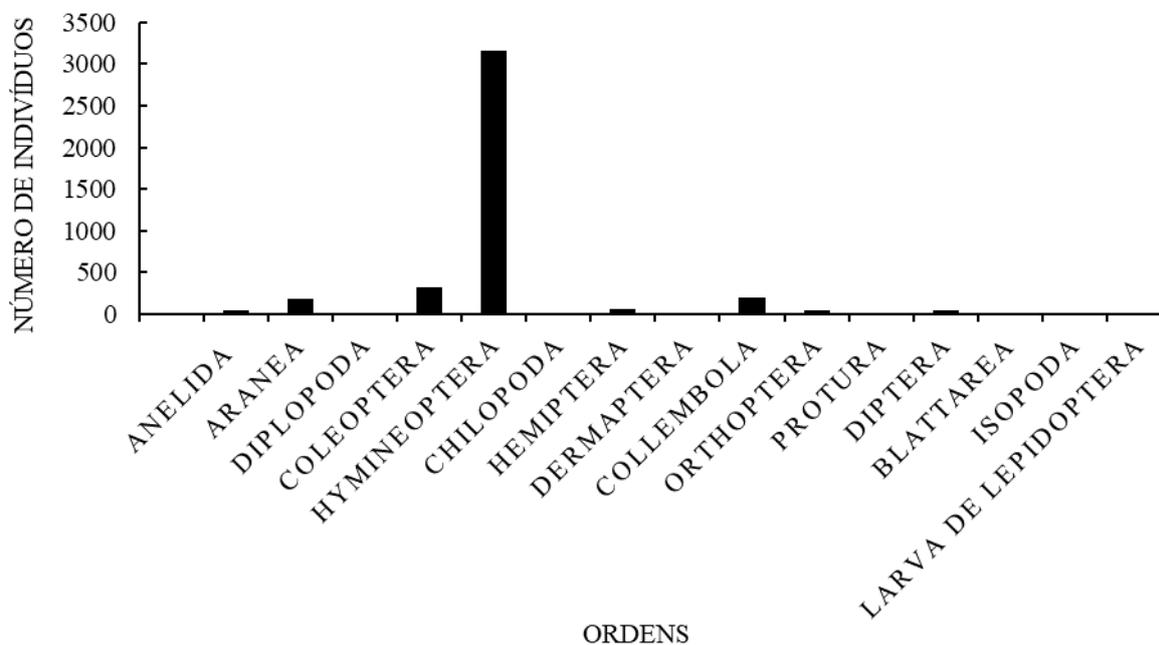
Fonte: Autores (2022).

A partir dos dados contidos na Tabela 2, os valores quanto a média dos indivíduos nos cinco pontos analisados, permitiram a construção da escala decrescente: Orthoptera > Diptera > Annelida > Diplopoda > Chilopoda > Dermaptera > Isopoda > Blattarea > Mollusca = Protura >> Lepidoptera. Acerca dessa quantificação Guilherme et al. (2022) esclarecem que as formigas possuem a capacidade de transpor barreiras na Amazônia, sejam grandes ou pequenas, como, por exemplo, os rios e os ventos. Além disso, esses pesquisadores relataram que a vegetação que, nessa área, é abundante e diversa, o que proporciona maior variedade nutricional e de *habitat*. Sob o aspecto das variáveis ambientais como taxa de precipitação e temperatura, Santos Neto (2015), sintetizou que ambas atuam sobre as assembleias de formigas na Amazônia. Então, os dados para Hymenoptera encontrados na área do Campus VI, estão dentro dos padrões desses invertebrados no contexto amazônico.

3.3 Classificação taxonômica (Ordem) e funcionalidade

Os dados obtidos e analisados após a classificação taxonômica (Ordem) indicaram uma quantidade significativa de Hymenoptera (631,6±293,9), o que é frequente em solos da Amazônia brasileira (Figura 6).

Figura 6 - Distribuição por ordens e quantidades dos invertebrados de solo identificados nos cinco pontos de coleta. *Campus VI, Paragominas, Pará.*



Fonte: Autores (2022).

A prevalência da ordem Hymenoptera, foi visível nessa pesquisa, como se pôde observar na Figura 6. Sobre essa quantificação, Guimarães et al., (2021) e Lima et al. (2010) efetuaram estudos nos municípios Araras – SP, e Esperantina – PI, em agroecossistemas brasileiros, inclua-se aqueles com produção de cana-de-açúcar (*Saccharum L. spp.*, Família Poaceae) e concluíram que a abundância destes “engenheiros do solo” está atrelada ao manejo que é feito nas estruturas do solo (tuneis, galerias) que contribuem para a diversidade e riqueza de nutrientes. Para Backes (2017) em pesquisa realizada no Campus da Univerisdade Federal da Fronteira Sul, Campo Largo – RS, sobre a fauna epiedáfica em diferentes solos, o autor concluiu que dentre as várias funções exercidas por essa ordem no ecossistema, a principal delas está relacionada a fragmentação de restos vegetais presentes no solo. Ademais, outro fator positivo acerca do desempenho funcional desses indivíduos está relacionado a minimização da poluição do solo através da formação dos húmus e da maior eficiência quanto a ciclagem de nutrientes.

Os dados contidos nessa figura, indicaram também que as ordens Coleoptera ($64,2 \pm 14,4$), Collembola ($34,8 \pm 26,3$), e Aranea ($29,8 \pm 14,7$), foram mais prevalentes quando comparadas as demais. Sobre Coleoptera, Dal Molin et al. (2018) realizaram pesquisa em Santa Cruz do Sul-RS, e concluíram que esta ordem se caracteriza pela rápida adaptação nos centros urbanos, além de ser uma das ordens mais conhecidas e utilizadas para estudos de ecologia e conservação ambiental. Porém na visão de Azevedo et al. (2011) em estudo realizado município de Areia – CE, eles também atuam na polinização e na predação de pragas (ex.: pulgões, Ordem Heteroptera; caracóis, Ordem Pulmonata), além de contribuírem no processo de ciclagem de nutrientes, pois processam a matéria orgânica em decomposição, especialmente durante o período chuvoso, corroborando o fato do aparecimento constante desses indivíduos em todos os pontos de coleta.

Em relação a Ordem Collembola, ela foi a mais frequente nos dois pontos de coleta onde há maior diversidade de vegetação ($P_4 = 81$; $P_5 = 59$) e, de acordo com o estudo efetuado por Rocha et al. (2011) em Natal – RN e Cousseau *et al.* (2020), esses indivíduos habitam ambientes próximos à superfície do solo, onde são facilmente encontrados, especialmente em

locais ricos em matéria orgânica em putrefação e metais pesados como o chumbo (Pb), e tem como *habitat*, os musgos e a superfície de folhas. Devido a tais fatores estes indivíduos têm a habilidade de indicar o nível de degradação e/ou o estágio de recuperação de áreas que sofreram alguma ação antrópica (ex.: retirada da vegetação), além de atuarem na decomposição da matéria orgânica, na ciclagem de nutrientes e alteração da estrutura do solo. Sobre essas ações, Alves et al. (2014) afirmam que o conhecimento dessa diversidade se torna indispensável para o monitoramento da qualidade do solo.

A análise dos dados obtidos indicou a Ordem Aranea como a terceira de maior média de distribuição ($29,8 \pm 14,7$), e nesse grupo, aquela com maior frequência de indivíduos em P₂ ($n = 43$). Isso pode ser explicado pela existência de um considerável número de vegetação arbórea de grande porte, isto é, mangueiras (*Mangifera sp*), e isso torna o local mais propício à concentração dessa ordem. Em relação a aparição dessa ordem em microclimas urbanos, Azevedo et al. (2017) realizaram pesquisa em um fragmento de mata em área urbana na capital de Fortaleza-CE, e concluíram que a adaptação dessa ordem nesse microclima está associada a concentração de áreas com maior elevação de espécimes arbóreas de grande porte, como as mangueiras. Por isso, essa ordem é uma excelente indicadora das alterações que ocorrem nesse tipo de vegetação, já que responde mudanças provocadas pela urbanização/ação antrópica e à fragmentação de ecossistema, principalmente em zonas que contenham unidades arquitetônicas.

Com relação a presença da Ordem Hemiptera ($11,4 \pm 5,7$), é justificado devido as coberturas vegetais tanto na área do *Campus VI*, quanto ao derredor, posto que, no sentido do portão de acesso dessa IES, na lateral esquerda, há uma grande área sem servidão social com diversidade de vegetais (Ex.: herbáceas, arbustos, arbustivos, dentre outros). Na visão de Pannutil et al. (2015) em pesquisa realizada sobre a atuação de Hemiptera e Cercopidae para a fertirrigação do solo, os dados que eles obtiveram, indicaram que o excesso de nitrogênio (N) pode interferir na capacidade de incremento e sobrevivência desses indivíduos. Nesse sentido, o equilíbrio quanto a inserção dos elementos presentes no solo é fator crucial para o desempenho funcional deles. Embora não se tenha mensurado os teores de N nessa pesquisa, todavia a presença dessa ordem é um indicativo da presença desse elemento químico.

Para a Ordem Orthoptera ($9,2 \pm 1,0$), observou-se que os pontos de maior frequência foram P₁ ($n=15$) e P₂ ($n=14$), respectivamente. Para Lopes et al. (2017), a presença desses indivíduos relaciona-se principalmente aos níveis de antropização da biota, o que torna o ambiente mais atrativo para a predação de outras ordens (ex.: artrópode) porque atuam no nível trófico primários. Em seguida, tem-se a ordem Diptera ($9,0 \pm 4,6$), dentre as 13 com média inferior a 10. Todavia ela apresentou maior concentração de indivíduos em P₄ (11) e P₅ (16). Sobre essa verificação, Costa et al. (2021), afirmam que eles estão relacionados aos elevados teores de matéria orgânica do solo. Além disso, Mendes et al. (2021), destacam ainda que a espessa camada de serapilheira presente proporciona umidade, bem como uma fonte de alimento favorecendo a população de dípteros. Acerca da Ordem Annelida ($7,4 \pm 10,3$), foi observado que P₂ ($n = 28$), deteve a maior frequência absoluta de indivíduos identificados, nesse ponto. A quantidade de invertebrados dessa ordem está diretamente relacionada com a umidade do local, onde existe a presença de muita matéria orgânica, fato que influencia no surgimento e reprodução deles. De acordo com Dionísio et al. (2016), a partir da elaboração do guia prático de biologia do solo, os autores relataram que indivíduos dessa ordem aumentam na presença da cobertura vegetal com sistema radicular extenso, características essas encontradas em P₂, o que corrobora os resultados encontrados na pesquisa efetuada no *Campus VI*.

Em relação a Ordem Diplopoda ($3,4 \pm 3,0$), foi verificado que as maiores frequências de indivíduos identificados foram em dois pontos de coleta, P₁ e P₃, o número de indivíduos foi similar ($n = 7$). Na pesquisa realizada por Teixeira et al. (2018) no município de Santana do Ipanema- AL, o resultado por eles obtidos indicaram que esses invertebrados dependem da quantidade de água disposta no solo. Acerca da disponibilidade de água no solo e a relação com a ordem Diplopoda, Baretta (2011), efetuou pesquisa sobre pedofauna edáfica e a qualidade do solo, e nela ele observou que no período seco, esses

indivíduos vivem em estado de dormência, enquanto nos meses de maiores índices de precipitação (junho e julho) e elevação da umidade, estas condições tornam-se favoráveis para proliferação desse grupo taxonômico que desempenha papel importante na decomposição da matéria orgânica e na formação do solo.

4. Conclusão

O *Campus VI*, da Universidade do Estado do Pará, instalado a 21 no município de Paragominas, apresenta uma fauna edáfica distribuída a partir das condições de existência da vegetação e onde as impermeabilizações, seja, asfálticas ou cimentícias, ou ainda o trânsito de pessoas não degradou a vegetação, mesmo herbáceas ou gramíneas. Nelas, as comunidades de invertebrados se manifestam com mais frequência nos locais onde a diversidade de vegetação é mais predominante e o trânsito de pessoas é ínfimo, ou seja, a parte posterior da área do *Campus*. Então, as unidades arquitetônicas e a urbanização influenciam negativamente na distribuição e composição da pedofauna, todavia, há necessidade de monitoramento constante, preferencialmente em períodos sazonais (chuvoso e seco) para que, a partir dos dados aqui contidos, sejam efetuadas ações ambientais no interior do *campus*, em salas de aula, setores administrativos e laboratoriais, além de verificar se essas comunidades se adaptaram aos novos *habitats* ofertados pelas modificações antrópicas, além da interferência dos períodos sazonais, chuvoso e seco.

As pesquisas acerca da fauna de solo são necessárias em qualquer ambiente onde haja onde a supressão vegetal tenha ocorrido em função da urbanização e de reformas arquitetônicas, Por isso, os dados contidos nessa pesquisa serão úteis para estudos futuros tanto para a pesquisa quantitativa quanto para a qualitativa, em áreas onde a manutenção da vegetação não foi totalmente suprimida, mas sim, alteradas, o que tem como consequência, a perda de habitats, a diminuição da diversidade e até fuga de espécies para áreas com menor alterações ambientais.

Referências

- Alves, P. R. L., Cardoso, E. J., Martines, A. M., Sousa, J. P., & Pasini, A. (2014). Seed dressing pesticides on springtails in two ecotoxicological laboratory tests. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 105(14), 65-71.
- Azevedo, F. R., Moura, M. A. R., Arrais, M. S. B., & Nere, D. R. (2011). Composição da entomofauna da Floresta Nacional do Araripe em diferentes vegetações e estações do ano. *Revista Ceres*, 58(6),740-748.
- Azevedo, R., Menezes, K.G., Barbosa, R. A., Matos Neto, J. D. R Monteiro, J. O. N., Coutinho, A. G., & Sales Júnior, L. G. (2017). Aranhas epígeas de um fragmento de mata em área urbana em Fortaleza, Ceará, Brasil. *Pesquisa e Ensino em Ciências Exatas e da Natureza*, 1(2), 104-114.
- Baretta, D., Santos, C. P., Segat, J. C., Geremia, E. V., Oliveira Filho, L. C. I., & Alves, M. V. (2011). Fauna edáfica e qualidade do solo. *Tópicos Ciência do Solo*, 7, 119-170.
- Barroso, L. L., Souza, G. B., Silva, G. R., Jesus, E. S., & Pereira Júnior, A. (2019). Análise quantitativa da precipitação, temperatura do ar, umidade do ar e velocidade do vento: estudo de um microclima. *Multidisciplinary Science Journal*, 2(1), 2019.
- Backes, M. A. (2017). *Diversidade da macrofauna epiedáfica em diferentes usos do solo na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul-Campus Cerro Largo*. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia), Universidade Federal da Fronteira Sul: UFFS.
- Baretta, D., Santos, J. C. P., Segat, J. C., Geremia, E. V., Oliveira Filho, L. C. I., & Alves, M. V. (2011). Fauna edáfica e qualidade do solo. *Tópicos de Ciência do Solo*, (7),119-170.
- Berude, M. C., & Galote, J. K. B., Henrique Pinto, P., & Amaral, A. A. (2015). A mesofauna do solo e sua importância como bioindicadora. *Enciclopédia Biosfera*, 11(22), 14-28.
- Bobrowski, R., & Biodi, D. Comportamento de índices de Diversidade na composição arbórea de ruas. (2016). *Floresta e Ambiente*, 23(4),475-486.
- Brusca, R. C., & Brusca, G. J. (2005). *Invertebrates*, (2nd ed.) Sinauer Associates
- Cajaíba, R. L., & Silva, W. B. (2017) Diversidade e sazonalidade de Cydnidae (Insecta: Hemiptera: Heteroptera) em diferentes ecossistemas no estado do Pará, norte do Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*, 15(1), 32-37.
- Costa, A. D., Araújo, R. A., Diniz, B. L. M. T., Sousa, S., Coaracy, T. N., Silva W. A. O., Saraiva, M. M. T., & Silva, H. M. F. N. (2021). Macrofauna epiedáfica em área de cultivo do noni sob práticas de manejo agroecológicas. *Research, Society and Development* [Online], v.10(1), e20610111664.

- Cousseau, L., Tessaro, D., Silva, J. C., Kubiak, K. L., & Zarzicki, L. F. W. (2020). Levantamento de invertebrados epiedáficos em ambiente contaminado por chumbo. *Research, Society and Development*, 9(3), e189932738
- Cruz, M. C. S., Silva, A. P. S., Silva, C. O. R., & Lima, N. S. L. (2019). Os impactos ambientais oriundos da urbanização às margens do rio prainha. Paragominas – PA. In: Pereira Junior, A., Santos Jesus, E., & Ribeiro, J.M.F. *As múltiplas visões do meio ambiente e os impactos ambientais*. Simplíssimo, cap. 16, 264-279.
- Dal Molin, A., Soares, E. D. G., Schmitz, H. J., Faria Junior, L. R. R., Pie, M. R., & Löwenberg Neto, P. (2018). *Desafios e Perspectivas para a Zoologia na América Latina*. Anais do Congresso Brasileiro De Zoologia Paraná, 32.
- Dionísio, J. A., Pimentel, I. C., Signor, D., De Paula, A. M., Maceda, A., & Mattana, A. L. (2016). *Guia Prático De Biologia Do Solo*. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.
- Fernandes, M. M., Magalhaes, L. M. S., Pereira, M. G., Correa, M. E. F., Brito, R. J., & Moura, M. R. (2011). Influência de diferentes coberturas florestais na fauna do solo na Flona Mário Xavier, no município de Seropédica. *Revista Floresta*, 41(3), 533-540.
- Foelix, R. F. (2011) *Biology of Spiders*. Oxford University Press, Oxford.
- Guilherme, D. R., Pequeno, P. A. C. L., Baccaro, F. B., Franklin, E., Santos Neto, C. R., & Souza, J. L. P. (2022). Direct and indirect effects of geographic and environmental factors on ant beta diversity across Amazon basin. *Oecologia*, 198, 198-203.
- Guimarães, N. F., Gallo, A. S., Silva, V. R., Fontanelli, A., Fujihara, R. T., & Carvalho, E. M. (2021). Fauna de solo associada a diferentes tipos de cultivos. *Research, Society and Development*, 10(2), e54610212787.
- Gullan, P. J., & Cranston, P. S. (2012) *Os insetos. Um resumo de Entomologia*. Roca.
- Jones, E., & Leather, S. R. (2012). Invertebrates in urban areas: A review. *European Journal of Entomology*. London, v.109, p.463–478,
- Hammer, O., Harper, D. A. T., & Ryan, P. D. (2001) Paleontological Statistics Software package for educations and data analysis. *Palaeontological Eletrônica*, 4(1), 9.
- Ibge. (2021). *Informações estatísticas*. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/paragominas/panorama>.
- Lima, S. S., Aquino, A. M., Leite, L. F. C., Velásquez, E., & Lavelle, P. (2010). Relação entre macrofauna edáfica e atributos químicos do solo em diferentes agroecossistemas. *Pesquisa Agropecuária brasileira*, 45(3), 322-331.
- Lopes, A. S., Soares, S., Silva, E. M., & Roel, A. R. (2017). Diversidade de insetos e aranhas presentes em diferentes fisionomias no Pantanal, na seca e cheia, Corumbá, MS. *Múltiplos*, 22(51),127-154.
- Mendes, M. F., Blauth, M. L., Santos, L. A., Gaiesky, V. L. S. V., & Gottschalk, M. S. (2021). Temporal edge effects structure the assemblages of Drosophilae (Diptera) in a Restinga forest fragment in Southern Brazil. *Neotropical Biology and Conservation* 16(21),292-315.
- Microsoft Corporation. (2013). *OFFICE* 365. Licenciado. https://www.microsoft.com/ptbr/p/excel/cf7ttc0k7dx?=&OCID=AID737190_SEM_Cij7Us2W&Marin03199%7c%2bexcel%7cb%7 ID=sCij7Us2W%7c3328763
- Oliveira Filho, L. C. I., Baretta, D., Viapiana, C. M., & Santos, J. C. P. (2015). Mesofauna de solo construído em área de mineração de carvão. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 14(1), 55-64.
- Oliveira, M. F. (2011). *Metodologia Científica: um manual para a realização de pesquisas em administração*. UFG.
- Oliveira, V. P., Lima, M. D. R., & Martins, W. B. R. (2018). Use of morphometry in the arborization of Paragominas city, Pará, Brazil, with *Handroanthus impetiginous* (Mart. ex DC.) Mattos (Bignoniaceae). *Revista Agrologia e Ambiente*, 12(3), 213 – 223.
- Pannutil, L. E. R., Baldin, E. L. L., Gava, G. J. C., & Kölln, O. T. (2015). Efeitos da fertirrigação sobre a ocorrência e danos de *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) em cana-de-açúcar. *Arquivos do Instituto Biológico*, 82(1),1-8.
- Patucci, N. N., Oliveira Filho, L. C. I., Silva, C. B., Oliveira, D., Baretta, D., & Brescovit, A. D. (2018). Bioindicadores Edáficos de Fragmentos Florestais Urbanos da Cidade de São Paulo (SP). *Revista do departamento de geografia*, (36),77-90, 2018.
- Portilho, I. I. R. Crepaldi, R. A., Borges, C. D.; Silva, R. F., Salton, J. C., & Mercante, F. M. (2012). Fauna invertebrada e atributos físicos e químicos do solo em sistemas de integração lavoura-pecuária. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*,46(10),1310-1320.
- Prodanov, C. C., & Freitas, E. C. (2013). *Metodologia do Trabalho Científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico*. Novo Hamburgo: Feevale.
- Rocha, I. M. S., Andrezza, R., & Bellini, B. C. (2011). Registros de Collembola (Arthropoda, Hexapoda) No Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. *Biota Neotropica*, 11(3).
- Rodrigues, W. C. (2021). *Diversidade de Espécies*, versão 4.17. Vassouras.
- Semensatto Júnior, D. L. (2003). Aplicação de índices de diversidade em estudos envolvendo associação entre foraminíferos e tecamebas recentes: uma breve revisão. Anais do Congresso Da Associação Brasileira De Estudos Do Quaternário. Pernambuco, 9.
- Silva, C. F., Pereira, G. H. A., Pereira, M. G., & Silva, A. N. (2013). Fauna edáfica em área periodicamente inundável na restinga da Marambaia, RJ. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 37(3), 587-595.

Silva, J. P. S., Sousa, F. S., Cavalcante, F. D. S., & Pereira Junior, A. Análise quantiquantitativa da relação entre a pedofauna, atmosfera e a vegetação. In: Pereira Junior, A., Santos Jesus, E., & Ribeiro, J. M. F. (2019). *As múltiplas visões do meio ambiente e os impactos ambientais*. Curitiba: Simplíssimo.

Silva, M. O., Santos, M. P., Souza, A. C. P., Silva, R. L. V., Moura, A. A., Silva, R. S. S., & Costa, K. D. S. (2021). Qualidade do solo: indicadores biológicos para um manejo sustentável. *Brazilian Journal of Development*, 7(1),6853-6875,

Sousa, L. M., Adami, M., Lima, A. M. M., & Ramos, W. F. (2017). Avaliação do uso e cobertura da terra em Paragominas e Ulianópolis-PA, utilizando dados do projeto TerraClass. *Revista Brasileira de Cartografia*, 69(3), 421-431.

Souza, M. H., Vieira, B. C. R., Oliveira, A. P. G., & Amaral, A. A. (2015). Macrofauna do solo. *Enciclopédia biosfera*, 11(. 22),115-131, 2015.

Teixeira, J. C. A., Santos, D. E. C., Jesus Freire, R. M., Nobre Neto, C. A., Rocha, D. H. B., Teixeira, A. A., & Albuquerque, A. L. S. (2018). Diversidade da Macrofauna em uma área da Caatinga. *Revista Craibeiras de Agroecologia*, 3(1), e6576-e6576.

Triplehorn, C. A., & Johnson, N. F. (2015). *Estudo dos insetos*, Cengage Learning, 2015.