



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E FITOSSANIDADE
CURSO DE ENGENHARIA AGRÔNOMICA

DAYANE VALESSA BARROS FROZ

**Diversidade da mesofauna edáfica em solos com diferentes densidades e
distancia da palmeira babaçu (*Attalea speciosa* Mart.) em Pirapemas,
periferia leste da Amazônia**

**SÃO LUÍS – MA
2019**

DAYANE VALESSA BARROS FROZ

**DIVERSIDADE DA MESOFAUNA EDÁFICA EM SOLOS COM DIFERENTES
DENSIDADES E DISTANCIA DA PALMEIRA BABAÇU (*Attalea Speciosa* MART.)
EM PIRAPEMAS, PERIFERIA LESTE DA AMAZONIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Engenharia Agrônômica da
Universidade Estadual do Maranhão para
obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr Christoph Gehring

**SÃO LUÍS – MA
2019**

DAYANE VALESSA BARROS FROZ

**DIVERSIDADE DA MESOFAUNA EM SOLOS COM DIFERENTES DENSIDADES
E DISTANCIA DA PALMEIRA BABAÇU (*ATTALEA SPECIOSA* MART.), EM
PIRAPEMAS, PERIFERIA LESTE DA AMAZONIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Engenharia Agrônômica da
Universidade Estadual do Maranhão para
obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Christoph Gehring

Aprovada em 28/06/2019

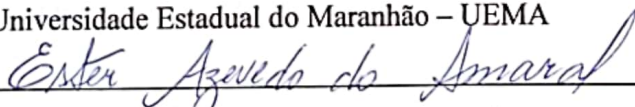
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Christoph Gehring (Orientador)

Doutor em Agronomia

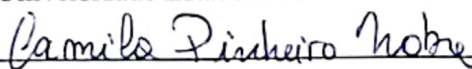
Universidade Estadual do Maranhão – UEMA



Prof.ª D.Sc. Ester Azevedo do Amaral

Doutora em Agronomia - Entomologia

Universidade Estadual do Maranhão – UEMA



Prof.ª Dr. Camila Pinheiro Nobre

Doutora em Agronomia – Ciências do Solo

Universidade Estadual do Maranhão – UEMA

AGRADECIMENTOS

A Deus, meu Refúgio e minha Fortaleza, Fonte de Misericórdia, Felicidade e Paz, por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

Ao meu orientador Christoph Gehring, pelas suas correções e incentivos, confiança, conselhos, sugestões na escrita e por aceitar encarar esse desafio de orientação.

Aos meus pais Rosana e Alex, e minha irmã, pelo amor, incentivo e apoio incondicional, por serem essenciais na minha vida e a toda minha família.

Gostaria de deixar o meu profundo agradecimento a professora Ester do Azevedo Amaral, Camila Nobre, Ronildson Luz e Florian Raub que tanto me incentivaram durante os anos de graduação e na elaboração do meu TCC.

Aos meus amigos de trabalho e parceiros de pesquisa Rayanne Soeiro, Vitoria Karla, Paula Fernanda, Taynara Cruz, Francisco, Claudio Adriano, Karolainy Moraes e Wallyson Araujo por toda a ajuda e apoio durante este período tão importante da minha formação acadêmica e meus amigos do Agir Jhully Santos, Josielma Silva, Lucas Soares, Rakel Braga, Bruno Nunes, Evyla Costa, Dayvison e Raylson que estiveram ao meu lado ao longo da caminhada Cristã na Universidade.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigada!

RESUMO

A Palmeira babaçu (*Attalea speciosa* Mart.) são predominantes na zona dos cocais da região de transição entre o cerrado, semiárido nordestino e floresta Amazônica, sendo bastante predominante nas paisagens agropastoris do centro norte do Maranhão, tanto do ponto de vista econômico quanto social o babaçu tem demonstrado muito promissor por se devolverem com grande força competitiva com a agricultura de sobrevivência. Entretanto existe uma grande lacuna com relacionada à palmeira babaçu e suas interações ecológicas com os demais organismos. O presente trabalho teve como objetivo avaliar as alterações causadas na mesofauna do solo em diferentes graus de dominância de babaçu. A área experimental está localizada no município de Pirapemas – MA e possui três blocos com quatro diferentes densidades de palmeiras babaçu por hectare (625 palmeiras/ha⁻¹ - 25%, 1250 palmeiras/ha⁻¹ – 50%, 1875 palmeiras/ha⁻¹ – 75%, 2500 palmeiras ha⁻¹ - 100% da densidade original). As coletas foram realizadas no ano de 2015 nos meses de fevereiro (época chuvosa) e novembro (época seca), retirando-se 48 amostras (compostas de três sub amostras) de solo. A mesofauna foi extraída com o funil de Berlese, e posteriormente os grupos da mesofauna foram separados com auxílio de microscópio estereoscópico. A quantidade de artrópodes total no período chuvoso variou entre 350 a 400 indivíduos/cm³ nas densidades de 25%, 50% e 75%, enquanto que na densidade 100% e perto da palmeira babaçu teve uma média de 250 indivíduos/cm³. Contrário disto, a densidade de mesofauna na época seca foi 67 vezes menor, e sem diferenças significativas entre as densidades/ distâncias do babaçu. A subordem Auchenorrhyncha (Hemiptera) dominou a mesofauna na época chuvosa e seca, com maior abundância (média de 54,1% em todos os tratamentos) e com frequências perto de 100%. A Subclasse Acari também esteve presente nas duas épocas analisadas a percentagem de ácaros manteve-se em torno de 4% seguido de Collembolas, este estava ausente na época de estiagem. A época do ano de coleta da mesofauna do solo influencia sua abundância, sendo favorecida no período chuvoso.

Palavras chave: Indicador de qualidade do solo; ecologia; Acari; Auchenorrhyncha; sazonalidade.

ABSTRACT

Soil organisms are sensitive indicators of soil quality, mainly because they undergo changes with land management and because they reveal the occurrence of environmental disturbances. The mesofauna (organisms between 0.2 and 2 mm) is important in the decomposition of organic matter and nutrient cycling. This research strives to evaluate the impacts of different degrees of babassu palm density on the soil mesofauna. The field experiment is located in Pirapemas county, Maranhão state, eastern periphery of Amazonia, and consists of three blocks with four different babassu palm densities of babassu palms densities (625 palms / ha⁻¹ - 25%, 1250 palms ha⁻¹ - 50%, 1875 palms ha⁻¹ - 75%, 2500 palm-ha⁻¹ - 100% of original palm density). We collected 48 samples (composites of three sub samples) in February 2015 (rainy season) and November 2015 (dry season), extracted soil mesofauna Berlese funnels, and subsequently separated mesofauna orders using a stereoscopic microscope. Mean rainy season total arthropod density varied between 350 to 400 individuals cm³ in 25%, 50% and 75% babassu densities, as opposed to 250 individuals/cm³ in 100% babassu density and close to the palm trunks. Contrary to this, the density of mesofauna in the dry season was 67 times higher, and without significant differences between the densities/distances of the babassu. The suborder Auchenorrhyncha (Hemiptera) dominated the total mesofauna in the rainy and dry season, both with greater abundance (average of 54.1%) and frequency near 100%. The Acari class was also present in the two analyzed periods, the percentage of mites remained around 4% followed by Collembola, which were absent during the dry season. The time of year of collection of the mesofauna of the soil influences its abundance, being favored in the rainy period.

Key words: Soil quality indicator; ecology; acari; Auchenorrhyncha; Seasonality; Arthropode.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Layout experimental do experimento duplo em Pirapemas. Parcelas principais com babaçual com 4 densidades de pindobas altas (625 palmeiras/ha ⁻¹ - 25%; 1250 palmeiras/ha ⁻¹ - 50%; 1875 palmeiras/ha ⁻¹ - 75%; 2500 palmeiras adultas/ha - 100%).....	15
Figura 2. (A) Ponto amostral ‘perto’ de babaçu com três furos (X) para amostras compostas de mesofauna; (B) Cilindro de amostragem.	16
Figura 3. Extrator de funil de Berlesse-Tullgreen. Container (a), Lâmpada 30W (c) e Frasco coletor (b).	17
Figura 4. Abundância total da Mesofauna em diferentes densidades de babaçu (25%, 50%, 75%, 100%) da área experimental de Pirapemas nos períodos chuvoso e seco. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente entre si através do test de Tukey durante a época chuvosa. Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si através do teste de Tukey. durante a seca. * Indica efeito na sazonalidade dentro das densidades através do teste T.	19
Figura 5. Abundância dos grupos taxonômicos da mesofauna do solo e serapilheira ordenados por ranking época chuvosa e seca densidade 25% contendo 625 palmeiras ha ⁻¹	20
Figura 6. Abundância dos grupos taxonômicos da mesofauna do solo e serapilheira ordenados por ranking época chuvosa e seca densidade 50% contendo 1250 palmeiras ha ⁻¹ ..	21
Figura 7. Abundância dos grupos taxonômicos da mesofauna do solo e serapilheira ordenados por ranking época chuvosa e seca densidade 75% contendo 1875 palmeiras ha-1.	22
Figura 8. Abundância dos grupos taxonômicos da mesofauna do solo e serapilheira ordenados por ranking época chuvosa e seca densidade 100% contendo 2500 palmeiras ha-1.	23
Figura 9. Abundância dos grupos taxonômicos da mesofauna do solo e serapilheira ordenados por ranking época chuvosa e seca - Perto.	24
Figura 10. Abundância total de Acari em amostra de 30 cm ³ de solo oriundo de diferentes densidades de babaçu (625 palmeiras/ha ⁻¹ - 25%; 1250 palmeiras/ha ⁻¹ - 50%; 1875 palmeiras/ha ⁻¹ - 75%; 2500 palmeiras/ha ⁻¹ - 100%) da área experimental de Pirapemas no período chuvoso e seco. Mediano 25/75. Foi aplicado teste de Kruskall-Wallis entre as densidades de babaçu na mesma época. Entre épocas diferentes foi aplicado o teste-U de Mann-Whitney.....	26
Figura 11. Influência dos fatores ambientais do solo na abundância de grupos taxonômicos da mesofauna dos solos com diferentes densidades de babaçu período chuvoso. Gradiente de cores representa o valor do coeficiente que descreve como os diferentes grupos taxonômicos respondem a variabilidade dos fatores ambientais. Foi aplicado “Species Distribution Modelling” (SDM).	27
Figura 12. Influência dos fatores ambientais do solo na abundância de grupos taxonômicos da mesofauna dos solos com diferentes densidades de babaçu período seco. Gradiente de cores representa o valor do coeficiente que descrevem como os diferentes grupos taxonômicos respondem a variabilidade dos fatores ambientais. Foi aplicado “Species Distribution Modelling” (SDM).	28

SUMÁRIO

RESUMO	5
1. INTRODUÇÃO	9
2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA.....	10
2.1 Babaçu.....	10
2.2 Indicadores de qualidade biológicos	11
2.3 Mesofauna do Solo	12
3 OBJETIVOS	14
3.1 Objetivo Geral.....	14
3.2 Objetivos específicos:.....	14
4 METODOLOGIA	15
4.1 Área de Estudo	15
4.2 Esquema Amostral.....	16
4.3 Amostragem e Identificação da Mesofauna	17
4.4 Análises Estatísticas	18
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
6 CONCLUSÕES	29
REFERÊNCIAS	30

1. INTRODUÇÃO

A palmeira babaçu pertencente à família Arecaceae gênero *Attalea* são predominantes na zona dos cocais específicas da região de transição entre o cerrado, o semiárido do Nordeste e a floresta Amazônica, sendo o estado do Maranhão dominante em suas paisagens florestais. Os desmatamentos constantes com queimadas sucessivas foram os principais responsáveis do grande aumento dos babaçuais, especialmente na Região Nordeste do Brasil (Albiero et al. 2007).

O babaçu tanto do ponto de vista econômico quanto social revela-se muito promissor por se desenvolver com grande força em áreas competitivas com a agricultura de sobrevivência. Entretanto ainda não existe conhecimento profundo sobre seus efeitos na vegetação, solo e manejo, ou sobre as densidades ideais de palmeiras dentro da roça queimada ou do pasto. Além disso, existe uma grande lacuna com relacionada à palmeira babaçu e suas interações ecológica com os demais organismos como micro, meso e macrofauna do solo. As atividades biológicas dos solos apresentam vários dos processos ecossistêmicos importantes no sistema global, especialmente na ciclagem de elementos como carbono, nitrogênio e fósforo que são desempenhada por esses organismos que apresentam funções importantes no solo, como a decomposição da matéria orgânica e a ciclagem de nutrientes, além de estruturação do solo, sendo considerados bioindicadores de qualidade ambiental (Berude et al. 2015).

A diversidade dos organismos edáficos destaca-se pela sua importância no solo por exercer inúmeras funções essenciais para o biofuncionamento dos solos e por essa razão, torna-se importante caracterizá-los e conhecer quais são os fatores que mais afetam a distribuição das comunidades que habitam o sistema solo-serapilheira. A mesofauna edáfica contém os organismo invertebrados que vivem no solo ou apenas parte do seu ciclo de vida nele e possuem tamanho corporal entre 0,2 – 2,0 mm de comprimento, incluindo os grupos Acarina (Ácaro), Collembola (Colêmbolo), Diplura (Dipluro), Protura (Proturo), dentre outros (Almeida et al. 2013). As atividades tróficas desses animais envolvem tanto o consumo de microrganismos e da microfauna, como a fragmentação de material vegetal em decomposição (Moraes et al. 2013), uma vez que é muito sensível a variações sazonais e manejo do solo, pode ser utilizada como indicadora de qualidade do solo.

2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA

2.1 Babaçu

O babaçu representa uma das palmeiras brasileiras mais importantes, sendo esta pertencente à família *Palmae* classificada como *Attalea speciosa*, dotada de frutos drupáceos com sementes oleaginosas (Oliveira, 2013). A planta do babaçu apresenta caule solitário, na forma colunar, de 10-30m de altura e 30-60cm de diâmetro. Suas folhas são pinadas, eretas e divergentes, com 175-260 pinas distribuídas, regularmente, sobre toda extensão da raque, chegando até 8m de comprimento (Silva, 2015). podendo ser encontrada nos estados do Maranhão, Piauí e Tocantins que reúnem as maiores extensões de babaçuais e do extrativismo Brasileiro.

Sua proliferação se dá de maneira ágil e fácil, apresentando uma grande resistência à queimadas e sua regeneração é rápida. Desenvolve-se, vencendo outras plantas, em locais onde há desmatamentos, crescendo antes de outras árvores (Putti, 2012). Pode ocorrer isoladamente em florestas estáveis, em áreas abertas de florestas ou em áreas de transição (Gazolla, 2012). O consórcio de palmeiras adultas de babaçu com os cultivos anuais da agricultura itinerante derruba-e-queima conhecida popularmente como “roça no toco”, tem sido chamada “sistema agroflorestal tradicional”, e o consórcio com pasto “sistema silvipastoril tradicional” (Gazolla, 2012). O babaçu apresenta grande abundância e potencial produtivo possibilitando a obtenção de uma grande variedade de subprodutos tais como objetos artesanais, decorativos e utilitários a partir da palha seca trançada e da casca do coco (Marinho, 2018), De seu fruto, o coco de babaçu, pode-se aproveitar tudo, desde a casca (epicarpo) que dá um excelente combustível vegetal, até a amêndoa rica em óleo. A planta costuma ser muito aproveitada pela população carente (Putti, 2012). As diversas formas de aproveitamento do babaçu, como na alimentação humana e animal, artesanato, cobertura de casas, cosméticos, combustível e, mais recentemente, o uso do mesocarpo devido a seu alto teor nutricional, agregam valor aos babaçuais (Carrazza, 2012).

Vale ressaltar o importante papel para algumas regiões do Nordeste, principalmente no estado do Maranhão, cuja economia se apoia nas atividades agrícolas e no extrativismo desde recurso, as quebradeiras de coco babaçu são uma categoria de trabalhadoras que representa a afirmação de uma existência coletiva como unidade de mobilização em torno da terra, do livre acesso aos babaçuais e preservação destas palmeiras e da relevância do trabalho feminino na unidade doméstica, tendo no trabalho extrativo do babaçu o seu principal meio de

vida (Rocha, 2011). Apesar da sua importância, não existe conhecimento profundo sobre seus efeitos na vegetação, solo, manejo e interações ecológicas com os demais organismos, necessitando, portanto, de investigações científicas para que contribuam para o desenvolvimento socioeconômico e ambiental.

2.2 Indicadores de qualidade biológicos

A fauna edáfica é constituinte fundamental do solo, sendo responsável tanto pela fragmentação dos resíduos orgânicos, aumentando assim a área superficial para a atividade microbiana, como pela produção de enzimas responsáveis pela quebra de biomoléculas complexas em compostos mais simples, auxiliando na formação do húmus (AITA et al., 2014). As alterações causadas a partir das práticas de manejo e uso do solo tem efeito sobre a fauna edáfica, neste aspecto ela pode ser considerada como indicadora de qualidade do ambiente edáfico. A fauna responde ao stress de ordem química, física ou biológica resultante das práticas de manejo e cultivo, através de alterações nas populações de um determinado ecossistema, portanto, a maneira como uma cultura é conduzida através do preparo do solo e uso de insumos é uma fonte de degradação do ambiente e da biologia do solo incluindo a fauna edáfica (Baretta et al., 2011; Balin et al., 2017). Os fatores biológicos e climáticos influenciam e afetam diretamente a composição de espécies da fauna do solo (Korasaki et al. 2013). A fauna do solo pode ser classificada de diversas maneiras, o tamanho corporal geralmente é o critério principal, em três principais grupos de invertebrados: microfauna, mesofauna e macrofauna, mas os aspectos da mobilidade, hábito alimentar e função que executam no solo também são considerados (Berude et al, 2015).

O monitoramento da fauna de solo pode ser útil na avaliação da qualidade ambiental, em ecossistemas naturais e de produção agrícola. O conhecimento dos grupos de invertebrados capazes de realizar eficientemente processos de regulação das comunidades microbianas, ciclagem de nutrientes, além de modificar estruturalmente os habitats da serapilheira e do solo, podem fornecer bases para o manejo da fauna de solo, tanto de maneira direta, pela introdução de grupos de invertebrados de maior interesse, como de maneira indireta, pelo manejo das características do habitat (SILVA, 2013).

Diversos fatores afetam os organismos do solo, por isso suas populações são extremamente variáveis, dependendo do tipo do solo, da vegetação, textura e das condições climáticas. Assim, grandes variações podem ser encontradas entre ecossistemas distintos

numa mesma região. Muitas espécies desaparecem, por exemplo, em consequência do desmatamento e de produtos químicos (Pereira et al., 2012). Os invertebrados edáficos, principalmente os que vivem na interface serapilheira-solo, são afetados pelos processos de preparo do solo, em razão tanto de danos diretos, abrasão e esmagamento, quanto indiretos, como remoção da serapilheira e alterações no microclima próximo do solo (Silva et al. 2012).

2.3 Mesofauna do Solo

A mesofauna contém os organismos pertencentes às classes Oligochaeta (família Enchytraeidae), Symphyla (sínfilos), Pauropoda (paurópodos), Protura (proturos), Diplura (dipluros), Collembola (colêmbolos), Arachnida e Insecta. A classe Arachnida é representada pelas ordens Pseudoscorpionida (pseudoescorpiões), Palpigradi (palpígrados) e Acari (ácaros). A classe Insecta é representada pelas ordens Diptera (dípteros), Coleoptera (coleópteros ou besouros) e Isoptera (isópteros ou cupins) (Melo et al., 2009; Barros et al., 2010; Pereira et al., 2012; Morais et al., 2013; Silva & Amaral, 2013). A mesofauna do solo possui funções ecológicas que podem ser relacionados a diversos processos como a ciclagem de nutrientes, o revolvimento do solo, a incorporação de matéria orgânica e controle biológico de pragas do solo (Melo e tal., 2009 adaptados). Nas cadeias tróficas a mesofauna atua se alimentando de microrganismos, modificando a população de fungos, além de realizar a decomposição da matéria vegetal, estímulo da umidificação e criação de bioporos (Chauvat et al., 2003; Ponge et al., 2003).

Os elementos da mesofauna possuem um papel relevante no processo de fragmentação, decomposição, transportes de nutrientes, transporte de matéria orgânica, mistura de horizonte, controle biológico e aeração, facilitando dessa forma em conjunto com os fungos que são decompositores, um equilíbrio edáfico (Vieira; Santos, 2002). Além de contribuírem para a mineralização do solo bem como aumentar em até seis vezes a velocidade de decomposição dos resíduos vegetais (Morselli, 2007). A maior densidade dos organismos da mesofauna edáfica é na superfície do solo nas camadas de 0-5 e 0-10 cm de profundidade, onde a macro porosidade é maior, ainda que sejam encontrados, frequentemente, em áreas mais profundas, atribuindo isso à diminuição do espaço poroso e à matéria orgânica do solo (Baretta et al., 2003; Vitti et al., 2004). A mesofauna edáfica apresentam funções bem específicas nos processos do solo, ácaros e colêmbolos, por exemplo, dispõem de comportamentos importantes na fragmentação de resíduos e na regulação da população de fungos (Marion, 2011).

O monitoramento da população da mesofauna edáfica é necessário para a avaliação das interações biológicas no sistema solo/planta e dos sistemas de manejo do solo. Utilizado como indicadores eficientes para avaliar as mudanças ambientais da qualidade do solo (Van Straalen, 1998).

A precipitação pluvial é indispensável para os processos ecológicos, principalmente no que diz respeito à disponibilidade de água no solo para as plantas e a atividade biológica do solo. De acordo com Whitford (1996) a microbiota do solo é afetada pela distribuição espacial e temporal, assim como os conteúdos de água e nutrientes, sendo estes essenciais para a manutenção da integridade dos ecossistemas trópico úmido. Os elementos climáticos ou meteorológicos como temperatura, precipitação e conteúdo de água do solo, são fatores limitantes ao crescimento da população da mesofauna do solo (Jacobs et al. 2007).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

- Avaliar as alterações da mesofauna causados no solo em diferentes graus de dominância de babaçu;

3.2 Objetivos específicos:

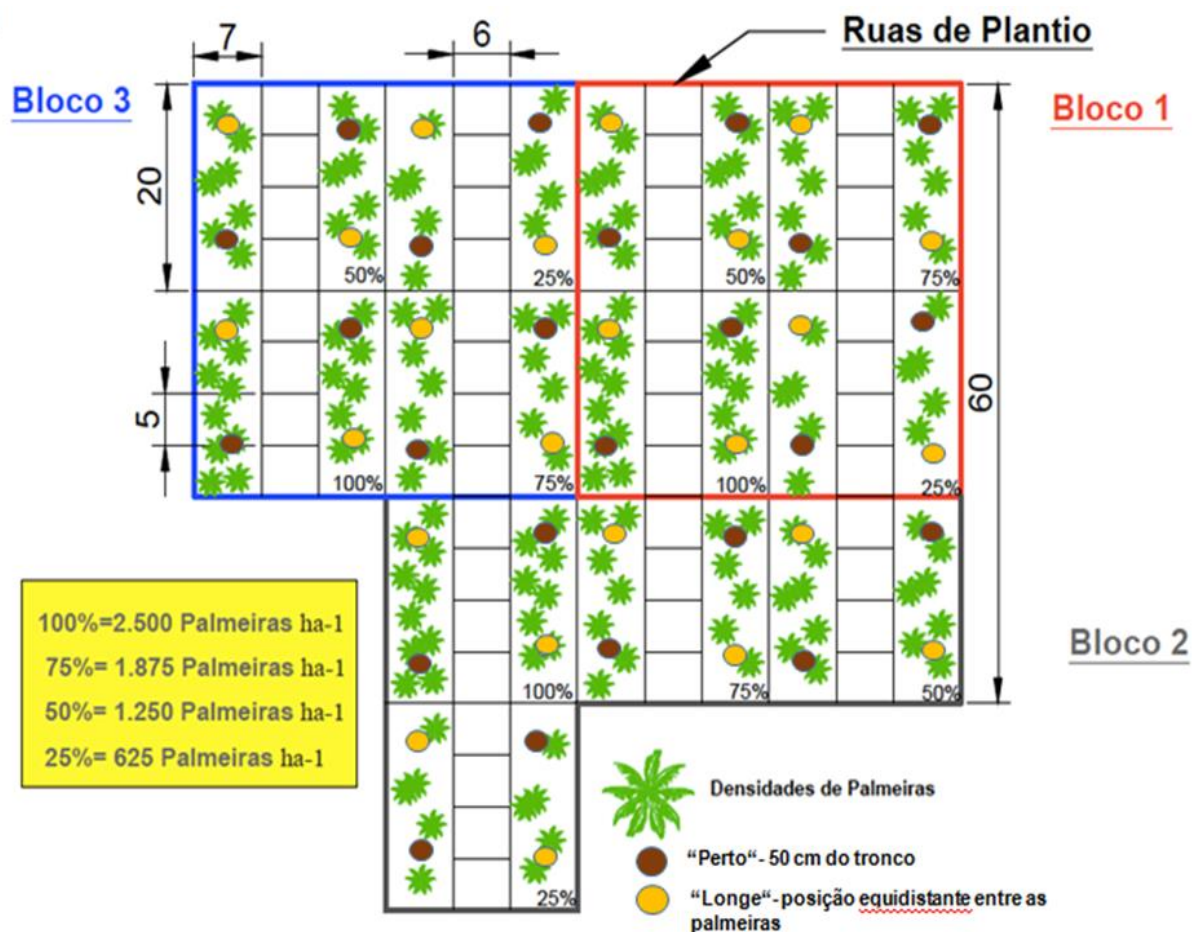
- Identificar grupos de organismos da mesofauna do solo;
- Procurar causalidades e covariações com outros componentes do ecossistema (físico-química do solo, serapilheira, vegetação rasteira).

4 METODOLOGIA

4.1 Área de Estudo

A pesquisa foi conduzida em uma área experimental localizada no município de Pirapemas – MA (03° 43' S, 44° 13' O). no centro da 'Zona dos Cocais', no Maranhão central. Desde novembro de 2011, um experimento de campo foi desenvolvido no município de Pirapemas. O ensaio situa-se dentro de um babaçal e possui três blocos com diferentes densidades em palmeiras ha^{-1} (625 palmeiras/ ha^{-1} - 25%; 1250 palmeiras/ ha^{-1} - 50%; 1875 palmeiras/ ha^{-1} - 75%; 2500 palmeiras adultas/ ha^{-1} - 100%) (Figura 1).

Figura 1. Layout experimental do experimento duplo em Pirapemas. Parcelas principais com babaçal com 4 densidades de pindobas altas (625 palmeiras/ ha^{-1} - 25%; 1250 palmeiras/ ha^{-1} - 50%; 1875 palmeiras/ ha^{-1} - 75%; 2500 palmeiras adultas/ ha^{-1} - 100%)



4.2 Esquema Amostral

A mesofauna foi amostrada em 2 períodos: chuvoso (fevereiro de 2015) e seco (novembro de 2015). Em cada campanha amostral, foram investigados 48 pontos amostrais nos quatro tratamentos (densidades de babaçu), correspondente a quatro pontos distribuídos de modo uniforme em cada parcela. Dois destes pontos localizam ‘perto’ das palmeiras (50 cm do tronco) e dois localizados ‘longe’ das palmeiras (posição equidistante entre as palmeiras). Para melhor captar a variabilidade em escala menor. Cada local amostral conta ainda com três repetições internas (cilindros volume 35,3cm) em distância entre si de 50-100 cm (Figura 2), reunidos, formando uma amostra composta.

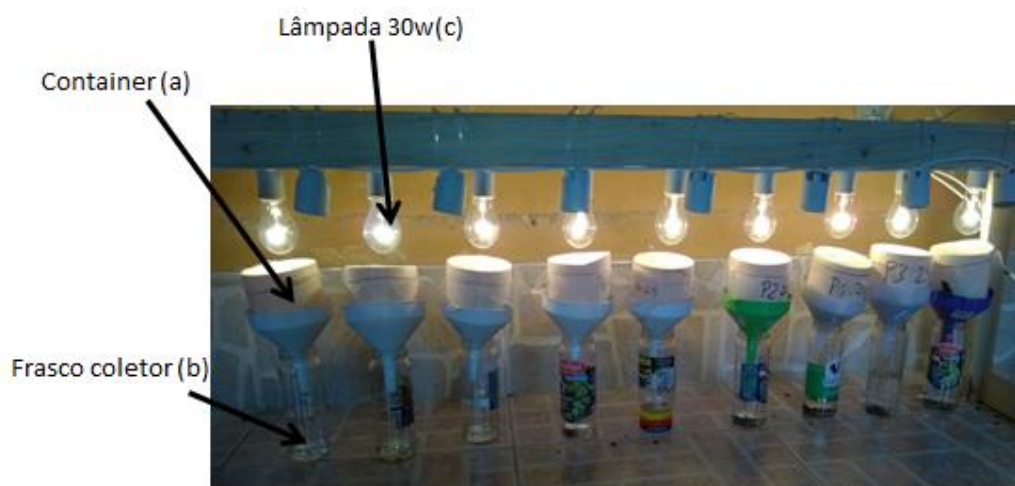
Figura 2. (A) Ponto amostral ‘perto’ de babaçu com três furos (X) para amostras compostas de mesofauna; (B) Cilindro de amostragem.



4.3 Amostragem e Identificação da Mesofauna

A mesofauna foi coletada pelo método dinâmico de captura de microartrópodes utilizando o funil de Berlese (Figura 3). As amostras de serrapilheira e solo foram colocadas no container (Figura 3A) sendo em seguida direcionada dentro do frasco coletor contendo álcool 70% (Figura 3B) por meio de um gradiente de migração direcionada pelo calor e luz proporcionada por uma lâmpada de 30W (Figura 3C). As amostras ficaram expostas a luz por 10 dias quando foram retiradas do aparelho extrator, lavadas com álcool 70% para retirar o excesso de solo e submetidas à triagem dos grupos da mesofauna. As análises foram realizadas no Laboratório de Entomologia da Universidade Estadual do Maranhão. A mesofauna edáfica coletada nos tratamentos, foi identificada em nível de ordem, sendo utilizado para identificação um microscópico estereoscópico.

Figura 3. Extrator de funil de Berlesse-Tullgreen. Container (a), Lâmpada 30W (c) e Frasco coletor (b).



4.4 Análises Estatísticas

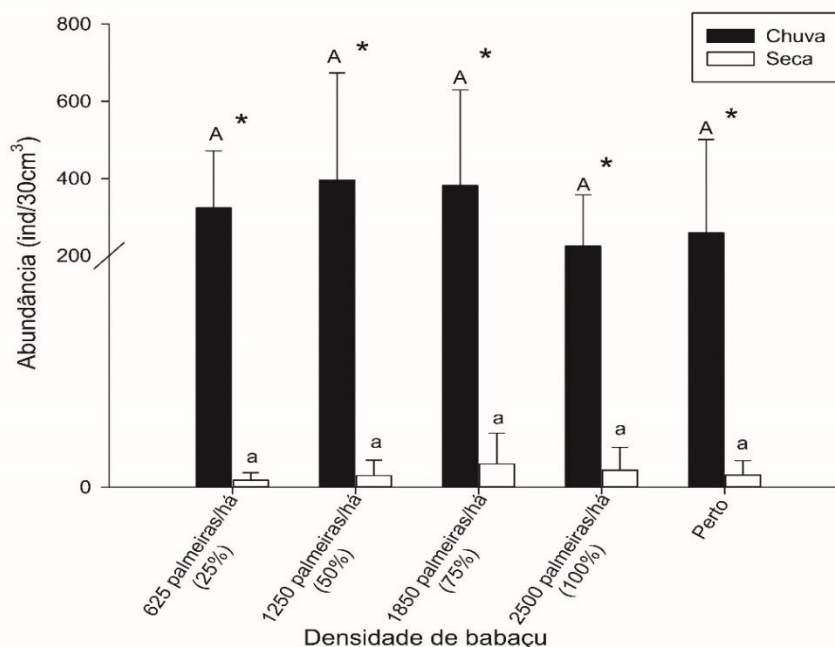
Inicialmente, afim de avaliar os grupos de mesofauna total e verificar as ordens presentes nas amostras aplicou-se curvas de modelo rank-abundância para quantificar os grupos de mesofauna dentro das densidades de babaçu. Em seguida, aplicou-se análises estatísticas básicas tais como (i) análise de normalidade (testes de Kolmogorov-Smirnow e Lilliefors) e homogeneidade de variância para posteriores análises paramétricas (test-t e teste post-hoc para número desigual de repetições de Spjøtvoll-Stoline) ou uso de análises não-paramétricas (Mann-Whitney Rank Sum Test e Kruskal-Wallis).

A análise das interações da população de mesofauna com fatores ambientais foi realizada via “Species Distribution Modelling” (SDM). O SDM nos permitiu obter os coeficientes padronizados de cada variável ambiental em determinada população. Esse modelo foi realizado via GLM e adotou-se o critério de penalidade LASSO para selecionar as variáveis químicas (matéria orgânica, pH, K, Ca, Mg, H+Al), física (areia grossa, areia fina, silte, argila, silte/argila, densidade do solo) e biológicas (serapilheira de babaçu, serapilheira ‘não babaçu’, gramíneas, herbáceas, palmeira, leguminosa parte foliar, leguminosa fração galho e caule, fungos micorrizicos arbusculares, %Glomus) que explicam a distribuição das populações.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

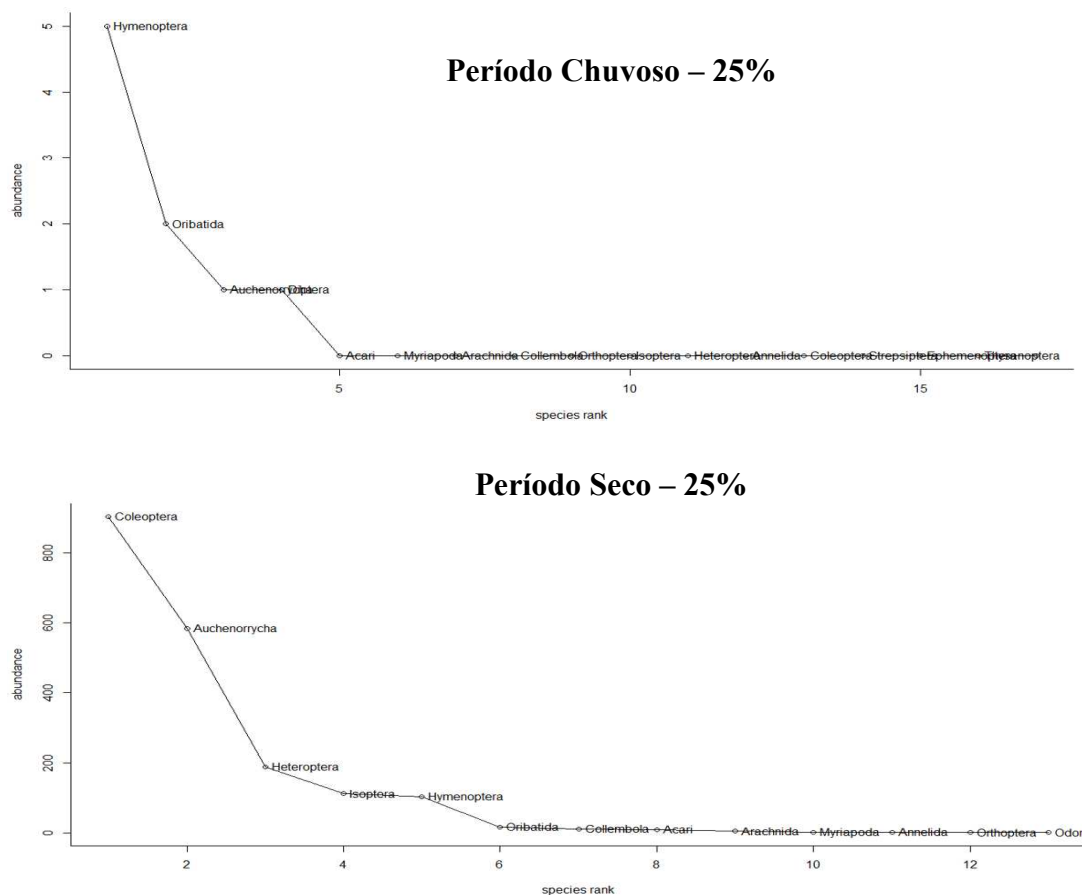
Extraíram-se 26.511 artrópodes edáficos, sendo capturados no período chuvoso 26.511 e do período seco 155 indivíduos, distribuídos em 20 grupos (ordens). Em relação a abundância total de indivíduos coletados em diferentes densidades (25%, 50%, 75% e 100% palmeiras babaçu ha⁻¹) no período chuvoso (Figura 4) não houve diferença significativa entre os tratamentos, também não observamos efeito periférico da palmeira quando comparamos as amostras coletadas perto (50 cm) com os outros tratamentos. A maior quantidade de organismos da mesofauna do solo foi registrada na densidade de 50% de babaçu enquanto a densidade de 100% apresentou a menor densidade. No período seco comparamos as amostras coletadas ‘perto’ com esses tratamentos e não houve variações expressivas (Figura 4) apresentando uma redução das populações da mesofauna edáfica, onde observamos ausência de colêmbola possivelmente devido a temperatura do solo (Gomes et al. 2007) ou ainda, a umidade que condiciona importante variação na população da comunidade da mesofauna edáfica e maior riqueza de grupos na época efetiva de chuvas. (Almeida, Souto; Souto, 2013). ocasionando talvez baixa reprodução, alta mortalidade ou ainda migração dos organismos edáficos para camadas mais profundas do solo, havendo o fator climático responsável por aumento do número desses indivíduos durante a estação chuvosa.

Figura 4. Abundância total da Mesofauna em diferentes densidades de babaçu (25%, 50%, 75%, 100%) da área experimental de Pirapemas nos períodos chuvoso e seco. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente entre si através do test de Tukey durante a época chuvosa. Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si através do teste de Tukey. durante a seca. * Indica efeito na



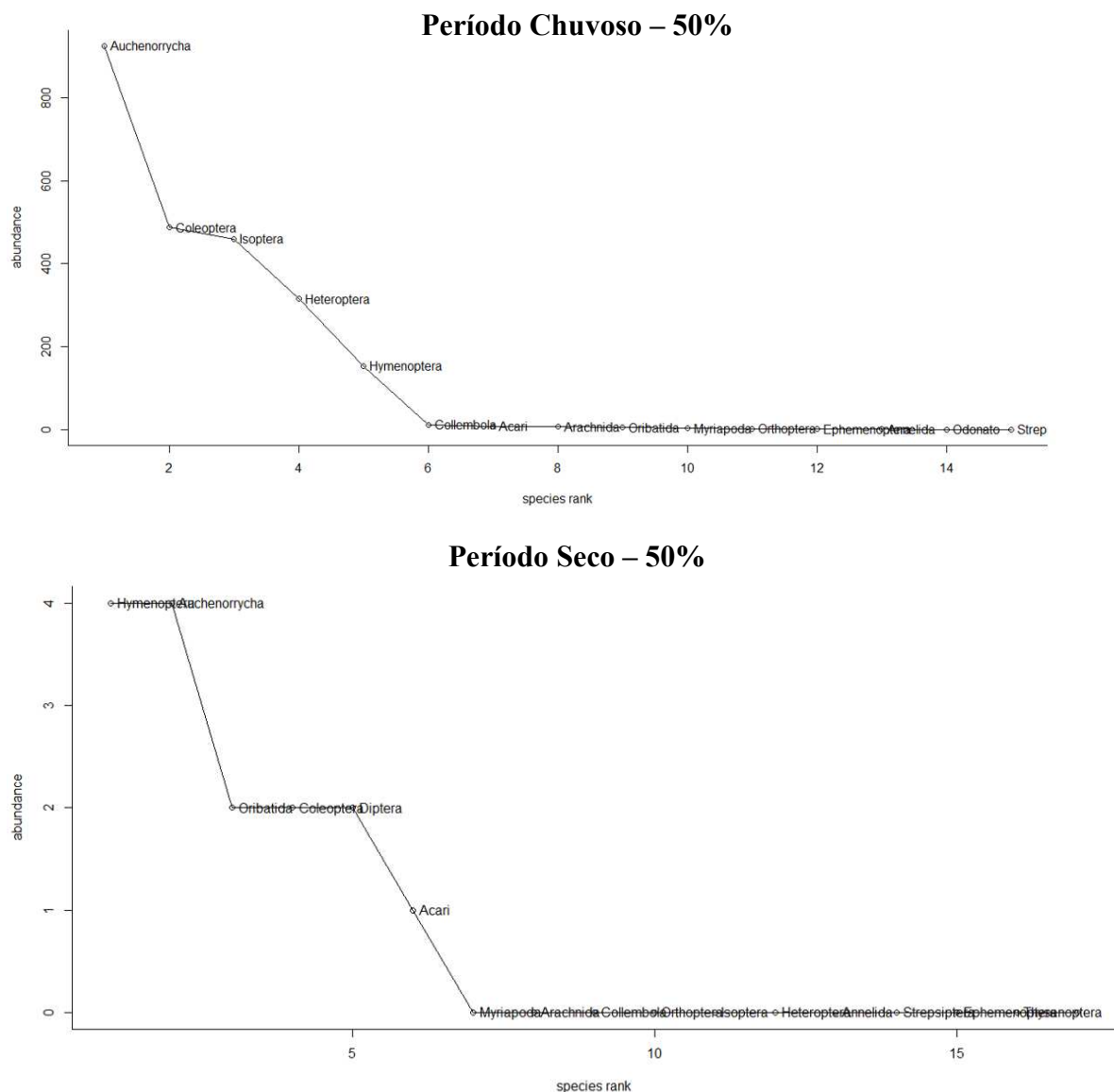
Em termos de abundância do total de 20 grupos taxonômicos relatados expõem principais grupos foram Auchenorrhyncha (subordem das Hemiptera), Coleoptera, Isoptera, Heteroptera e Hymenoptera no período chuvoso no ranking de ordens, e Díptera, Hymenoptera, Oribatida e Auchenorrhyncha no período seco. As 20 diferentes ordens taxonômicas foram encontradas durante o período chuvoso, enquanto na época seca menos da metade dessas ordens esteve presente, essa redução na população da mesofauna edáfica no período seco pode estar correlacionada com a menor oferta de alimento, o que limita a ocorrência de alguns grupos, restando apenas os mais adaptados às condições de escassez hídrica e de alimento (Souto, 2008). Os grupos Coleoptera, Auchenorrhyncha, Heteroptera e Isoptera ocorreram na densidade 25% e foram encontrados em todas as densidades (50%, 75%, 100% e perto) do período chuvoso, se diferenciando das ordens que ocorreram nas mesmas densidades do período seco (Figura 5).

Figura 5. Abundância dos grupos taxonômicos da mesofauna do solo e serapilheira ordenados por ranking época chuvosa e seca densidade 25% contendo 625 palmeiras ha⁻¹.



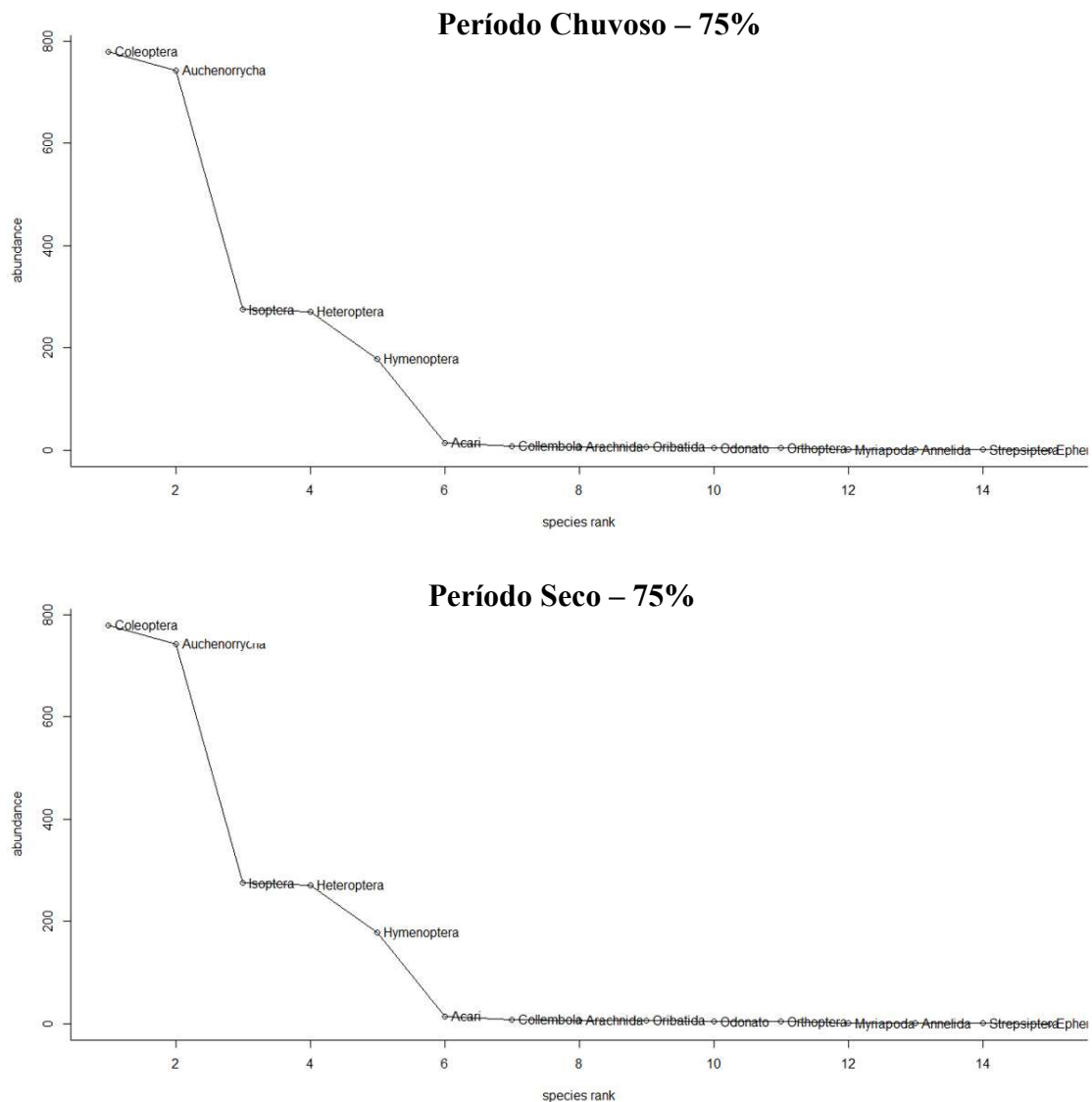
O organismo considerado fitófago (Auchenorrycha) foram constatado na densidade de 50% dominante no ranking do período chuvoso e seco (Figura 6), pois possuem grande resistência as variações climáticas, o que pode explicar a ocorrência nas duas épocas e em grande quantidade no período chuvoso (média de 900 indivíduos), enquanto o período de estiagem obteve uma forte diminuição na quantidade de Auchenorrycha.

Figura 6. Abundância dos grupos taxonômicos da mesofauna do solo e serapilheira ordenados por ranking época chuvosa e seca densidade 50% contendo 1250 palmeiras ha⁻¹.



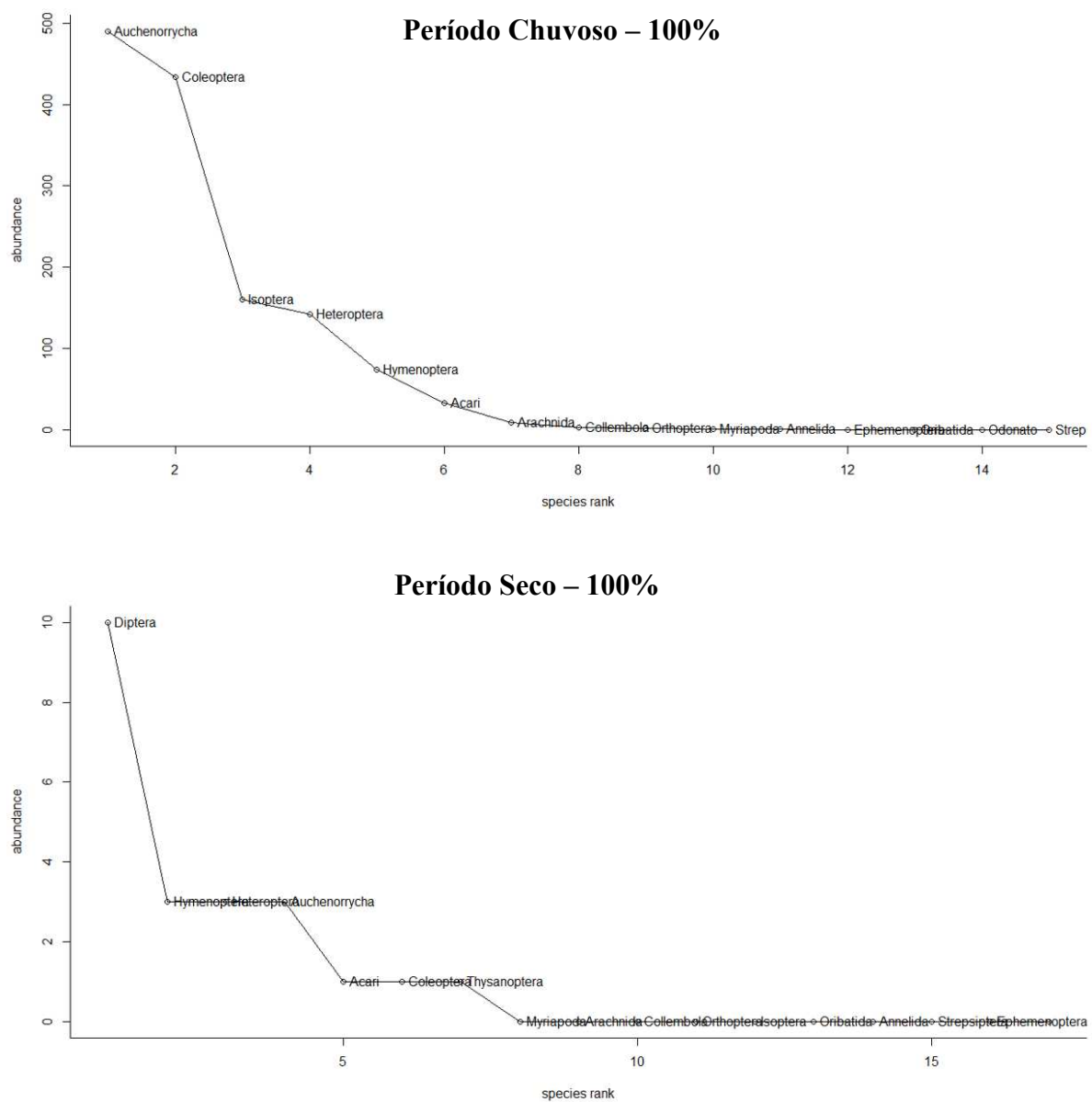
Na densidade 75% (Figura 7) as Coleoptera se destacaram no ranking nos dois períodos de estudo, deve-se a sua rusticidade, característica esta que permite a esse grupo uma maior resistência as alterações ambientais, sua importância ressalta-se pelo fato de que parte dos indivíduos que compõem este grupo possui hábito saprófago, atuando na decomposição da leiteira (Toledo, 2003).

Figura 7. Abundância dos grupos taxonômicos da mesofauna do solo e serapilheira ordenados por ranking época chuvosa e seca densidade 75% contendo 1875 palmeiras ha-1.



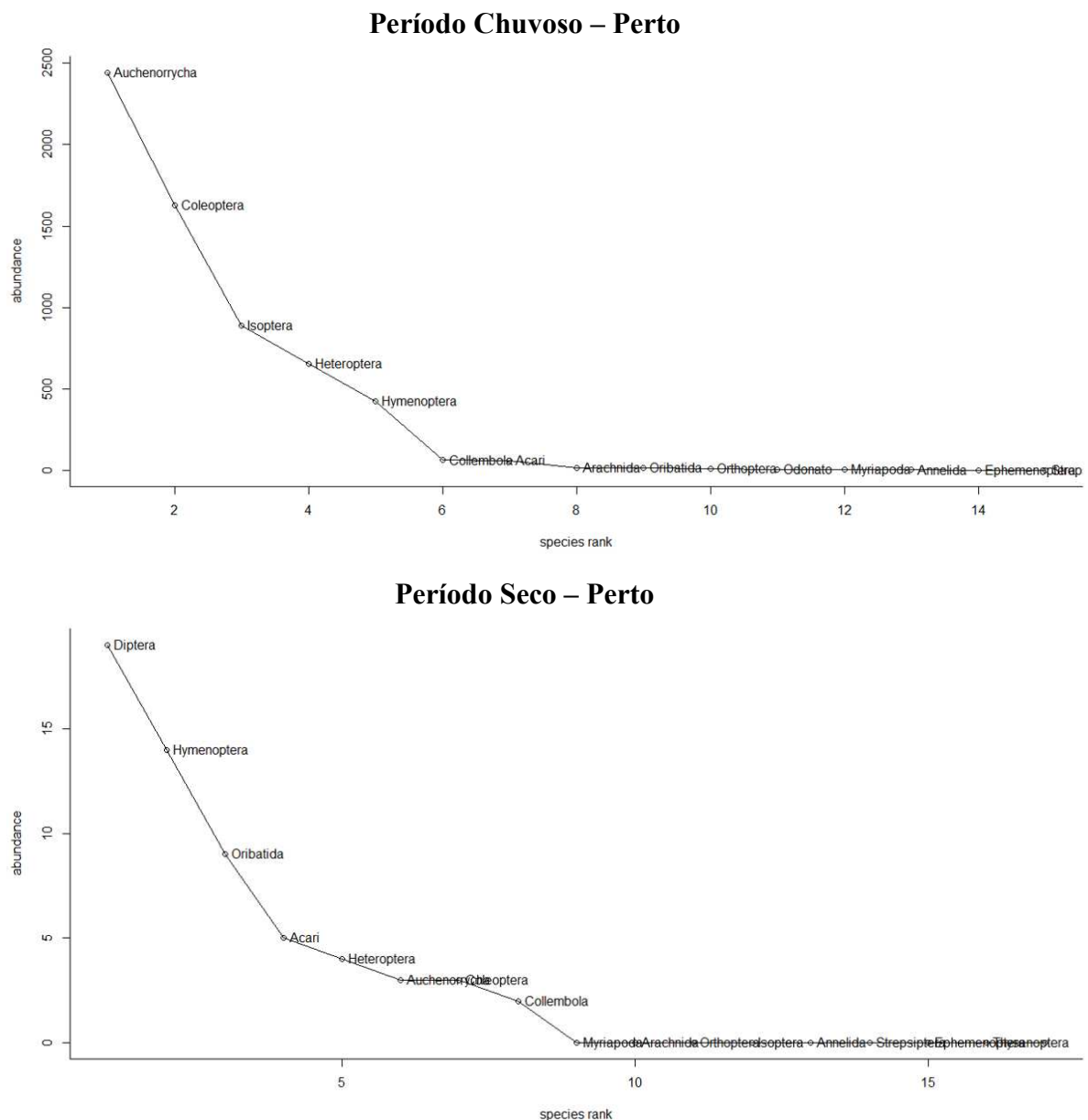
No período chuvoso da densidade de 100% (Figura 8) ocorreu o mesmo comportamento dos grupos (Auchenorrrycha, Coleóptera e Isoptera) do ranking da densidade de 50% época chuvosa. No período seco a ordem Díptera se destacou no ranking de espécimes, existem poucos estudos envolvendo o grupo Díptera. Coleman; Crossley Jr.; Hendrix (2004) verificaram que as larvas de Díptera participam de processos biológicos importantes no solo, como decomposição da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes.

Figura 8. Abundância dos grupos taxonômicos da mesofauna do solo e serapilheira ordenados por ranking época chuvosa e seca densidade 100% contendo 2500 palmeiras ha-1.



Comparando-se o parâmetro perto da palmeira babaçu da época chuvosa e seca (Figura 9) não houve diferença quanto as ordens em relação as 4 densidades de palmeira babaçu, os grupos que ocorreram em maior número na época chuvosa também ocorreram na época seca onde ocorreram o mesmo comportamento de espécimes. Assim sendo, uma amostra em qualquer distancia perto seria suficiente para representar o numero de indivíduos do local.

Figura 9. Abundância dos grupos taxonômicos da mesofauna do solo e serapilheira ordenados por ranking época chuvosa e seca - Perto.



Em relação ao número de Acari na época chuvosa e seca em cada densidade de palmeira babaçu (Figura 10) foi utilizado mediano 25/75 percentis para verificar diferenças entre as densidades através do teste de Kruskal-Wallis. A maior quantidade de ácaros na época chuvosa foi encontrada na densidade 100% sendo fortemente influenciada pela maior quantidade de palmeira babaçu onde pode estar condicionando condições ambientais favoráveis aos ácaros, seguidas pelas densidades 75% e 50% onde se obteve mesma abundância na época seca, mas com menor quantidade de ácaros. O menor número de ácaros foi encontrado na área de densidade babaçu 25% e perto com ácaros na dominância. De modo geral, observamos um maior número de ácaros no período chuvoso devido a notável contribuição dos Oribatídeos. Segundo Tousignant Coderre (1992) e Sauter; Santos (1994), os Acaris Oribatida em geral demonstram uma maior preferência por habitats ricos em matéria orgânica, sendo os primeiros colonizadores de áreas perturbadas. Os resultados estão de acordo com o trabalho de Trueba et al. (1999) que analisaram a densidade e distribuição espacial da mesofauna do ponto de vista estacional em época seca (março) e chuvoso (julho) e observaram que do total de espécimes de ácaros de solo encontrados correspondeu aos ácaros Oribatídeos.

Os ácaros foram o grupo da mesofauna selecionado para serem estudados com mais detalhes, dentro da subclasse Acari, foi encontrada com dominância a ordem Oribatida. Estes são componentes importantes da serapilheira e do solo nas camadas superficiais do interior do solo, atuando como predadores (Aguiar-Menezes et al., 2007) e como componentes de cadeias alimentares envolvidas na ciclagem da matéria orgânica (Pereira et al., 2012).

Figura 10. Abundância total de Acari em amostra de 30 cm³ de solo oriundo de diferentes densidades de babaçu (625 palmeiras/ha⁻¹ - 25%; 1250 palmeiras/ha⁻¹ - 50%; 1875 palmeiras/ha⁻¹ - 75%; 2500 palmeiras/ha⁻¹ - 100%) da área experimental de Pirapemas no período chuvoso e seco. Mediano 25/75. Foi aplicado teste de Kruskal-Wallis entre as densidades de babaçu na mesma época. Entre épocas diferentes foi aplicado o teste-U de Mann-Whitney.

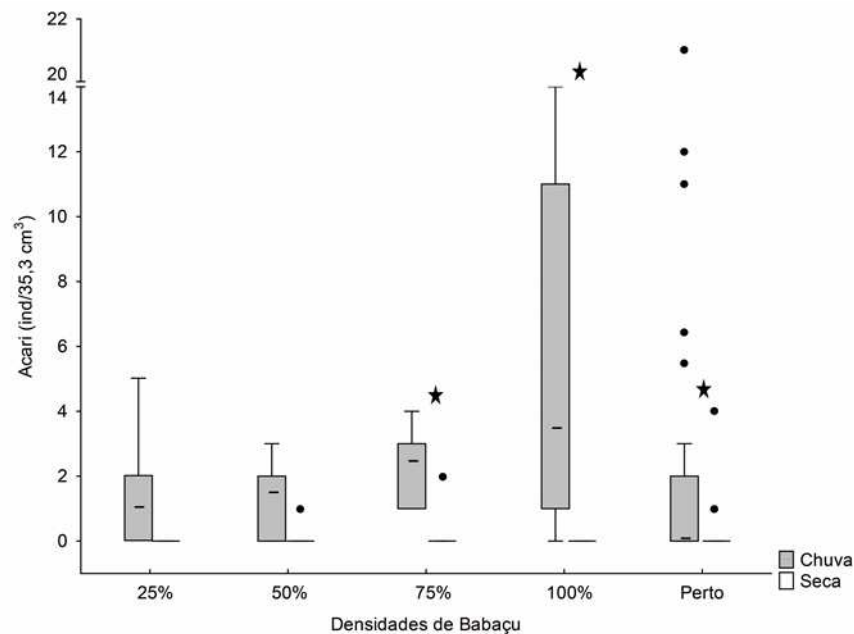
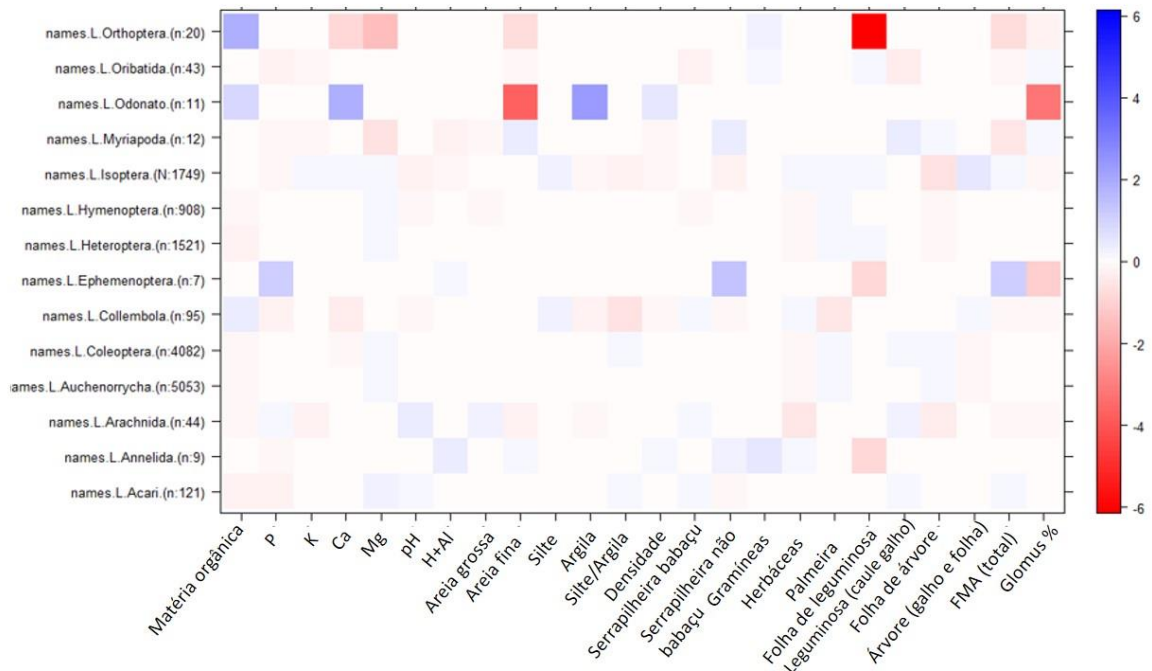


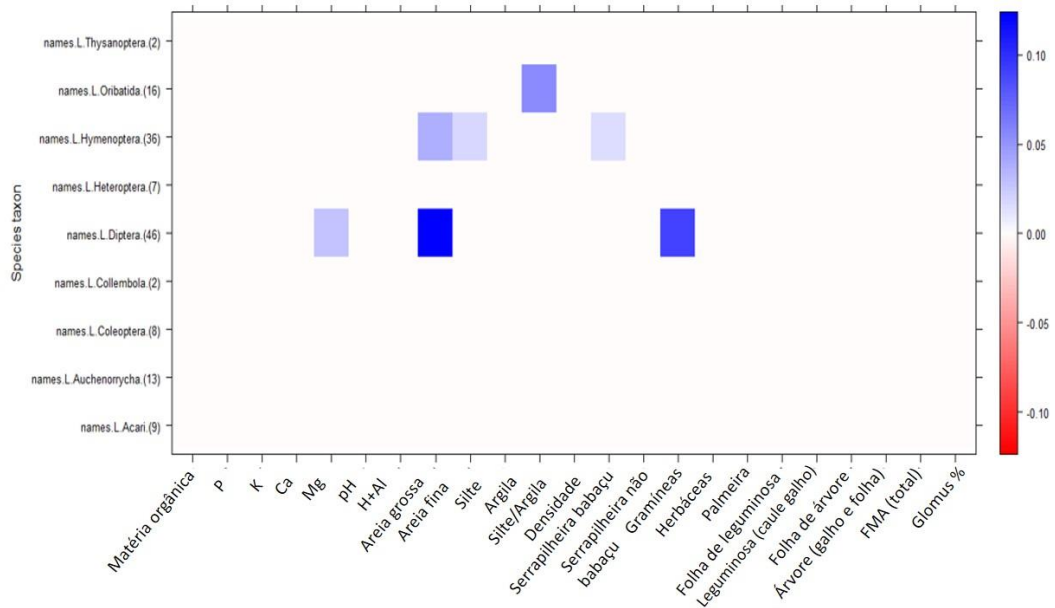
Figura 11 mostra a influência dos fatores ambientais do solo na distribuição das ordens de mesofauna no período chuvoso, pode-se verificar que o grupo Orthoptera foi mais sensível a folhas de leguminosas e Matéria orgânica, onde obteve-se coeficientes negativos. Além disso, o grupo de Odonata apresentou alta sensibilidade a mudanças de teores de areia fina sendo capazes de influenciar negativamente a distribuição dos indivíduos desse grupo e os teores de argila e de cálcio apresentaram coeficientes positivos. As Auchenorrhynchas estiveram presentes em todas as densidades da palmeira babaçu com grandes quantidades de indivíduos e não foram influenciados por quase nenhuma variável ambiental apresentada na figura sendo menos heterogêneos no solo.

Figura 11. Influência dos fatores ambientais do solo na abundância de grupos taxonômicos da mesofauna dos solos com diferentes densidades de babaçu período chuvoso. Gradiente de cores representa o valor do coeficiente que descreve como os diferentes grupos taxonômicos respondem a variabilidade dos fatores ambientais. Foi aplicado “Species Distribution Modelling” (SDM).



Em relação a influência de variáveis ambientais do solo na distribuição dos grupos da mesofauna no período seco (Figura 12), os poucos indivíduos do grupo Oribatída apresentaram efeito positivo em relação a argila. Destaca-se ainda que areia fina, areia grossa, serapilheira babaçu e capim apresentaram coeficientes positivos para as Hymenoptera e Dípteras.

Figura 12. Influência dos fatores ambientais do solo na abundância de grupos taxonômicos da mesofauna dos solos com diferentes densidades de babaçu período seco. Gradiente de cores representa o valor do coeficiente que descrevem como os diferentes grupos taxonômicos respondem a variabilidade dos fatores ambientais. Foi aplicado “Species Distribution Modelling” (SDM).



6 CONCLUSÕES

- As ordens taxonômicas da mesofauna edáfica varia com a época de coleta e densidades da palmeira babaçu, são favorecidas na época chuvosa;
- O grupo das Auchenorrhyncha (Hemiptera), Acari (Oribatídeos), Coleoptera, Isoptera, Díptera, Heteroptera e Hymenoptera esteve presente em todo período amostral nas cinco densidades da palmeira babaçu;
- Os ácaros que apresenta preferência por áreas com maior densidade de palmeiras babaçu.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR-MENEZES, E. de L.; AQUINO, A. M. de; CORREIA, M. E. F.; MENEZES, E.B. Ácaros: taxonomia, bioecologia e sua importância agrícola. **Seropédica: Embrapa Agrobiologia**, 24 p. (Documentos, 240), 2007.
- AITA, C.; GIACOMINI, S.J.; CERETTA, C.A. Decomposição de nutrientes dos resíduos culturais de adubos verdes. In: LIMA F., O.F.; AMBROSANO, E.J.; ROSSI, F.; DONIZETI CARLOS, J.A. **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: Fundamentos e Prática**, cap. 6, p. 227-264, 2014.
- ALBIERO, D.; MACIEL, A. J. da S.; LOPES, A. C.; MELLO, C. A.; GAMERO, C. A. Proposta de uma máquina para colheita mecanizada de babaçu (*Orbignya phalerata* Mart.) para a agricultura familiar. **Acta Amazônica**. Vol. 37(3) p.337 – 346, 2007.
- ALMEIDA, A. X.; SOUTO, J. S.; SOUTO, P C. Composição e sazonalidade da mesofauna do solo do semiárido paraibano. **Revista Verde** (Mossoró – RN - BRASIL), Vol. 8, p.214 - 222, out-dez, 2013.
- BALIN, N.M.; BIANCHINI, C.; ZIECH, A. R.D.; LUCHESE, A.V.; Alves, M.V.; CONCEIÇÃO, P. C. Fauna edáfica sob diferentes sistemas de manejo do solo para produção de cucurbitáceas. **Revista Scientia Agraria**, v.18, n.3, p.74-84, 2017.
- BARROS, Y. J.; MELO, V. F.; SAUTTER, K. D.; BUSCHLE, B.; OLIVEIRA, E. B.; AZEVEDO, J. C. R.; SOUZA, L. C. P.; KUMMER, L. Indicadores de qualidade de solos de área de mineração e metalurgia de chumbo: II - mesofauna e plantas. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Vol. 34, p. 1413-1426, 2010.
- BARETTA, D.; SANTOS, J.C.P.S.; SEGAT, J.C.; GEREMIA, E.V.; Oliveira, F., L.C.I.; Alves, M.V. Fauna edáfica e qualidade do solo. **Tópicos Especiais em Ciência do Solo**, v.7, p.119-170, 2011.
- BARETTA, D. Fauna edáfica avaliada por armadilhas e catação manual afetada pelo manejo do solo na região oeste catarinense. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 2, p. 97-106, 2003.
- BERUDE, M. C.; GALATO, J. K. B.; PINTO, P. H; **Enciclopédia biosfera**, centro científico conhecer – Goiânia, Vol. 11, p.26 2015.
- CARRAZZA, L.R; AVILA, J.C.C, SILVA, M.L. Manual tecnológico de aproveitamento integral do fruto e da folha do Babaçu (*Attalea Spp.*). Brasília, DF: **Instituto Sociedade, População e Natureza**; 2012.
- CHAUVAT, M.; ZAITSE, AS.; WOLTERS V. Successional changes of Collembola and soil microbiota during forest rotation. **A ecologia**. Vol 10, p. 269-276, 2003.
- COLEMAN, D.C.; CROSSLEY Jr., D.A.; HENDRIX, P.F. Fundamentals of soil ecology. 2. ed. San Diego: **Elsevier Academic Press**, 384p, 2004.
- GAZOLLA, A. G. Capim-marandú e babaçu em sistema silvipastoril – Jaboticabal, 19, 72 f.: il.; 28 cm, 2012.

- GOMES, N. M.; FARIA, M. A. de; SILVA, A. M. da; MELLO, C. R. de; VIOLA, M. R. Variabilidade espacial de atributos físicos do solo associados ao uso e ocupação da paisagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.4, p.427-435, 2007.
- JACOBS, L. E. et al. Diversidade da fauna edáfica em campo nativo, cultura de cobertura milho + feijão de porco sob plantio direto e solo descoberto. In: XXXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 31., 2007, Gramado. Anais. Gramado, **SBCS**, CD-ROM, 2007.
- KORASAKI, V.; MORAIS, J. W. de; BRAGA, R. F. Macrofauna. In: MOREIRA, F. M.S.; CARES, J. E.; ZANETTI, R.; STÜRMER, S. L. (Eds.). O ecossistema solo: componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal. Lavras: **Editora da UFLA**, p. 79-128.2013.
- MARINHO, V. A. D. et al. Aditivção e Biodegradação de Compósitos PHB/Babaçu. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos** / ISSN 1809-8797 / v. 13, n. 1 37-41, 2018.
- MARION, L. F. Avaliação da qualidade do solo em propriedades agrícolas familiares em sistema de cultivo convencional e de bases ecológicas, Santa Cruz do Sul, RS, Brasil. **Dissertação** (Mestrado em Tecnologia Ambiental) - Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, RS, 2011.
- MELO, F. V. de; BROWN, G. G.; CONSTANTINO, R.; LOUZADA, J. N. C.; LUIZÃO, F. J.; MORAIS, J. W. de; ZANETTI, R. A. A importância da meso e macrofauna do solo na fertilidade e como biondicadores. **Boletim Informativo da SBCS**, jan/abr., 2009.
- MORAIS, J. W. de; OLIVEIRA, F. G. L.; BRAGA, R. F.; KORASAKI, V. Mesofauna. In: MOREIRA, F. M. S.; CARES, J. E.; ZANETTI, R.; STÜRMER, S. L. (Eds.). O ecossistema solo: componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal. **Lavras: Editora da UFLA**, p. 185-200. 2013.
- MORSELLI, T.B.G.A. Biologia do solo. Pelotas-RS: UFPel,145p. (Apostila de acompanhamento de disciplinas), 2007.
- OLIVEIRA, A. I. T; ALEXANDRE, G. P; MAHMOUD, T. S. Babaçu (*Orbignya* sp): Caracterização física de frutos e utilização de solventes orgânicos para extração de óleo. BBR – **Biochemistry and Biotechnology Reports** - ISSN 2316-5200 Número Especial v. 2, n. 3, p. 126-129, 2013.
- PEREIRA, R. C.; ALBANEZ, J. M.; MAMÉDIO, I. M. P. Diversidade da meso e macrofauna edáfica em diferentes sistemas de manejo de uso do solo em Cruz das Almas – BA. **Magistra**, Vol. 24 (número especial), p. 63-76, 2012.
- PONGE JF, GILLET S, DUBS F, FEDOROFF E, HAESE L. Collembolan communities as bioindicators of land use intensification. **SoilBiology**; 2003.
- PUTTI, F. F.; LUDWIG, R.; RAVAZI, A. S. Análise da Viabilidade e Rentabilidade do uso do Babaçu para a Produção do Biodiesel. **VIII Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 8, n. 7, p. 127-142, 2012.
- ROCHA, M.R.T. A rede sociotécnica do babaçu no Bico do Papagaio (TO): dinâmica da relação sociedade-natureza e estratégias de reprodução social agroextrativista [tese]. Porto Alegre (RS): Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2011.
- SAUTER, K. D.; SANTOS, H. R. dos. Avaliação da estrutura da população da mesofauna edáfica, em diferentes regimes de reabilitação de um solo degradado pela mineração do xisto. **Revista Ciência Agrárias**, Curitiba, v.13, n.1-2, p. 31-34. 1994.

- SILVA, L. N.; AMARAL, A. A. do. Amostragem da mesofauna e macrofauna de solo com armadilha de queda. **Revista Verde** (Mossoró – RN - BRASIL), v. 8, n. 5, p. 108 - 115, (Edição Especial) dezembro, 2013.
- SILVA, A.J.da; ARAÚJO, J. L. L.; BARROS, R. F. M.de. O Desafio do Babaçu (*Orbignya Speciosa* Mart. ex Spreng) no Piauí. *Ra'e Ga* -Curitiba, v.33, p.44-74, Abr/2015.
- SILVA, L. N., AMARAL, A. A. do. Amostragem da mesofauna e macrofauna de solo com armadilha de queda. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento sustentável**, Vol. 8, p. 108-115, 2013.
- SILVA, J.; JUCKSCH, I.; TAVARES, R.C. Invertebrados edáficos em diferentes sistemas de manejo do cafeeiro na Zona da Mata de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Agroecologia*, Vol.7, p.112-125, 2012.
- SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; MIRANDA, J. R. P.; SANTOS, R. V.; ALVES, A. R. Comunidade microbiana e mesofauna edáficas em solo sob caatinga no semi-árido da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Vol. 32, p. 151-155, 2008.
- TOLEDO, L. O., 1974- Aporte de serrapilheira, fauna edáfica e taxa de decomposição em áreas de floresta secundária no município de Pinheiral, RJ / Luciano de Oliveira Toledo. – 2003.
- TOUSIGNANT, S.; CODERRE, D. Niche partitioning by soil mites in a recent hardwood plantation in Southern Quebec, Canada. **Pedobiologia**, Jena, v.36, p. 287-294, 1992.
- TRUEBA, D. P; GONZALEZ, M. V; ARAGONES, C. R. Comunidades de la mesofauna edáfica en una seiva baja inundable de la reserva de la biosfera de Sian Kaan, Quintana Roo, México. **Revista Biología Tropical**, Vol.47, p.489-492, 1999.
- VAN STRAALLEN, N. Evaluation of Bioindicator systems derived from soil arthropod communities. **Applied soil Ecology**, Amsterdam, v.24, p.1673-1675, 1998.
- VIEIRA, M. H. P.; SANTOS, H. R. Mesofauna Edáfica e População de Acari, Collembola e Insecta em Ambientes com e sem Serapilheira. Cerrados: **Revista de Ciências Agrárias**, Campo Grande, MS, Vol.5, p. 29-32, 2002.
- WHITFORD, W.G. The importance of the biodiversity of soil biota in arid ecosystems. **Biodiversity and Conservation**, Vol.5, p.185-195, 1996.