



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA

**EFEITO DA REGENERAÇÃO DE UMA FLORESTA TROPICAL SECA  
SOBRE A COMUNIDADE DE ARTRÓPODES DE SERAPILHEIRA**

**ALINE MARTINS VIEIRA**

**Recife  
2018**

Aline Martins Vieira

Efeito da regeneração de uma Floresta Tropical Seca sobre a comunidade de artrópodes  
de serapilheira

Trabalho de dissertação realizado sob a orientação da Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Jarcilene Silva de Almeida Cortez a ser apresentado ao Programa de Pós-graduação em Ecologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco para a obtenção do título de Mestre em Ecologia.

Recife  
2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

V658e Vieira, Aline Martins

Efeito da regeneração de uma floresta tropical seca sobre a comunidade de artrópodes de Serapilheira / Aline Martins Vieira. – 2018.

38 f. : il.

Orientadora: Jarcylene Silva de Almeida Cortez.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Recife, BR-PE, 2018.

Inclui referências.

1. Caatinga 2. Cronossequência 3. Fauna edáfica 4. Mini-Winkler  
5. Pitfalls 6. Sucessão ecológica I. Cortez, Jarcylene Silva de Almeida, orient. II. Título

CDD 574.5

Aline Martins Vieira

Efeito da regeneração de uma Floresta Tropical Seca sobre a comunidade de artrópodes de serapilheira

Trabalho de dissertação realizado sob a orientação da Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Jarcilene Silva de Almeida Cortez a ser apresentado ao Programa de Pós-graduação em Ecologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco para a obtenção do título de Mestre em Ecologia.

Banca examinadora:

---

Dra. Sheila Patrícia Carvalho Fernandes  
EXAMINADOR(A)

---

Dr. Douglas Zeppelini Filho  
EXAMINADOR(A)

---

Dr. Jean Carlos Santos  
EXAMINADOR(A)

RECIFE, 2018

Dedico ao combustível dos meus dias, Fabrício.

## Agradecimentos

Gostaria de conseguir deixar aqui minha gratidão a todo mundo que de um jeito ou de outro me ajudou a permanecer nos caminhos certos para que eu pudesse hoje concluir esse mestrado, mas sei não vou conseguir pois, felizmente, estive rodeada de muitas pessoas ótimas, que de um jeito ou de outros fizeram tudo acontecer. De toda forma fica a tentativa.

Agradeço imensamente a minha orientadora Jarcilene, que tem sido uma guia nos percalços da vida acadêmica, sempre ensinando muito, sempre de bom humor, mesmo nos dias mais corridos, desde a graduação. Eu não poderia ter escolhido melhor professora para pedir estágio no primeiro período! Obrigada por tudo Jarcy!

Agradeço aos componentes do LIM, meu querido laboratório, que sempre estiveram dispostos a me ajudar com algo que eu precisasse. Agradeço a Sindy, que apesar do curto tempo que passou estagiando conosco me ajudou demais a ter esses resultados hoje. Agradeço a Silvia, Bruno e Fernando, que além de serem parceiros no trabalho são parceiros de vida, amo vocês.

Agradeço a minha família, toda ela, que mesmo não se envolvendo com minha trajetória acadêmica, nunca me viraram as costas para nada que eu precisei. Especialmente minha mãe, que além de tudo ainda tantas vezes ficou com meu filho para que eu pudesse ir a aulas, ao laboratório e até viajar. E ao meu pai de quem nunca faltou uma palavra de carinho nos bons e maus momentos.

Agradeço ao meu filho, por me dar um rumo e um sentido, em tantas vezes que me vi perdida, sendo sempre uma certeza na qual eu posso acreditar. Que apesar de consumir praticamente toda minha energia, também consegue renovar a minha vontade de lutar, erguer a cabeça e tentar de novo, quando tudo dá errado.

Agradeço a Luiz, por ter sido um presente companheiro tanto no matrimônio como no pós-matrimônio. Não consigo imaginar como eu teria seguido se não tivesse você para dividir as responsabilidades, as dores e as delícias da vida do nosso filho.

Agradeço a todos os meus amigos, as que vem desde o colégio, os que vem desde a graduação, os que não tem nenhuma relação com isso e até os que chegaram a pouco tempo. Todos de um jeito ou de outro me ajudaram a seguir em frente. Deixaram o caminho mais fácil me dando momentos de alegria, segurando minha mão, me fazendo lembrar do que importa na vida. Amo todos vocês.

Agradeço a melhor turma de mestrado em linha reta da América Latina, a Turma Work. Foi um privilégio dividir os perrengues da pós-graduação com vocês. Certeza que

todos têm um futuro brilhante pela frente. Agradeço também aos professores do Programa de Pós-graduação em Ecologia, da UFRPE, pessoas maravilhosas que me ensinaram demais.

Agradeço a todas as pessoas e instituições que me ajudaram a realizar esse projeto, que hoje virou uma dissertação. O pessoal do SISBIOTA, da UFMG e da UNIMONTES que me ajudaram lá no comecinho, na coleta, nos treinamentos. O pessoal da Fazenda Tamanduá, que nos garante todo apoio nas idas a campo. As pessoas que toparam me ajudar na identificação dos meus bichos, ainda não finalizei todas as parcerias, mas já fica o agradecimento.

Enfim, a todos que contribuíram com meu trabalho de mestrado meu mais sincero obrigada!

## SUMÁRIO

RESUMO.....	ix
ABSTRACT .....	x
INTRODUÇÃO GERAL .....	11
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	14
HIPÓTESES .....	16
OBJETIVOS .....	16
ARTIGO 1 (a ser submetido na revista Insect Conservation and Diversity) .....	17
Introdução .....	18
Material e Métodos .....	19
Área de estudo.....	19
Coleta .....	21
Análise de dados.....	22
Resultados .....	22
Discussão .....	26
Agradecimentos .....	29
Referencial Teórico.....	30
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	34
APOIO FINANCEIRO E/OU INSTITUCIONAL.....	34
ANEXOS .....	35



## RESUMO

Vieira, Martins Aline; MSc; Universidade Federal de Pernambuco; fevereiro 2018;  
Efeito da regeneração de uma Floresta Tropical Seca sobre a comunidade de artrópodes de serapilheira; Jarcylene Silva de Almeida Cortez.

A perda de áreas de florestas nativas é um dos resultados da ação antrópica em diversos ambientes. Ocasionalmente áreas degradadas são abandonadas e, em alguns casos, entram em processo de regeneração natural. As Florestas Tropicais Secas (FTS) representam um ecossistema fortemente ameaçado e com parte dos seus remanescentes representados por florestas em sucessão. A serapilheira tem grande importância no processo sucessional por abrigar bancos de sementes, garantir melhores condições no solo e manter diversos serviços ecossistêmicos. A fauna local é um importante componente da dinâmica da serapilheira, atuando na quebra do material vegetal o que facilita sua decomposição, potencializando o processo de ciclagem de nutrientes. Os Artrópodes são fortemente representados nos ecossistemas terrestres apresentando diversos hábitos alimentares, estratégias de ocupação de microhabitats e de captação de recursos, podendo servir como indicadores da qualidade do ambiente. Este trabalho tem como objetivo avaliar o efeito da regeneração florestal sobre a comunidade de artrópodes de serapilheira de uma FTS, assumido a hipótese de que o avanço da regeneração irá favorecer a riqueza, a abundância relativa de espécies e o número de guildas. Foram estabelecidas 5 parcelas (20 x 50m) em cada estágio de regeneração após abandono (25, 45 e mais de 60 anos), em áreas de caatinga no sertão paraibano. Em cada parcela foram realizadas coletas para artrópodes de serapilheira em 5 pontos pré-estabelecidos com o uso pitfall e extratores mini-Winkler na estação seca e estação chuvosa, totalizando 150 amostras. Os pitfalls com água e detergente foram instalados rente ao solo onde permaneceram por 48h, em seguida o material coletado foi armazenado em potes com álcool 70%. A serapilheira de uma área de 1 m<sup>2</sup> foi coletada e transferida para o extrator mini-Winkler, onde permaneceu por 48h. Os artrópodes presentes na serapilheira foram capturados em um pote com álcool 70% presente no extrator, em seguida os potes foram armazenados em laboratório para posterior triagem e identificação. A diversidade nas diferentes parcelas foi observada a partir de perfis de diversidade de Hill, para as diferentes estações. A diversidade beta foi calculada para entender os padrões de substituição de grupos entre as áreas. As características funcionais foram observadas a partir do levantamento geral dos caracteres relacionados a guildas alimentares e aparelho bucal, a similaridade foi analisada a partir da distância de Gower e um CWM foi realizado para medir a abundância média dos caracteres na comunidade. Os estádios demonstraram padrões de abundâncias diferenciados entre as estações seca e chuvosa, sendo o estágio intermediário, de modo geral, mais rico e mais diversificado que os demais. A beta diversidade foi relativamente baixa, sendo 0,195 o índice de Jaccard entre os três estádios na estação chuvosa e 0,294 para a estação seca. A guilda alimentar mais representativa foram os herbívoros e o aparelho bucal mais comum o mastigador, não havendo diferença significativa na distribuição dos caracteres entre as ordens, padrão que deve mudar quando a identificação estiver finalizada e conseqüentemente os caracteres funcionais sejam mais específicos do que os atuais.

**Palavras-chave:** Caatinga; cronossequência; fauna edáfica; mini-Winkler; pitfalls; sucessão ecológica.

## ABSTRACT

Vieira, Martins Aline; MSc; Universidade Federal de Pernambuco; fevereiro 2018;  
Effect of a dry forest regeneration on the diversity of litter arthropods; Jarcylene Silva  
de Almeida Cortez.

The loss of native forest areas is one of the results of the anthropic action in diverse environments. Occasionally degraded areas are abandoned and, in some cases, enter in natural regeneration process. The Tropical Dry Forests (TDF) represent a heavily endangered ecosystem and with part of their remnants represented by forests in succession. The litterfall has great importance in the successional process to shelter seed banks, to guarantee better conditions in the soil and to maintain diverse ecosystem services. The local fauna is an important component of the dynamics of the litter, acting in the breaking of the vegetal material which facilitates its decomposition, potentializing the process of nutrient cycling. Arthropods are strongly represented in terrestrial ecosystems presenting different eating habits, strategies of occupation of microhabitats and of fundraising, and can serve as indicators of the quality of the environment. This work aims to evaluate the effect of forest regeneration on the community of litter arthropods of a TDF. Assuming the hypothesis that the advance of the regeneration will favor the richness, relative abundance of species and the number of feeding guilds. Five plots (20 x 50m) were established at each stage of regeneration after abandonment (25, 45 and more than 60 years), in areas of TDF in Paraiba – Brazil. In each plot, litter arthropods were collected at 5 pre-set points using pitfall and mini-Winkler extractors in the dry and rainy season, totaling 150 samples. The pitfalls with water and detergent were installed close to the ground where they remained for 48 hours, then the collected material was stored in 70% alcohol recipients. The litter of an area of 1 m<sup>2</sup> was collected and transferred to the mini-Winkler extractor, where it remained for 48h. The arthropods present in the litter were captured in a 70% alcohol pot present in the extractor, then the pots were stored in the laboratory for further sorting and identification. The diversity in the different plots was observed from the diversity profiles of Hill, for the different seasons. Beta diversity was calculated to understand the patterns of group substitution between areas. Functional characteristics were observed from the general survey of the characters related to feeding guilds and mouth parts, the similarity was analyzed from the Gower distance and a CWM was performed to measure the average abundance of characters in the community. The stages showed different patterns of abundance between dry and rainy seasons, the intermediate stage being generally richer and more diverse than the others. The beta diversity was relatively low, with 0.195 the Jaccard index between the three stages in the rainy season and 0.294 for the dry season. The most representative guild was the herbivores and the most common mouth parts was “chewing”, there being no significant difference in the distribution of the characters between the orders, a standard that should change when the identification is finished and consequently the functional characters are more specific than the current ones.

**Key-words:** Caatinga, chronosequence, edaphic fauna, mini-Winkler, pitfall, ecological succession.

## INTRODUÇÃO GERAL

O cenário atual de interferência antrópica nos ambientes naturais aumenta o número de áreas florestais em processo de regeneração. O conhecimento sobre a dinâmica da sucessão secundária dos diversos ecossistemas e sua biodiversidade se mostra uma importante ferramenta de conservação (NAEEM *et al.* 2012). Existem várias definições para florestas secundárias, segundo Chazdon *et al.* (2009) são florestas que se regeneram em grande parte através de processos naturais após significativa perturbação da vegetação florestal original, em um único momento ou durante um período prolongado de tempo, e que exibe uma grande diferença na estrutura ou composição da floresta em relação a florestas primárias próximas em locais similares. As florestas regenerantes são, no geral, mais simples do que as florestas maduras correspondentes em relação a estrutura da vegetação e no número de espécies, o que muda com passar do tempo se aproximando das condições encontradas nas florestas primárias de cada ecossistema (BROWN 1990). Ewell (1979) já previa que as florestas secundárias seriam o futuro de todos os ecossistemas terrestres, uma vez que o número de florestas primárias derrubadas segue crescendo, e a maioria dos ambientes florestais apresenta quantidade significativa de suas áreas representadas por florestas secundárias.

O efeito da pressão antrópica nas Florestas Tropicais Secas (FTS) é potencializado por suas condições climáticas e biogeográficas peculiares, que geram um forte agrupamento filogenético das espécies (PENNINGTON *et al.* 2009). Além disso, as condições de aridez e imprevisibilidade fazem da FTS uma região ideal para estudos sobre como plantas, invertebrados e vertebrados se adaptam a um regime de chuvas inconstantes e a mudanças climáticas globais que vem sendo observadas (LEAL *et al.* 2005, SANTOS *et al.* 2014). No Brasil, o domínio morfoclimático da Caatinga é o representante local da FTS e cobre cerca de 11% do território nacional (MMA 2014), representando um importante alvo para estudos ecológicos e conservacionistas por ser uma região pouco protegida e muito ameaçada (TABARELLI & VICENTE 2004 SANTOS *et al.* 2011). Entre 30,4% e 51,7% da área original da caatinga já sofreram alterações devido ações antrópicas, como construções de estradas, áreas transformadas em pastagens e/ou campos agricultáveis (CASTELLETTI *et al.* 2004).

Dentro desta percentagem existe um número crescente de áreas que são abandonadas, podendo entrar em processo de regeneração natural (CHAZDON 2014).

Uma modelagem na América Latina demonstrou que florestas em crescimento secundário representariam 28,1% da área do estudo em questão, tendo forte atuação nos processos de sequestro de carbono (CHAZDON *et al.* 2016). As florestas em regeneração apresentam ainda elevadas taxas de resiliência da biomassa acima do solo (POORTER *et al.* 2016). A maior parte dos estudos relacionados a cronossequências de sucessões ecológicas enfatizam o desenvolvimento da flora dos ecossistemas (SILVA *et al.* 2012; CABRAL *et al.* 2014; FALCÃO *et al.* 2015), de modo que há poucos dados sobre a influência da regeneração florestal nos diferentes estratos fundamentais para o desenvolvimento da floresta, como a serapilheira, e sua fauna associada.

Em ecossistemas terrestres, o input de matéria orgânica pela decomposição da serapilheira é uma das principais vias de retorno da matéria para o ecossistema (XIONG & NILSON 1999). A decomposição da serapilheira é, portanto, fundamental para a manutenção das florestas, além de obter ricas interações entre grupos de microrganismos e animais, abrigando complexas teias tróficas que alteram características físicas e químicas do solo (RUPPERT *et al.* 2005). Baixas taxas de decomposição da serapilheira podem gerar acúmulo de nutrientes na superfície do solo e uma limitação de nutrientes para os produtores primários (ADAMS *et al.* 1970). Entender a dinâmica da serapilheira aumenta o conhecimento sobre a ciclagem de nutrientes, o desenvolvimento florestal, os cenários de sucessão ecológica e a interação dos componentes ambientais (ZHOU *et al.* 2007; GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ *et al.* 2011).

O processo de decomposição da serapilheira tem suas taxas controladas por fatores bióticos e abióticos, incluindo a) condições físico-químicas do ambiente, b) quantidade de material disponível e c) natureza da comunidade decompositora (LEKHA & GUPTA 1989). Comunidade esta que inclui uma fauna que facilita a decomposição da serapilheira, quando ingere a matéria orgânica e/ou incrementa sua composição química por meio de adição de fezes e restos mortais, o que potencializa a ação dos microrganismos. Existe então uma contribuição maior ao processo de decomposição do que simplesmente a supressão da demanda metabólica por meio da ingestão do material presente na serapilheira (HUHTA 2007). De modo que há uma extensa rede de interações tróficas ocorrendo no ambiente de serapilheira, ajudando indiretamente na manutenção dos aspectos físico-químicos do meio. São muitos os fatores que influenciam a estrutura e composição da comunidade presente na serapilheira, como por exemplo, o solo, a vegetação, climatologia e diversidade de microhabitats, além das mudanças ambientais

que provocam alterações quantitativas e qualitativas nessa comunidade, afetando o funcionamento de todo o ecossistema por consequência (FERREIRA & MARQUES 1998).

Dentre os animais que compõem as teias tróficas da serapilheira estão presentes diversos representantes do filo Arthropoda. Este filo domina os ambientes terrestres com mais de 1 milhão de espécies descritas, uma ampla distribuição geográfica e uma larga gama de recursos e microhabitats explorados (SCHOWALTER 2000; TRIPLEHORN *et al.* 2005). Os artrópodes desempenham diversos serviços ecossistêmicos, como dispersão de sementes, ciclagem de nutrientes e regulação da produção primária (SPEIGHT *et al.* 2008). Isto porque eles apresentam múltiplos hábitos alimentares, ocupando várias guildas e grupos funcionais, como detritívoros, herbívoros e predadores. Com isso, entender a estruturação da comunidade de artrópodes em diferentes cenários nos quais os ecossistemas estejam inseridos proporciona uma ferramenta para a caracterização do status ambiental, podendo subsidiar políticas de conservação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, S.N., JACK, W.H., & DICKSON, D.A. 1970. The growth of Sitka spruce on poorly drained soils in Northern Ireland. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 43(2), 125-133.
- BROWN, S., & LUGO, A.E. 1990. Tropical secondary forests. *Journal of tropical ecology*, 6(1), 1-32.
- CABRAL, G.A.L, SAMPAIO, E.V.S.B. & ALMEIDA-CORTEZ, J. 2013. Estrutura Espacial e Biomassa da Parte Aérea em Diferentes Estádios Sucessionais de Caatinga, Santa Terezinha-PB (Spatial Structure and Aboveground Biomass in Different Caatinga Succession Stages, in Santa Terezinha, Paraíba). *Revista Brasileira de Geografia Física*, 6(3), 566-574.
- CASTELLETTI, C.H.M. *et al.* 2004. Quanto ainda resta da caatinga? Uma estimativa preliminar. Pp. 91-100. In: SILVA, J.M.C., TABARELLI, M, FONSECA M.T. & LINS, L.V. (orgs.). *Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília. 382p.
- CHAZDON, R. L. *et al.* 2009. The potential for species conservation in tropical secondary forests. *Conservation biology*, 23(6), 1406-1417.
- CHAZDON, R.L. 2014. Second Growth: The Promise of Tropical Forest Regeneration in an Age of Deforestation. *University of Chicago Press*, Chicago, IL, 485 p.
- CHAZDON, R.L. *et al.* 2016. Carbon sequestration potential of second-growth forest regeneration in the Latin American tropics. *Science Advances*, 2(5), e1501639.
- EWELL, J. 1979. Secondary forests: the tropical wood reserve of the future. In: Simposio Internacional Sobre Ciencias Forestales y su Contribución al Desarrollo de la América Tropical, (ed. By Manuel Chavarris). Costa Rica: Conicit. Pp. 53-61.
- FALCÃO, H.M. *et al.* 2015. Phenotypic plasticity and ecophysiological strategies in a tropical dry forest chronosequence: A study case with *Poincianella pyramidalis*. *Forest Ecology and Management*, v. 340, p. 62-69.
- FERREIRA, R.L., & MARQUES, M. 1998. Fauna de artrópodes de 14 áreas de monocultura com *Eucalyptus* sp. E mata secundária heterogênea. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*. Londrina, 27(3).
- GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, H. *et al.* 2011. Litterfall deposition and leaf litter nutrient return in different locations at Northeastern Mexico. *Plant Ecology*, 212 (10): 1747–1757.
- HUHTA, V. 2007. The role of soil fauna in ecosystems: A historical review. *Pedobiologia*, 50(6): 489-495.
- LEAL, I.R.; SILVA, J.M.C. & TABARELLI, M. 2005. Changing the course of 14 areas conservation in the Caatinga of Northeastern Brazil. *Conservation Biology*, 19 (3): 701–706.

- LEKHA, A. & GUPTA, S.R. 1989 Decomposition of Populus and Leucaena leaf litter in an agroforestry system. *Environmental Science and Forestry*, Syracuse, v.15, p.97-108.
- MMA, 2014. *Caatinga*. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomas/caatinga>. Acesso em 25 de maio de 2016.
- NAEEM, S., DUFFY, J.E. & ZAVALETA, E. 2012. The functions of biological diversity in an age of extinction. *Science*, 336, 1401–1406.
- PENNINGTON, R.T., LAVIN, M. & OLIVEIRA-FILHO, A. 2009. Woody Plant Diversity, Evolution, and Ecology in the Tropics: Perspectives from Seasonally Dry Tropical Annual Review of Ecology. *Evolution and Systematics* 40: 37–57.
- POORTER, L. *et al.* 2016. Biomass resilience of Neotropical secondary forests. *Nature*, 530(7589), 211-214.
- RUPPERT, E.E., FOX, R.S., & BARNES, R.D. 2005. Zoologia dos invertebrados: uma abordagem funcional-evolutiva. In *Zoologia dos invertebrados: uma abordagem funcional-evolutiva*. Roca.
- SANTOS, J.C. *et al.* 2011. Caatinga: The scientific negligence experienced by a dry tropical forest. *Tropical Conservation Science*, 4:276-286.
- SANTOS, M.G. *et al.* 2014. Caatinga, the Brazilian dry tropical forest: can it tolerate climate changes? *Theoretical and Experimental Plant Physiology*, 26:83–99.
- SCHOWALTER, T.D. 2000. Insect Ecology: An Ecosystem Approach. *Academic Press*, San Diego, CA.
- SILVA, B.L.R., ALMEIDA-CORTEZ, J.S & TAVARES, F.M. 2012. Composição Florística do Componente Herbáceo de uma Área de Caatinga – Fazenda Tamanduá, Paraíba, Brasil. *Revista de Geografia*, v. 29, p. 54-64.
- SPEIGHT, M.R., HUNTER, M.D. & WATT, A.D. 2008. Ecology of Insects. *Concepts and Applications*, 2<sup>nd</sup> edn. Blackwell Scientific, Oxford, UK.
- TABARELLI, M., & VICENTE, A. 2004. Conhecimento sobre plantas lenhosas da Caatinga: lacunas geográficas e ecológicas. *Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação*, 101-111.
- TRIPLEHORN, C.A., JOHNSON, N.F. & TRIPLEHORN, C.A.J. 2005. Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects. Brooks/Cole, Belmont.
- XIONG, S. & NILSSON, C. 1999. The effects of plant litter on vegetation: a meta-analysis. *Journal of Ecology*, 87(6), 984-994.
- ZHOU, G. *et al.* 2007. Litterfall production along successional and altitudinal gradients of subtropical monsoon evergreen broadleaved forests in Guangdong, China. *Plant Ecology*, 188: 77–89.

## HIPÓTESES

Uma vez que a regeneração florestal promove uma maior diversidade florística, bem como uma maior variedade de microhabitats, formulamos as seguintes hipóteses:

- 3.1– A diversidade de artrópodes de serapilheira aumenta com o avanço dos estádios de sucessão ecológica;
- 3.2 – A composição de artrópodes difere entre os estádios sucessionais, gerando uma grande diversidade beta, com uma grande substituição de espécies no decorrer da sucessão;
- 3.3 – O número de guildas presentes na comunidade de artrópodes de serapilheira aumenta com o avanço dos estádios de sucessão ecológica;

## OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral: Analisar a diversidade de artrópodes em fragmentos de floresta tropical seca em estádios de regeneração distintos, com ênfase na família Formicidae.

3.2 Objetivos específicos:

- Comparar a riqueza e abundância de artrópodes de serapilheira entre os diferentes estádios sucessionais de caatinga;
- Comparar a composição de artrópodes entre os estádios sucessionais nas diferentes estações;
- Comparar a diversidade funcional dos artrópodes de serapilheira em áreas de diferentes estádios sucessionais, com base nas guildas alimentares e aparelho bucal.



ARTIGO 1 (a ser submetido na revista Insect Conservation and Diversity)

## **Efeito da regeneração florestal de uma Floresta Tropical Seca sobre a diversidade de artrópodes de serapilheira**

Aline M. Vieira <sup>1,2</sup>, Jarcilene S. Almeida-Cortez <sup>2</sup>

- 1- Programa de Pós-graduação em Ecologia, Departamento de Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife- PE;
- 2- Laboratório de Interações Multitróficas, Centro de biociências, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife- PE.

**Resumo.** 1- A comunidade de artrópodes de serapilheira atua na ciclagem de nutrientes e fornece variados serviços ecossistêmicos, sendo assim importantes na manutenção de diversos ecossistemas. Entender o funcionamento dessa comunidade em áreas de regeneração florestal aumentam o conhecimento da dinâmica sucessional dos ambientes.

2- Este trabalho tem como objetivo avaliar o efeito da regeneração florestal sobre a comunidade de artrópodes de serapilheira de uma Floresta Tropical Seca, assumido a hipótese de que o avanço da regeneração irá favorecer a riqueza, a abundância relativa de espécies e o número de guildas.

3- A diversidade nas diferentes parcelas foi observada a partir de perfis de diversidade de Hill, para as diferentes estações. Foi calculada a diversidade beta para entender os padrões de substituição de espécies entre as áreas. As características funcionais foram comparadas através da distância de Gower e de CWM, os dados obtidos dessa matriz foram comparados através de uma PERMANOVA.

4- Os estádios demonstraram padrões de abundâncias diferenciados entre as estações seca e chuvosa, sendo o estágio intermediário mais rico e mais diversificado que os demais. A beta diversidade foi baixa, sendo 0,195 o índice de Jaccard entre os três estádios na estação chuvosa e 0,294 para a estação seca. A guilda alimentar mais representativa foi a dos herbívoros e o aparelho bucal mais comum o mastigador, não havendo diferenças significativas na distribuição das guildas entre os estádios.

5- Os artrópodes de serapilheira tem suas taxas de riqueza, padrões de dominância e diversidade variando de acordo com os estádios sucessionais. Os estádios abrigam respostas peculiares nos padrões estruturais da comunidade, sendo assim importantes na preservação de uma composição e interações entre as espécies típicas em cada etapa da regeneração, bem como para entender o histórico de diversificação dos grupos.

**Palavras-chave:** Caatinga; cronossequência; fauna edáfica; mini-Winkler; pitfalls; sucessão ecológica.

## Introdução

A característica que define a floresta secundária é a descontinuidade da cobertura florestal (Corlett, 1994). Após uma perturbação significativa na cobertura vegetal original a floresta tende a se regenerar por meio de processos naturais, entrando em processo de crescimento secundário (Chazdon *et al.*, 2009). As florestas secundárias são de grande importância para a conservação das espécies, uma vez que, para a maior parte dos ambientes florestais, as florestas secundárias vêm substituindo as primárias que são suprimidas pela ação antrópica (Brown, 1990). As florestas tropicais secas (FTS) são exemplos de ecossistemas fortemente afetados por ações antrópicas tendo cerca de 30,4% a 51,7% do seu território original afetado por construções de estradas, pastagens e áreas agricultáveis (Castelletti *et al.*, 2004). Uma parte significativa dessas áreas degradadas são abandonadas e ocupadas por florestas secundárias (Chazdon, 2014). As florestas regenerantes se tornam então foco de estudos conservacionistas, sendo consideradas refúgios para a vida silvestres e fontes de serviços ecossistêmicos que deixariam de existir junto com as florestas primárias destruídas (Chazdon *et al.*, 2009). Esses dados sugerem que é crescente a importância de estudos sobre os diversos aspectos das florestas secundárias nos ecossistemas de FTS.

A serapilheira representa um importante estrato florestal, sendo composta pelo material vegetal, principalmente galhos e folhas, que caem e se decompõem no solo da floresta. A decomposição desse substrato é uma das principais vias de retorno da matéria orgânica para o ecossistema em ambientes terrestres (Xiong & Nilson, 1999). A velocidade dessa decomposição é fortemente influenciada pelo clima, em escala global, de modo que ambientes quentes e úmidos tem uma taxa de decomposição mais rápida do que ambientes frios e secos, enquanto em escala regional os fatores mais influentes são a qualidade da serapilheira, e a ação de organismos fragmentadores e decompositores (Lavelle *et al.*, 1993). Entender a dinâmica da serapilheira aumenta o conhecimento sobre a ciclagem de nutrientes, o desenvolvimento florestal, os cenários de sucessão ecológica e a interação dos componentes ambientais (Zhou *et al.* 2007, González-Rodríguez *et al.*, 2011).

O ambiente edáfico abriga ricas interações entre organismos de diversos níveis tróficos (Ruppert *et al.*, 2005), incluindo uma fauna que facilita a decomposição da serapilheira, quando ingere a matéria orgânica e/ou incrementa sua composição química por meio de adição de fezes e restos mortais, o que potencializa a ação dos

microrganismos. Os diferentes componentes da complexa teia trófica presente nesse estrato florestal atuam de forma diferente nas taxas de decomposição da serapilheira afetando assim o funcionamento do ecossistema como um todo (Eisenhauer *et al.*, 2010). Os artrópodes representam uma porção significativa da fauna de serapilheira, estando presente em diversos níveis das teias tróficas e desenvolvendo diversas funções no ambiente (Speight *et al.*, 2008).

A comunidade de artrópodes apresenta alterações na sua estrutura em resposta a processos ambientais, como a mudança na disponibilidade de recursos e/ou ambientes no decorrer da sucessão ecológica (Hodecek *et al.*, 2015). As respostas da comunidade podem ser medidas em diversos parâmetros além do estudo da diversidade, riqueza e distribuição de abundâncias, como o estudo de guildas ou grupos funcionais e estudos focados na diversidade beta (Hodecek *et al.*, 2015, Lamarre *et al.*, 2015). Apesar da altíssima diversidade de espécies presentes no filo, que pode dificultar a chegada aos níveis taxonômicos mais específicos, alguns estudos vêm mostrando que respostas satisfatórias podem ser obtidas a partir de estudos com níveis taxonômicos mais amplos e que englobam uma porção maior da comunidade (Timms *et al.*, 2013, Lamarre *et al.*, 2015, González *et al.*, 2016).

O conhecimento das mudanças que ocorrem na comunidade de artrópodes, no decorrer da sucessão de florestas secas, pode ajudar a entender a dinâmica sucessional dessa região, ajudando a guiar planos de manejo e conservação. Com isso, o trabalho teve como objetivo analisar a diversidade de artrópodes em fragmentos de floresta tropical seca em estádios de regeneração distintos, com ênfase na família Formicidae, observando diversidade taxonômica, as diferentes guildas tróficas presentes na comunidade e a composição de espécies nas diferentes áreas. A hipótese testada é de que há um aumento na diversidade de espécies, bem como no número de guildas tróficas em ambientes de estágio de regeneração mais avançados, havendo uma grande substituição de espécies entre as áreas.

## **Material e Métodos**

### **Área de estudo**

O estudo foi realizado na Fazenda Tamanduá (07°01'31''S e 37° 23'31,8'' W), localizada no estado brasileiro da Paraíba, há 320 km do litoral. A fazenda, situada na mesorregião do sertão paraibano, tem 4000 ha e está a uma altitude média de 240

metros, apresentando predominantemente Neossolos Litólicos (EMBRAPA, 1997). A região apresenta precipitação anual média de 600 mm, concentradas em períodos de 2 a 4 meses, com temperatura média anual variando de entre 20,8 e 32,8°C e clima BSh, semiárido, de acordo com a classificação de Köppen (1948).

A área de estudo é composta por vegetação de Caatinga disposta em manchas com variados históricos de uso, grande parte delas estando em sucessão secundária. Dentro desse mosaico, o projeto SISBIOTA demarcou parcelas em áreas independentes de vegetação, com histórico de uso e tempo de abandono semelhantes, agrupando-as da seguinte forma (Magalhães, 2011):

- Áreas em estágio inicial de regeneração– áreas que foram utilizadas para o cultivo do algodão de fibra longa (*Gossypium hirsutum*) de 1965 até o início da década de 80, tendo recebido corte raso antes do plantio desta monocultura. O solo destes locais nunca recebeu nenhum tipo de adubação. Ao fim do ciclo de plantio do algodão, essas áreas receberam capim e passaram por destoca constante até o início da década de 90, quando foram totalmente abandonadas. Desta forma, as áreas estão em regeneração natural há mais de 25 anos. Caracterizam-se por forte presença de espécies herbáceas – que chegam a atingir quase 2 m de altura durante a estação chuvosa – e espécies de porte arbustivo e arbóreo que se apresentam relativamente dispersas. A espécie arbórea predominante na área é *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir., conhecida vulgarmente como Jurema preta.

- Áreas em estágio intermediário de regeneração – áreas utilizadas para o cultivo de algodão de fibra longa (*Gossypium hirsutum*) por poucos ciclos entre 1965 e 1968, tendo recebido corte raso antes do plantio desta monocultura. Foram totalmente abandonadas após este período, e, portanto, estão em regeneração natural há mais de 46 anos. A vegetação de porte arbóreo é mais densa em relação ao estágio anterior de sucessão. As áreas são dominadas por espécies como *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. (Jurema preta) e *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz (Catingueira) e com aparições esparsas de outras espécies como *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke (Jurema branca), *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B.Gillett (Imburana) e *Bauhinia cheilantha* Bong. Steud. (Mororó).

- Áreas em estágio tardio de regeneração – o histórico destas áreas aponta que nunca houve seu uso para fins agrícolas ou outras pressões antrópicas severas, tendo recebido apenas leve corte seletivo para a produção de estacas, porém, sem nunca ter havido o corte raso. Com base em relatos de moradores da região, passam intocadas pelo processo de sucessão

há mais de 60 anos. Nestas áreas, a vegetação de porte arbóreo se destaca por sua diversidade de espécies, em relação aos outros estádios, contando com vários indivíduos bastante desenvolvidos de espécies clímax, como *Amburana 2learenses* (Allemao) A.C.Smith (Cumarú), *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B.Gillett (Imburana) e *Pseudobombax marginatum* (A. St.-Hil., Juss. & Cambess.) A. Robyns (Embiratanha).

#### Coleta

Foram realizadas duas coletas, uma em estação seca (novembro de 2012) e uma em estação chuvosa (maio de 2013). A amostragem dos artrópodes de serapilheira foi feita em 15 parcelas (20 x 50 m), 5 em cada estágio sucessional, em 5 pontos que correspondiam a 4 árvores encontradas nos extremos das parcelas e uma central. Foram utilizados dois métodos de coletas (Anexo1).

No primeiro, com auxílio de luvas todo material biológico acima do solo dentro de 1 m<sup>2</sup> de área foi recolhido, peneirado vigorosamente em uma peneira, especial para separação de serapilheira, que foi levada para o laboratório de campo, onde ocorreu extração dos artrópodes utilizando o miniaparelho de Winkler (Agosti & Alonso, 2000). As amostras de serapilheira peneiradas foram transferidas para sacos de malha, próprios para mini-Winkler e colocados no interior do extrator. Todos os mini-Winklers foram pendurados em um local seco e abrigados, especialmente do vento. Após 24 horas, cada saco de malha foi cuidadosamente retirado e teve seu material despejado em uma bandeja e retornado ao mesmo saco de malha, seguindo o mesmo procedimento descrito acima. Este processo remexe a serapilheira e permite que mais animais sejam capturados. Em seguida, os mini-Winkler foram deixados por mais 24h pendurados. Ao término das 48 horas o pote de álcool 70%, presente na parte inferior do extrator, com os organismos capturados foi removido e o material do saco de malha descartado. Foram obtidos 75 potes em cada coleta.

No segundo método de coleta, foram utilizadas armadilhas do tipo pitfall (Majer, 1978), colocadas no solo dos cinco pontos amostrais, de modo que ficassem em nível do solo. Os pitfalls consistiram em recipientes plásticos de 1 litro, com 1/3 do volume preenchido com água e detergente, que ficaram expostos no campo por 48 horas. Após esse período o conteúdo do pitfall foi filtrado em uma malha de voil a fim de separar água e sedimentos, eventualmente caídos no recipiente, dos animais que se encontrassem na

armadilha. Os animais foram transferidos para frascos de 250 ml contendo álcool 70%, totalizando 75 potes em cada coleta.

Os potes obtidos em campo foram armazenados no Laboratório de Interações Multitróficas (LIM/UFPE), para posterior triagem e identificação dos organismos. A dissertação de mestrado será desenvolvida a partir do processamento deste material, que permanece conservado e fornecerá informações inéditas.

#### Análise de dados

Foram realizados os perfis de diversidade de Hill para os diferentes tempos de regeneração na estação seca e chuvosa, que permite observar de forma contínua os diferentes índices de diversidade, desde a riqueza até índices que dão diferentes pesos a espécies mais raras ou mais comuns na comunidade. A  $\beta$  diversidade foi observada para diferentes tempos de regeneração, e foi realizada a partição de Baselga (Baselga, 2010) que divide a beta diversidade em dois componentes: substituição (turnover) e aninhamento ou perda de espécies (nestedness). Desse modo é possível saber não só o quanto a composição taxonômica é dissimilar entre os estádios, mas também se os táxons são substituídos por outros de um estágio para outro, ou se os táxons presentes nos diferentes estádios representam subconjuntos um dos outros. As similaridades funcionais baseadas nas guildas alimentares e aparelhos bucais das ordens foram comparadas através da medida da distância de Gower. Foi realizada uma CWM para entender como a composição das guildas se distribuem nos diferentes tempos de regeneração, esse resultado foi submetido a uma PERMANOVA para saber se há diferença entre as composições funcionais encontradas. As análises foram realizadas com o *software* R (versão 3.2.3).

#### Resultados

Para as análises gerais de diversidade os artrópodes foram amostrados a nível de ordem, baseando-se em no crescente número de publicações que validam as respostas obtidas pela comunidade de artrópodes, não só a nível de espécie, mas também a nível de gênero, família e ordens, para grupos isolados ou para a comunidade como um todo (Voigt *et al.*, 2007, Cardoso *et al.*, 2011, Timms *et al.*, 2013, Lamarre *et al.*, 2015, Machado *et al.* 2015, González *et al.*, 2016). Para as análises de diversidade específicos

da família Formicidae, que é amplamente utilizada em estudos ecológicos, a comunidade foi amostrada a nível de morfoespécie.

Foram encontrados 2556 indivíduos, representantes das classes Arachnida, Insecta, Entognatha e do subfilo Myriapoda. Myriapoda foi representado pelas classes Chilopoda e Diplopoda; Arachnida pelas ordens Acarina, Aranae, Escorpione e Pseudoescorpione; Entognatha pela ordem Collembola; e Insecta pelas ordens Hymenoptera, Isoptera, Diptera, Neuroptera, Orthoptera, Thysanura, Hemiptera, Coleoptera, Mantodea, Blattodea e Embioptera. Apesar de não terem sido encontradas ordens exclusivamente em um estágio sucessional, as distribuições de abundâncias variaram dentre os estádios (Figura 1).

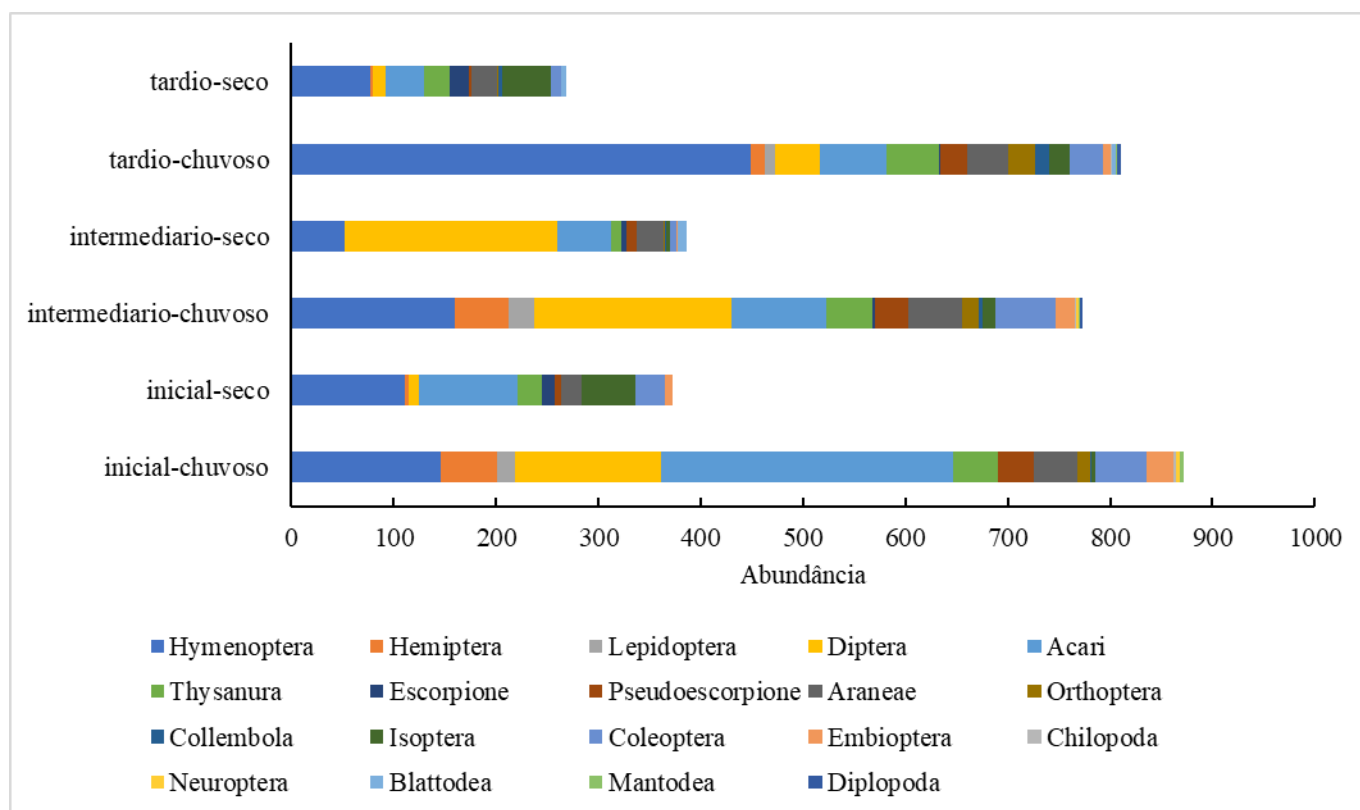


Figura 1 – Gráfico das distribuições de abundâncias das diferentes ordens de artrópodes de serapilheira em cada estação (seca e chuvosa), em cada estágio sucessional (inicial, intermediário e tardio) de Floresta Tropical Seca em Santa Terezinha – PB.

Enquanto a ordem Acari foi a mais abundante no estágio inicial, Diptera teve maior representatividade no intermediário e Hymenoptera foi mais abundante no tardio, quando levadas em consideração as estações seca e chuvosa juntas. Para a estação chuvosa o estágio sucessional mais abundante foi o inicial, com 872 indivíduos, seguido pelo tardio, com 810 e o intermediário com 773. Já na estação seca, o estágio

intermediário apresentou um maior número de indivíduos, 386, seguido do inicial, 372 e do tardio, com 268.

A partir dos perfis de diversidade de Hill traçados para cada estágio sucessional na estação seca e chuvosa (Figura 2) foi possível observar que a riqueza foi maior em todos os estágios durante a estação chuvosa, sendo o tardio e intermediário os mais ricos, com 18 ordens, seguidos do inicial com 16, nessa estação. Para a estação seca o estágio tardio obteve o maior número de ordens (14), seguido do intermediário (13) e inicial (11).

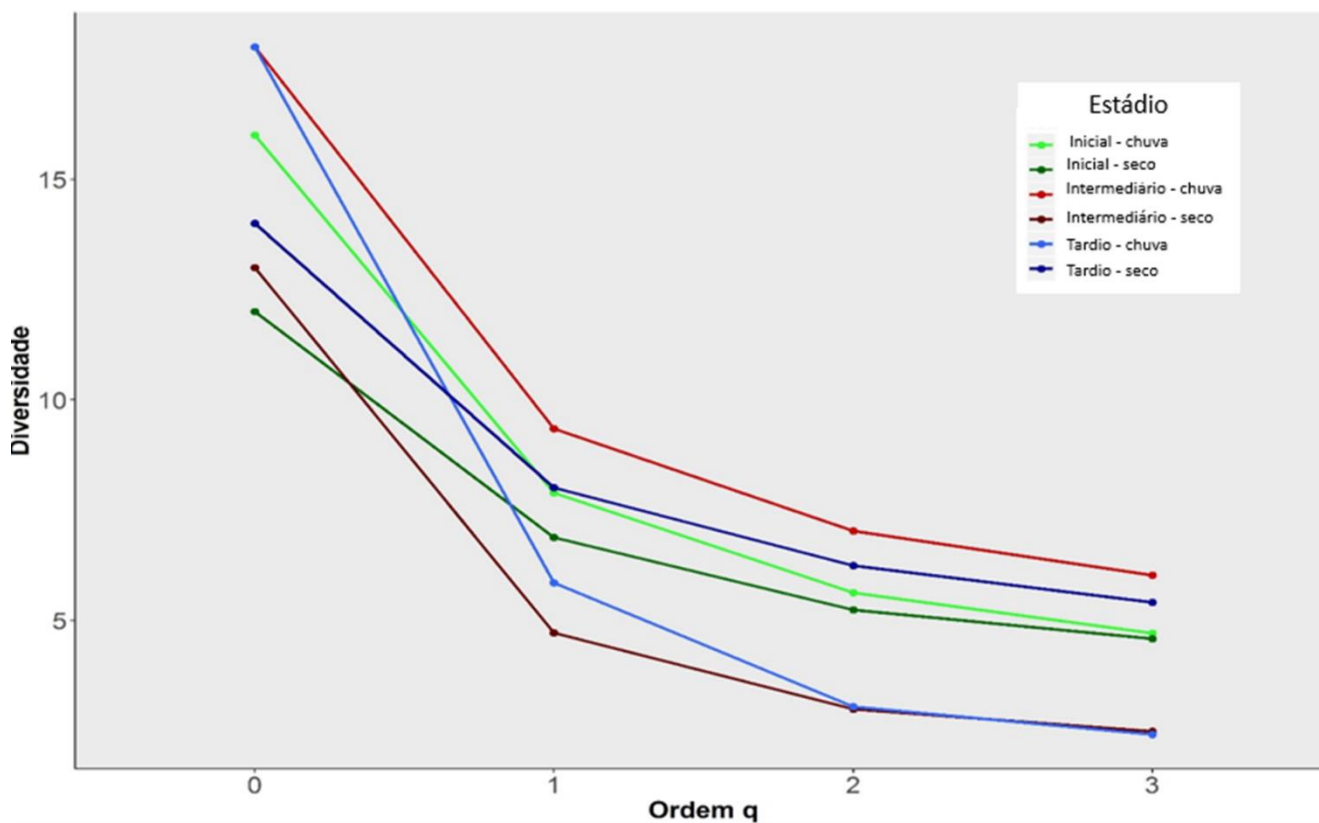


Figura 2 – Resultados dos perfis de diversidade de Hill, também conhecidos como séries de Hill, para a comunidade de artrópodes de serapilheira, nos estágios tardio, intermediário e inicial de sucessão, cada qual na estação seca e chuvosa, de uma Floresta Tropical Seca em Santa Terezinha – PB. Os valores do eixo x correspondem a diferentes marcadores da diversidade da comunidade de modo que o ponto 0 equivale a riqueza de ordens, o ponto 1 equivale ao índice de Shannon, o ponto 2 equivale ao inverso do índice de Simpson, e assim segue à medida que se dá mais valor as espécies mais comuns na comunidade.

O segundo ponto encontrado nas séries de Hill, ordem  $q = 1$ , corresponde ao índice de Shannon, dando peso maior a espécies mais raras. Para a estação chuvosa o estágio intermediário apresentou a maior diversidade segundo esse índice, seguido do estágio inicial, enquanto o tardio teve o índice mais baixo, sendo inclusive inferior que os estágios tardio e intermediário na estação seca. Para a estação seca o estágio mais diversificado



foi, o tardio, seguido do intermediário, já o inicial obteve o índice mais baixo. A medida que se aumenta o peso para as espécies mais comuns na comunidade (ordem  $q = 2$  e  $3$ ) o estágio intermediário na estação chuvosa se mantém como mais diversificado. Para a estação chuvosa, seguido do intermediário vem o inicial, enquanto o estágio tardio se mantém com índices reduzidos, equiparando-se aos do estágio inicial na estação seca. Na estação seca a sequência de tardio, intermediário e inicial, do mais para o menos diversificado, se mantém.

Para a família Formicidae foram encontradas 14 espécies nas duas estações, com uma mudança nos padrões de diversidade entre os estádios. Para a estação chuvosa, a Caatinga preservada, representada pelo estágio tardio, obteve os maiores valores de riqueza e dos demais índices de diversidade, seguido do intermediário, e o estágio mais inicial, obteve os menores valores para todos os indicadores (Anexo 2). Já para a estação seca o estágio inicial apresentou os maiores índices de riqueza e de diversidade equivalente ao índice de Shannon, seguido do intermediário, enquanto o tardio apresentou os menores índices de riqueza e de diversidade, para todos as ordens  $q$ . Ao observar índices que enfatizam as espécies mais abundantes (ordem  $q = 2$  e  $3$ ), o estágio intermediário passa a ser o mais diversificado (Anexo 3).

Em relação a substituição de ordens dentre os estádios os valores da diversidade beta foram, de modo geral, baixos entre os estádios. Para a estação chuvosa, a comparação geral entre os três estádios obteve o valor da  $\beta$ diversidade (índice de Jaccard) de 0,195, por meio da partição de Baselga (Baselga, 2010), foi possível constatar que o principal fator responsável por esse resultado foi a substituição de ordens de um estágio para o outro (turnover de espécies  $\beta = 0,108$ ), enquanto o fator aninhamento (nestedness) foi menos representativo ( $\beta = 0,087$ ). Os estádios com maior diferença na composição de ordens, para a estação chuvosa, foram os estádios inicial e tardio, com  $\beta = 0,21$ , havendo uma maior substituição de ordens ( $\beta_{\text{turnover}} = 0,111$ ) do que o aninhamento delas ( $\beta_{\text{nestedness}} = 0,092$ ). Entre os estádios inicial e intermediário a  $\beta$ diversidade foi de 0,11, sendo totalmente representada pelo aninhamento das ordens. Entre os estádios intermediário e tardio  $\beta$ diversidade foi 0,105, sendo resultada inteiramente pela substituição de ordens.

Para a estação seca, a comparação geral entre os três estádios resultou no valor de  $\beta$ diversidade de 0,294, resultante majoritariamente da substituição das ordens entre os estádios ( $\beta_{\text{turnover}} = 0,2$  e  $\beta_{\text{nestedness}} = 0,09$ ). Os estádios inicial e tardio apresentaram

o maior valor de  $\beta$ diversidade (0,266), com valores aproximados de substituição e aninhamento das ordens entre as áreas ( $\beta$ turnover= 0,153 e  $\beta$ nestedness=0,057). Entre os estádios inicial e intermediário a  $\beta$ diversidade foi de 0,214, majoritariamente resultante da substituição de ordens ( $\beta$ turnover= 0,153 e  $\beta$ nestedness= 0,06). Já para os estádios intermediário e tardio  $\beta$ diversidade foi 0,2, com os valores de turnover ( $\beta$ turnover= 0,142) mais elevados que os de aninhamento ( $\beta$ nestedness= 0,05).

Em relação a divisão das guildas alimentares, a maior parte das ordens apresentam aparelho bucal do tipo mastigador e hábito alimentar herbívoro (Tabela 1). A distância de Gower demonstrou uma alta similaridade funcional entre os grupos e a PERMANOVA baseada nos resultados da CWM demonstraram que não há diferença significativa entre os grupos baseados nos caracteres observados.

**Tabela 1** – Relação das ordens presentes na comunidade de artrópodes de serapilheira coletados em diferentes áreas de regeneração de uma Floresta Tropical Seca na Paraíba com suas características funcionais referentes a guildas alimentares.

<b>Ordens</b>	<b>Aparelho Bucal</b>	<b>Hábito alimentar</b>
Hymenoptera	Mastigador/Sugador	Onívoro/Herbívoro
Hemiptera	Sugador	Herbívoro
Lepidoptera	Sugador Lambedor	Herbívoro
Diptera	Sugador Lambedor	Herbívoro/Hematófago
Acari	Picador/Sugador	Onívoro/Herbívoro/Carnívoro
Thysanura	Mastigador	Herbívoro
Pseudoescorpione	Mastigador	Carnívoro
Araneae	Mastigador/Sugador	Carnívoro
Orthoptera	Mastigador	Herbívoro
Collembola	Mastigador	Onívoro/Detritívoro
Isoptera	Mastigador	Herbívoro
Coleoptera	Mastigador	Onívoro
Embioptera	Mastigador	Herbívoro
Chilopoda	Mastigador	Carnívoro
Neuroptera	Mastigador	Carnívoro
Blattodea	Mastigador	Detritívoro
Diplopoda	Mastigador	Herbívoro

## **Discussão**

O estudo demonstra como as mudanças microclimáticas, refletidas pelas mudanças de composição vegetal trazem alterações na dinâmica da comunidade de artrópodes de serapilheira, afetando principalmente os padrões de dominância dos grupos

ao longo da sucessão, como foi observado em áreas de regeneração de Mata Atlântica por Machado *et al.*, (2015). Áreas de sucessão inicial, apesar de apresentarem uma riqueza arbórea menor (Cabral *et al.*, 2013) apresentam uma serapilheira com folhas de menor complexidade química, e estrutural, sendo mais facilmente decomposta e fornecendo matéria orgânica mais rapidamente no solo. O que favorece a proliferação dos grupos que são melhores sucedidos em ambientes edáficos ricos em matéria orgânica, como os ácaros, que ao mesmo tempo são mais generalistas e resistentes a insolação (Pereira *et al.*, 2012, Berude *et al.*, 2015). As áreas intermediárias de sucessão apresentam uma maior diversidade vegetal, bem como ambientes mais sombreados que propiciam a presença de grupos mais sensíveis a insolação, como os dípteros. Enquanto as áreas tardias de sucessão apresentam copas mais fechadas, uma alta diversidade vegetal e, em consequência disso, uma maior quantidade de microhabitats a serem ocupados, nesse ambiente vemos o afloramento de grupos mais diversificados funcionalmente, e que tenham relações ecológicas estreitas com determinados tipos vegetais/florísticos, como é o caso dos himenópteros (Oliveira *et al.*, 2009).

Durante a estação chuvosa, onde a serapilheira tem uma taxa de deposição de material mais baixa (Silva *et al.*, 2015), o estágio intermediário apresentou uma maior diversidade, segundo o índice de Shannon. Isso pode ser associado a presença de organismos adaptados aos dois extremos da regeneração florestal (inicial e tardio). O estágio tardio apresentou a menor diversidade em relação aos outros estágios sucessionais, na estação chuvosa, o que pode ser reflexo da presença de folhas com mais compostos secundários na serapilheira (Coley *et al.*, 1985) dificultando a proliferação de herbívoros que ajudariam a aumentar a taxa de decomposição, favorecendo assim o desenvolvimento das comunidades de artrópodes dependentes desse processo. Enquanto na estação seca, onde a serapilheira tem um grande incremento de material, o estágio tardio teve a maior diversidade, o que corrobora com as predições do estudo, e pode ser uma resposta a uma maior complexidade morfológica da serapilheira que é proveniente de um ambiente com uma maior diversidade vegetal (Cabral *et al.*, 2013).

O número de ordens, diferentemente dos índices de diversidade, foi favorecido pelo avanço da sucessão, tanto na estação seca quanto na chuvosa. Isso sugere que a chegada de diferentes grupos no ambiente está relacionada a fatores físicos, como a variedade de microhabitats, enquanto o aumento no número de indivíduos em cada grupo,

deve estar mais relacionado com a composição físico-química do solo e da serapilheira, uma vez que fatores ambientais podem afetar diferentemente os componentes da diversidade de artrópodes, como riqueza e diversidade alfa e beta (Hendrickx *et al.*, 2007). Além disso a estrutura da comunidade de artrópodes de solo responde negativamente as alterações nos índices de umidade nesse ambiente (Kardol *et al.*, 2011), o que pode estar relacionado com a menor riqueza nos ambientes iniciais, cujos solos são mais expostos a insolação. As áreas iniciais de sucessão estão, ainda, mais propensas a presença de espécies exóticas, o que pode atuar na redução da riqueza de artrópodes de solo (Belnap *et al.*, 2005; Simao *et al.*, 2010).

Especificando um dos grupos presentes no estudo, Formicidae, que é amplamente utilizado em estudos ambientais, vemos que os efeitos da regeneração sobre esta comunidade têm respostas diferentes do que a comunidade geral de artrópodes. Isso pode estar associado a forte fidelidade ao hábitat observada em várias espécies de formigas (Andersen, 1997). Na estação chuvosa as formigas apresentam sua riqueza e diversidade sendo favorecidas pela sucessão ecológica, como na comunidade de artrópodes como um todo, enquanto na estação seca o estágio inicial obteve os maiores números de espécies e índices de diversidade. Isso vai de encontro a evidências que indicam que a comunidade de formigas é desfavorecida pelo aquecimento excessivo do solo (Diamond *et al.*, 2016) que é mais intenso nos ambientes iniciais de sucessão. Em contrapartida alguns estudos constatem que formigas tem uma alta resiliência ao uso intensivo de solo mantendo comunidades com riqueza e diversidade semelhante em áreas preservadas e florestas secundárias (Schmidt & Diehl, 2008, Solar *et al.*, 2016). Desse modo o ambiente inicial do presente estudo pode representar uma escala temporal suficiente para o reestabelecimento das comunidades de formigas, que agora são controladas por outros fatores, como por exemplo a predação, uma vez que há mais predadores (e demais níveis tróficos) no estágio tardio.

A composição de ordens foi similar entre os estádios, no entanto, há diferenças entre os componentes dessa diversidade  $\beta$ , o que sugere diferenças nas causalidades por trás da diversificação dessas ordens nos diferentes estádios (Baselga, 2010). Os valores de  $\beta$ diversidade foram baixos para os 3 estádios em ambas as estações (seca e chuvosa), com uma maior importância da substituição de ordens entre os estádios, o que demonstra que existem condições limitantes para a permanência de alguns grupos enquanto outros

conseguem se estabelecer. A maior diferença de composição, nas duas estações, está entre o estágio tardio e o inicial, demonstrando que a regeneração deve estar influenciando a estruturação da comunidade de artrópodes de serapilheira, que se estabelece de forma distinta entre os pontos mais contrastantes da sucessão. Essa diferente pressão exercida na comunidade de artrópode entre os diferentes estágios e estações enfatiza a importância da conservação de florestas em variados estágios de regeneração, e não apenas áreas preservadas (Gering *et al.*, 2003).

Os resultados obtidos a partir das guildas alimentares demonstraram alta redundância funcional entre os estágios, o que pode estar relacionado com a similaridade geral na composição das ordens e na amplitude de nichos ocupadas por algumas ordens. Neste caso estudos com uma amostragem taxonômica mais refinada se fazem necessários. No entanto esse resultado pode também representar um reflexo das boas condições de regeneração encontradas desde as áreas mais iniciais que já fornecem subsídio para uma comunidade com as funções ecológicas encontradas na mata preservada (Machado *et al.*, 2015). A presença de grupos mais generalistas para ambientes com escassez de recursos já foi descrita em regiões semiáridas (Leal, 2003; Neves *et al.*, 2010; Oliveira, 2011), e faz aumentar a probabilidade de que esses grupos sejam encontrados nos diversificados tempos de regeneração, aumentando assim a similaridade entre os estágios.

O estudo confirmou a importância da regeneração florestal sobre a estrutura da comunidade de artrópodes de serapilheira, que tem suas taxas de riqueza, padrões de dominância e diversidade variando de acordo com os estágios sucessionais. Desse modo, demonstra que cada estágio abriga respostas peculiares nos padrões estruturais da comunidade, sendo assim importantes na preservação de uma composição e interações entre as espécies típicas em cada etapa da regeneração, bem como para entender o histórico de diversificação dos grupos.

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem à Fazenda Tamanduá pelo apoio logístico oferecido durante as coletas dos dados, à Universidade Federal de Pernambuco pela estrutura laboratorial para triagem e identificação do material, à Universidade Federal Rural de Pernambuco pelo acompanhamento do desenvolvimento do projeto de mestrado, à Facepe pelo

fornecimento da bolsa de mestrado e ao projeto SISBIOTA pelo apoio financeiro na época de coleta.

### Referencial Teórico

Agosti, D. & Alonso, L. E. 2000. The ALL protocol: a standard protocol for the collection of ground-dwelling ants. *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. *Smithsonian Institution Press*, Washington, DC, 204-206.

Andersen, A.N. 1997. Using Ants as bioindicators: Multiscale Issues in Ant Community Ecology. *Conservation Ecology* [online] 1(1): 8. Available from the Internet. URL: <<http://www.consecol.org/vol1/iss1/art8/>> (accessed 15 dezembro 2017).

Baselga, A. 2010. Partitioning the turnover and nestedness components of beta diversity. *Global Ecology and Biogeography*, 19(1), 134-143.

Belnap, J., Phillips, S. L., Sherrod, S. K. & Moldenke, A. 2005. Soil biota can change after exotic plant invasion: does this affect ecosystem processes?. *Ecology*, 86(11), 3007-3017.

Berude, M.C., Galote, J.K.B., Pinto, P. H., & AMARAL, A. 2015. A mesofauna do solo e sua importância como bioindicadora. *Enciclopédia Biosfera, Goiânia*, 11(22), 14-28.

Brown, S., & Lugo, A.E. 1990. Tropical secondary forests. *Journal of tropical ecology*, 6(1), 1-32.

Cabral, G.A.L., Sampaio, E.V.S.B. & Almeida-Cortez, J. S. 2013. Estrutura espacial e biomassa da parte aérea em diferentes estádios sucessionais de Caatinga. *Santa Terezinha. Revista Brasileira de Geografia Física*, 6(03), 566-574.

Cardoso, P., Pekár, S., Jocqué, R., & Coddington, J. A. 2011. Global patterns of guild composition and functional diversity of spiders. *PloS one*, 6(6), e21710.

Castelletti, C.H.M., Silva, J.M.C., Tabarelli, M. & Santos, A.M.M. 2004. Quanto ainda resta da caatinga? Uma estimativa preliminar. pp. 91-100. In: Silva, J.M.C., Tabarelli, M., Fonseca M.T. & Lins, L.V. (orgs.). *Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília. 382p.

de Castro Solar, R.R., Barlow, J., Andersen, A.N., Schoereder, J. H., Berenguer, E., Ferreira, J.N. & Gardner, T.A. 2016. Biodiversity consequences of land-use change and forest disturbance in the Amazon: A multi-scale assessment using ant communities. *Biological Conservation*, 197, 98-107.

Chazdon, R. L., Peres, C. A., Dent, D., Sheil, D., Lugo, A. E., Lamb, D., Stork, N.E. & Miller, S. E. 2009. The potential for species conservation in tropical secondary forests. *Conservation biology*, 23(6), 1406-1417.

Chazdon, R.L. 2014. *Second Growth: The Promise of Tropical Forest Regeneration in an Age of Deforestation*. *University of Chicago Press*, Chicago, IL, 485 p.

- Coley, P.D., Bryant, J.P. & Chapin, F.S. 1985. Resource availability and plant anti-herbivore defense. *Science*, v. 230, p. 895-899.
- Corlett, R.T. 1994. What is secondary forest? *Journal of Tropical Ecology* 10:445–447.
- CNPQ. 2010. Disponível em: < <http://cnpq.br/apresentacao-sisbiota>>, acessado em 30/07/2017.
- Diamond, S.E, Nichols, L.M., Pelini, S.L., Penick, C.A., Barber, G.W., Sara Helms Cahan, S.H., Robert R. Dunn, R.R., Aaron M. Ellison, A.M., Nathan J. Sanders, N.J. & Gotelli, N.J. 2016. Climatic warming destabilizes forest ant communities. *Science advances*, 2(10), e1600842.
- Eisenhauer, N., Beßler, H., Engels, C., Gleixner, G., Habekost, M., Milcu, A., Partsch, S., Sabais, A.C., Scherber, C., Steinbeiss, S., Weigelt, A., Weisser, W.W. & Scheu, S. 2010. Plant diversity effects on soil microorganisms support the singular hypothesis. *Ecology*, 91(2), 485-496.
- EMBRAPA. 1997. *Atlas do Meio Ambiente do Brasil*. Brasília: Editora Terra Viva, 160p.
- Gering, J.C., Crist, T.O. & Veech, J.A. 2003. Additive partitioning of species diversity across multiple spatial scales: implications for regional conservation of biodiversity. *Conservation biology*, 17(2), 488-499.
- González-Rodríguez, H., Domínguez-Gómez, T.G., Cantú-Silva, I., Gómez-Meza, M.V., Ramírez-Lozano, R.G., Pando-Moreno, M.C. & Fernández, J. 2011. Litterfall deposition and leaf litter nutrient return in different locations at Northeastern Mexico. *Plant Ecology*, 212 (10): 1747–1757.
- González, E., Salvo, A., & Valladares, G. 2016. Natural vegetation cover in the landscape and edge effects: differential responses of insect orders in a fragmented forest. *Insect Science*. 24(5), 801-901.
- Hendrickx, E., Maelfait, J., Van Wingerden, W., Schweiger, O., Speelmans, M., Aviron, S., Augenstein, I., Billeter, R., Bailey, D., Bukacek, R., Burel, F., Diekötter, T., Dirksen, J., Herzog, F., Liira, J., Roubalova, M., Vandomme, V. & Rob Bugter. 2007. How landscape structure, land-use intensity and habitat diversity affect components of total arthropod diversity in agricultural landscapes. *Journal of Applied Ecology*, 44(2), 340-351.
- Hodecek, J., Kuras, T., Sipos, J., & Dolny, A. 2015. Post-industrial areas as successional habitats: Long-term changes of functional diversity in beetle communities. *Basic and Applied Ecology*, 16(7), 629-640.
- Kardol, P., Reynolds, W.N., Norby, R.J. & Classen, A.T. 2011. Climate change effects on soil microarthropod abundance and community structure. *Applied Soil Ecology*, 47(1), 37-44.

- Köppen, W. 1948. *Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra*. Fondo de Cultura Econômica. México.
- Lamarre, G., Héroult, B., Fine, P.V., Vedel, V., Lupoli, R., Mesones, I., & Baraloto, C. 2015. Taxonomic and functional composition of arthropod assemblages across contrasting Amazonian forests. *Journal of Animal Ecology*, 85(1), 227-239.
- Lavelle, P., Blanchart, E., Martin, A., Martin, S., & Spain, A. 1993. A hierarchical model for decomposition in terrestrial ecosystems: application to soils of the humid tropics. *Biotropica*, 130-150.
- Leal, I.R. 2003. Diversidade de formigas em diferentes unidades de paisagem de caatinga, p. 435-461. In: Leal, I.R., Tabarelli, M. & Silva, J.M. (eds.), *Ecologia e Conservação da Caatinga*. Editora da Universidade Federal de Pernambuco, 1. Ed., Recife. 802p
- Magalhães, C.V.V. 2011. *Herbivoria em espécies arbóreas em diferentes estádios Sucessionais de Caatinga*. Dissertação (Mestrado em Botânica). Universidade Federal de Pernambuco. 123p.
- Majer, J. D. 1978. An improved pitfall trap for sampling ants and other epigaeic invertebrates. *Australian Journal of Entomology*, 17(3), 261-262.
- Neves, F.S. et al. 2010. Successional and Seasonal Changes in a Community of Dung Beetles (Coleoptera: Scarabaeinae) in a Brazilian Tropical Dry Forest. *Natureza & Conservação* 8(2):160-164, Dec.
- Oliveira, E.A., Calheiros, F.N., Carrasco, D. S. & Zardo, C.M.L. 2009. Famílias de Hymenoptera (Insecta) como ferramenta avaliadora da conservação de restingas no extremo sul do Brasil.
- Oliveira, F.M.P. 2011. Influência de perturbações antrópicas sobre a composição de espécies e de grupos funcionais de formigas (Hymenoptera: Formicidae) na caatinga. Dissertação (Mestrado em Zoologia), Universidade Federal de Pernambuco, 66p.
- Pereira, R.C., Albanez, J.M. & Mamédio, I.M.P. 2012. Diversidade da meso e macrofauna edáfica em diferentes sistemas de manejo de uso do solo em Cruz das Almas – BA. *Magistra*, v. 24 (número especial), p. 63-76.
- Ruppert, E.E., Fox, R.S., & Barnes, R.D. 2005. Zoologia dos invertebrados: uma abordagem funcional-evolutiva. In *Zoologia dos invertebrados: uma abordagem funcional-evolutiva*. Roca.
- Schmidt, F.A. & Diehl, E. 2008. What is the effect of soil use on ant communities?. *Neotropical Entomology*, 37(4), 381-388.
- Silva, V.N., Souto, L.S., Dutra Filho, J.D.A., de Souza, T.M. & Borges, C.H. 2015. Deposição de serapilheira em uma área de caatinga preservada no semiárido da Paraíba, Brasil. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 10(2), 21-25.



Simao, M., Flory, S.L. & Rudgers, J.A. 2010. Experimental plant invasion reduces arthropod abundance and richness across multiple trophic levels. *Oikos*, 119(10), 1553-1562.

Speight, M.R., Hunter, M.D. & Watt, A.D. 2008. Ecology of Insects. *Concepts and Applications*, 2nd edn. Blackwell Scientific, Oxford, UK.

Timms, L.L., Bowden, J.J., Summerville, K.S., & Buddle, C.M. 2013. Does species-level resolution matter? Taxonomic sufficiency in terrestrial arthropod biodiversity studies. *Insect Conservation and Diversity*, 6(4), 453-462.

Voigt, W., Perner, J., & Hefin Jones, T. 2007. Using functional groups to investigate community response to environmental changes: two grassland case studies. *Global Change Biology*, 13(8), 1710-1721.

Xiong, S. & Nilsson, C. 1999. The effects of plant litter on vegetation: a meta-analysis. *Journal of Ecology*, 87(6), 984-994.

Zhou, G., Guan, L., Wei, X., Zhang, D., Zhang, Q., Yan, J., Wen, D., Liu, J., Liu, S., Huang, Z., Kong, G., Mo, J. & Yu, Q. 2007. Litterfall production along successional and altitudinal gradients of subtropical monsoon evergreen broadleaved forests in Guangdong, China. *Plant Ecology*, 188: 77-89

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As 18 ordens coletadas foram registradas em todos os estádios sussecionais, com diferentes padrões de abundância. Em áreas iniciais de sucessão, os ácaros foram mais representativos apresentando maior abundância. Em áreas de sucessão intermediárias os dípteros foram os mais abundantes, enquanto nas áreas tardias os himenópteros predominaram. Para a diversidade geral das ordens de artrópodes, o estádio intermediário se mostrou mais diversificado do que os demais, na estação chuvosa, enquanto que o tardio foi o mais diversificado na estação seca. Para formigas, na estação chuvosa, o estádio tardio foi o mais diversificado, já na estação seca, estádio inicial apresentou os maiores índices de riqueza e de diversidade de Shannon. A composição de ordens se mostrou similar entre os estádios, com baixos valores de  $\beta$ diversidade, gerada pela substituição de ordens entre os estádios. Para as duas estações os estádios que mais diferiram na composição foram o inicial e o tardio. O hábito alimentar mais comum na comunidade foi o herbívoro e o aparelho bucal foi o mastigador, não havendo diferença significativa para as distribuições desses aspectos entre os estádios.

Estudos que avaliem os diversos aspectos da comunidade de artrópodes, bem como os diversos grupos que compõem essa comunidade em ambientes de florestas secundárias são necessários para entender como a regeneração atua na estruturação da comunidade de artrópodes.

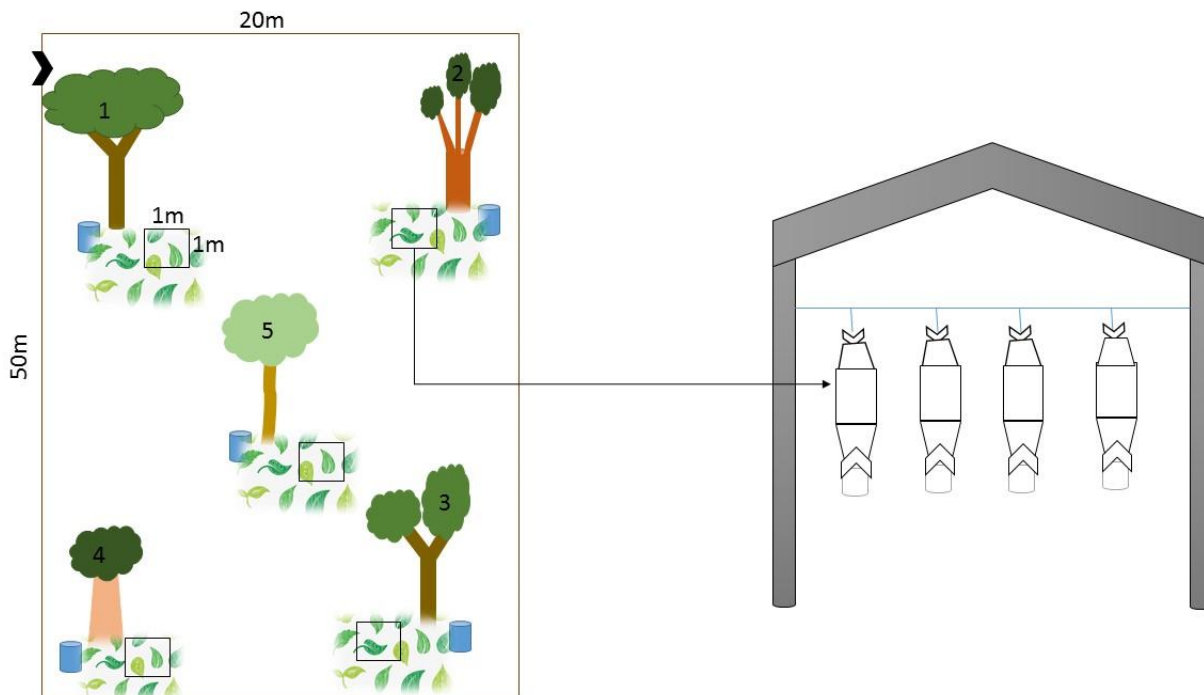
## APOIO FINANCEIRO E/OU INSTITUCIONAL

Este projeto tem auxílio da Fundação de Amparo à Ciência e à Tecnologia de Pernambuco (FACEPE), que concedeu uma bolsa de mestrado a pós-graduanda vigente para o período de desenvolvimento da pós-graduação.

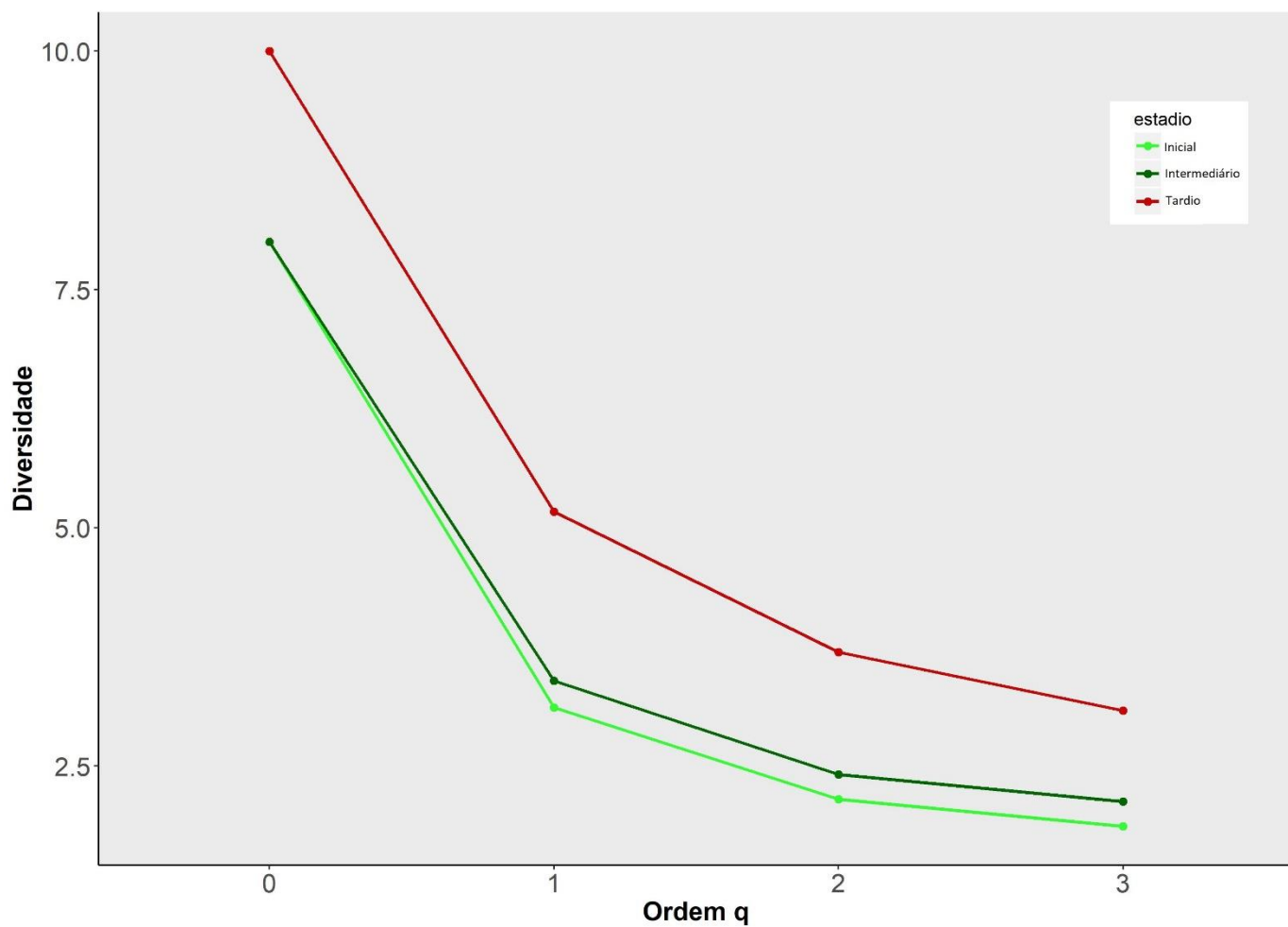
O estudo também contou com o apoio da rede de pesquisa “Biodiversidade e regeneração natural em florestas tropicais secas brasileiras” incluída no Sistema Nacional de Pesquisa em Biodiversidade – SISBIOTA Brasil (Proc. nº 563304/2010-3), que foi finalizado em 2014 e financiou as coletas que serão a base de dados do projeto atual.

Além do apoio logístico fornecido pela Fazenda Tamanduá e o Instituto Tamanduá. E com a estrutura do Laboratório de Interações Multitróficas (LIM - UFPE).

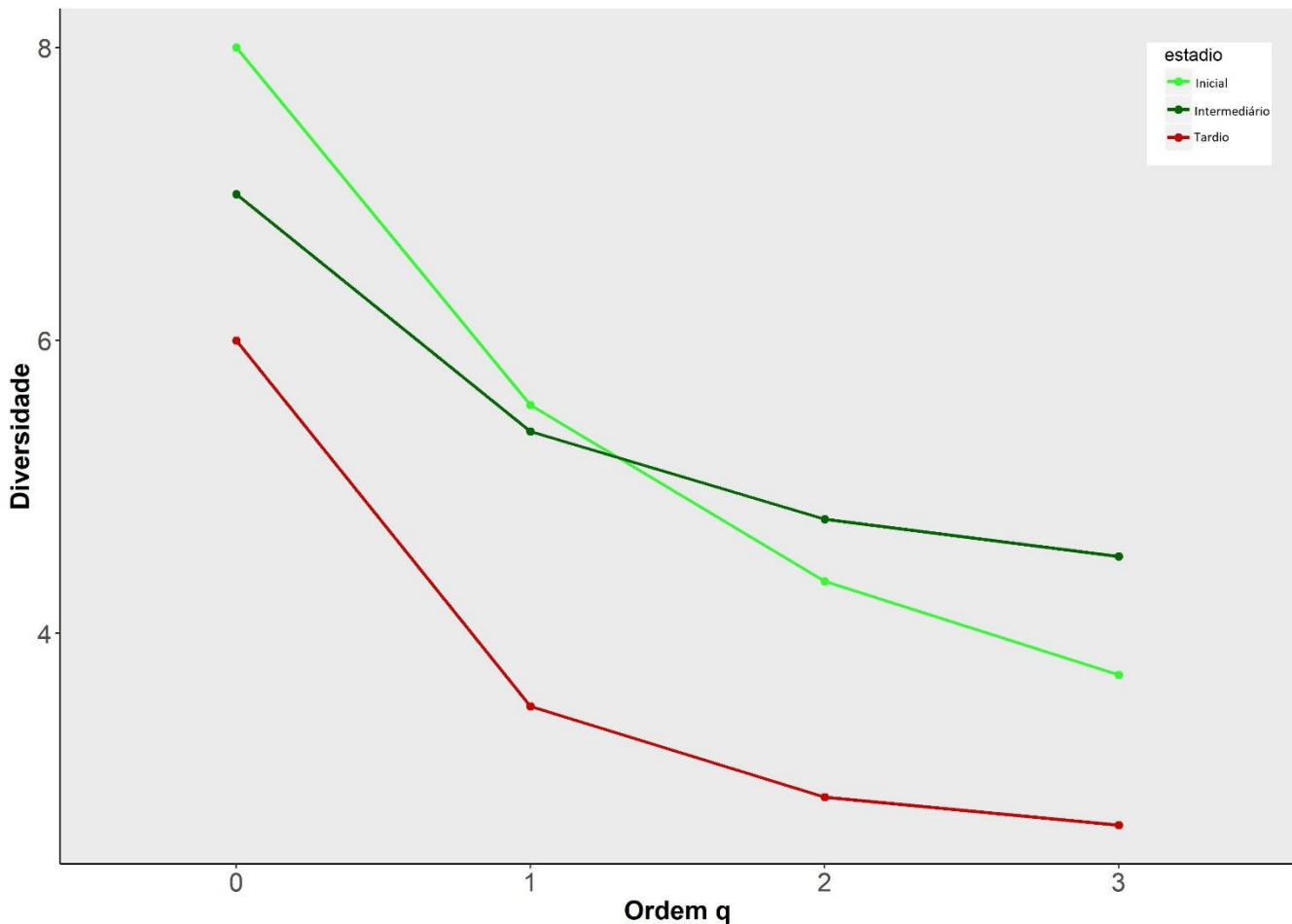
## ANEXOS



**Anexo 1** – Desenho esquemático de uma das parcelas com os dois métodos de amostragem de artrópodes de serapilheira, o pitfall de solo e a área de serapilheira coletada e transferida para o extrator mini-Winkler.



**Anexo 2** - Resultados dos perfis de diversidade de Hill, também conhecidos como séries de Hill, para a comunidade de formigas de serapilheira, nos estádios tardio, intermediário e inicial de sucessão, cada qual na estação chuvosa, de uma Floresta Tropical Seca em Santa Terezinha – PB. Os valores do eixo x correspondem a diferentes marcadores da diversidade da comunidade de modo que o ponto 0 equivale a riqueza de ordens, o ponto 1 equivale ao índice de Shannon, o ponto 2 equivale ao inverso do índice de Simpson, e assim segue à medida que se dá mais valor as espécies mais comuns na comunidade.



**Anexo 3** - Resultados dos perfis de diversidade de Hill, também conhecidos como séries de Hill, para a comunidade de formigas de serapilheira, nos estádios tardio, intermediário e inicial de sucessão, cada qual na estação seca, de uma Floresta Tropical Seca em Santa Terezinha – PB. Os valores do eixo x correspondem a diferentes marcadores da diversidade da comunidade de modo que o ponto 0 equivale a riqueza de ordens, o ponto 1 equivale ao índice de Shannon, o ponto 2 equivale ao inverso do índice de Simpson, e assim segue à medida que se dá mais valor as espécies mais comuns na comunidade.

Revista da submissão –

*Insect Conservation and Diversity*, cujo o escopo abrange trabalhos de pesquisa originais sobre aspectos relacionados principalmente a aspectos de conservação e diversidade de insetos. Artigos sobre outros artrópodes também serão considerados. Revisões importantes, pequenas revisões, artigos técnicos e metodológicos, comunicações breves, comentários e artigos instigantes do tipo fórum sobre qualquer aspecto da conservação de insetos, desde questões políticas até conjecturas baseadas em uma sólida base científica, são bem-vindas. Fator de impacto 1,84.