

SHYRLAINE LILIAN MOURA LEÃO

**ASPECTOS DA ECOLOGIA DE *Elaeis guineensis* Jacq.: FENOLOGIA,
ENTOMOFAUNA DO SOLO E PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA NA RESERVA
BIOLÓGICA DE SALTINHO - PE**

RECIFE
Pernambuco – Brasil
Agosto – 2020

SHYRLAINE LILIAN MOURA LEÃO

ASPECTOS DA ECOLOGIA DE *Elaeis guineensis* Jacq.: FENOLOGIA,
ENTOMOFAUNA DO SOLO E PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA NA RESERVA
BIOLÓGICA DE SALTINHO - PE

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Ciências Florestais da
Universidade Federal Rural de Pernambuco,
para obtenção do título de Mestre em
Ciências Florestais.

Orientador: Prof.^a Dr.^a Ana Lícia Patriota Feliciano
Coorientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Marangon

RECIFE
Pernambuco – Brasil
Agosto – 2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- L437a Leão, Shyrlaine Lilian Moura
Aspectos da ecologia de *Elaeis guineensis* Jacq.: fenologia, entomofauna do solo e produção de serapilheira na Reserva Biológica de Saltinho - PE / Shyrlaine Lilian Moura Leão. - 2020.
52 f. : il.
- Orientadora: Ana Licia Patriota Feliciano.
Coorientador: Luiz Carlos Marangon.
Inclui referências.
- Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Recife, 2020.
1. Dendê. 2. Fenologia. 3. Macronutrientes. I. Feliciano, Ana Licia Patriota, orient. II. Marangon, Luiz Carlos, coorient. III. Título

CDD 634.9

SHYRLAINE LILIAN MOURA LEÃO

ASPECTOS DA ECOLOGIA DE *Elaeis guineensis* Jacq.: FENOLOGIA,
ENTOMOFAUNA DO SOLO E PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA NA RESERVA
BIOLÓGICA DE SALTINHO - PE

Aprovado em: 27/08/2020.

Banca examinadora

Prof. Dr. Leonaldo Alves de Andrade
(Universidade Federal da Paraíba – UFPB)

Prof.^a Dr.^a Maria da Penha Moreira Gonçalves
(Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE)

Orientadora

Prof.^a Dr.^a Ana Lícia Patriota Feliciano
(Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE)

RECIFE – PE
Agosto/2020

As meus pais, irmã e sobrinhas.

Obrigada pelo incentivo.

Dedico!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por sempre estar presente em minha vida, iluminando o meu caminho e abençoando a minha vida;

Aos Espíritos de Luz, pela força, incentivo, paciência e ensinamentos;

A minha família, principalmente aos meus pais: Luiz Leão e Jusilene Moura, pelo amor, paciência, respeito e incentivo em todas as minhas escolhas;

A minha irmã Sheyla Leão, pelo companheirismo;

As minhas sobrinhas Leh e Carol, pelo amor e alegria que trazem a minha vida;

Ao meu namorado Ronaldo, pelo apoio de sempre;

A minha orientadora, Ana Lícia, pela paciência e ensinamentos durante o desenvolvimento dessa pesquisa;

Ao CNPq, pela bolsa concedida;

À UFRPE, ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e a todos os professores, pelos ensinamentos;

Ao ICMBIO, pela autorização da pesquisa na Reserva Biológica de Saltinho;

Ao mateiro Saberé, pela ajuda nos trabalhos de campo;

A todos os integrantes do laboratório de Entomologia, do Departamento de Ciência Florestal/DCFL;

Ao Clube da Lulu – Lidh, Yasmim e Amanda, obrigada por tudo, meninas, sem vocês esse mestrado não seria o mesmo;

A minha amiga de todas as horas, Dani, que sempre esteve presente; e

A Marília, que conheci na graduação e se tornou uma das minhas grandes amigas, obrigada por tudo.

Enfim, sou grata a todos que contribuíram direta ou indiretamente para meu crescimento pessoal e profissional.

LEÃO, SHYRLAINE LILIAN MOURA. **Aspectos da ecologia de *Elaeis guineensis* Jacq.: fenologia, entomofauna do solo e produção de serapilheira na Reserva Biológica de Saltinho – PE.** 2020. Orientador(a): Ana Lícia Patriota Feliciano. Coorientador: Luiz Carlos Marangon.

RESUMO

As espécies exóticas invasoras ameaçam ecossistemas naturais, são eficientes no uso dos recursos naturais, possuem a capacidade de modificar as características do ecossistema invadido, reduzindo a sua biodiversidade. Algumas Unidades de Conservação (UCs) pelo Brasil associam a espécie *Elaeis guineensis* como uma espécie invasora, no entanto, estudos que comprovem a invasão dessa espécie precisam ser realizados. Desta forma, o presente estudo teve como objetivo avaliar se a espécie exótica *Elaeis guineensis* está causando efeitos negativos na entomofauna do solo, solo e serapilheira na Reserva Biológica de Saltinho - PE, bem como avaliar a sua fenologia. Foram avaliadas a fenologia da espécie, a entomofauna e os teores dos macronutrientes do solo e da serapilheira. Para os estudos fenológicos, foram selecionadas 20 matrizes da espécie em estudo, observando as fenofases vegetativas e reprodutivas, mensalmente, por um período de um ano, e elaborados dendrofenogramas associando às fenofases com fatores climáticos. Para avaliar o possível impacto ambiental da espécie no ambiente por meio do indicador entomofauna do solo, foram selecionadas duas áreas, uma com a influência direta da espécie *E. guineensis* (A1) e outra sem a influência (A2), as áreas estavam a uma distância de, aproximadamente, 50 m. Foram instaladas armadilhas de captura do tipo pitfall, 10 na área A1 e 10 na A2, os organismos coletados foram triados e identificados em nível de ordem. Foram contabilizados o número de indivíduos, por ordem, a frequência e utilizado o teste qui-quadrado para comparar as duas áreas. Para as análises do solo e serapilheira, foram utilizadas as mesmas áreas da metodologia da entomofauna do solo. Nas coletas de solo, foram retiradas 10 amostras de cada área estudada, na profundidade 0-0,20 m, distantes 15 cm da base das palmeiras na área A1 e de forma aleatória na A2, utilizando um trado para a retirada dessas amostras. Posteriormente, foi realizada a determinação dos macronutrientes N, P, K, Ca e Mg. Para a coleta da serapilheira, foi utilizado um gabarito quadrado de 0,25 x 0,25 m, lançado aleatoriamente por 10 vezes em cada área. Após a coleta do solo e da serapilheira, foi realizada a determinação dos macronutrientes N, P, K, Ca e Mg. Os resultados foram comparados pelo teste T no nível de 5% de significância, com auxílio do pacote estatístico R. As matrizes de *E. guineensis* se encontravam em constante desfolhamento, havendo uma homogeneização na serapilheira das áreas com a presença da espécie estudada. Foi observada a presença de frutos nas matrizes, durante todo período estudado. O número de indivíduos da entomofauna do solo capturados na área com a presença do dendê foi inferior ao número amostrado na área sem a influência dessa espécie. A presença de *E. guineensis* não está causando mudanças significativas nas características dos macronutrientes do solo e da serapilheira.

Palavras-chave: Dendê, fenologia, macronutrientes.

LEÃO, SHYRLAINE LILIAN MOURA. **Ecology aspects of *Elaeis guineensis* Jacq.: Entomofauna, phenology of soil and litter production in the Saltinho Biological Reserve – PE.** 2020. Advisor: Ana Lícia Patriota Feliciano. Co-advisor: Luiz Carlos Marangon.

ABSTRACT

Invasive alien species threaten natural ecosystems, are efficient in the use of natural resources, have the ability to modify the characteristics of the invaded ecosystem, specifying its biodiversity. Some Conservation Units (UCs) in Brazil associate a species *Elaeis guineensis* as an invasive species, however, studies that proves an invasion of this species need to be carried out. Thus, the present study aimed to evaluate whether an exotic species *Elaeis guineensis* is causing negative effects on soil entomofauna, soil and litter in the Saltinho Biological Reserve - PE, as well as to evaluate its phenology. The phenology of the species was evaluated, the entomofauna and the contents of the macronutrients of the soil and litter were analyzed compared to two areas. For the phenological studies, 20 matrices of the species under study were selected, observing how vegetative and reproductive phenophases, monthly for a period of one year, and dendrophenogram were elaborated associating phenophases with climatic factors. To assess the possible environmental impact of the species on the environment using the soil entomofauna indicator, two areas were selected, one with the direct influence of the species *E. guineensis* (A1) and the other without influence (A2), as areas were at a distance approximately 50 m. Pitfall capture traps were installed, 10 in area A1 and 10 in A2, the collected organisms were screened and identified at order level. The number of orders in order of frequency was counted and the chi-square test was used to compare two areas. For the analysis of soil and litter, the same areas of the soil entomofauna methodology were used. In the soil collections, 10 were removed from each studied area, at a depth of 0-0.20 m, 15 cm away from the base of the palm trees in area A1 and randomly in A2, using a treatment to remove these people. Subsequently, the determination of macronutrients N, P, K, Ca and Mg was carried out. For the collection of litter, a square template of 0.25 x 0.25 m was used, randomly launched 10 times in each area. The collection the collection of soil and litter, the determination of macronutrients N, P, K, Ca and Mg was carried out. The results were compared using the T test at the level of 5% significance, with the aid of the statistical package R. The matrices were in constant defoliation, with homogenization in the litter of the areas with the presence of the studied species. The presence of fruits in the matrices was observed, during all studied period. The number of entomofauna visitors from the soil captured in the area with the presence of oil palm, was lower than the number sampled in the area without the influence of this species. The presence of *E. guineensis* is not causing significant changes in the characteristics of macronutrients in the soil and litter.

Keywords: Palm oil, phenology, macronutrients.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 Espécies exóticas invasoras	13
2.2 <i>Elaeis guineensis</i> Jacq.....	14
2.3 Fenologia	16
2.4 Entomofauna do solo	17
2.5 Solo e serapilheira	20
3. MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1 Caracterização da área de estudo	22
3.2 Fenologia	23
3.3 Entomofauna do solo	24
3.4 Solo e serapilheira	25
3.4.1 Solo.....	25
3.4.2 Serapilheira	26
3.5 Análise estatística	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
4.1 Variáveis climáticas.....	28
4.2 Fenologia	29
4.2.1 Fenofases vegetativas	29
4.2.2 Fenofases reprodutivas.....	32
4.3 Entomofauna do solo	35
4.4 Teores de macronutrientes no solo e serapilheira	38
4.4.1 Solo.....	38
4.4.2 Serapilheira	40
5. CONCLUSÃO	42
REFERÊNCIAS	43

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de localização da área de estudo na Reserva Biológica de Saltinho – PE.....	22
Figura 2. Recipientes plásticos utilizados para armazenamento dos insetos capturados nas armadilhas instaladas na Rebio de Saltinho – PE.....	25
Figura 3. Temperatura média (°C) e Pluviosidade (mm) na região de Tamandaré – PE durante o período de estudo, fevereiro de 2019 a janeiro de 2020.	28
Figura 4. Dendrofenograma de desfolhamento de <i>Elaeis guineensis</i> Jacq. na Reserva Biológica de Saltinho – PE e sua relação com os dados de temperatura média (°C) (a) e pluviosidade (mm) (b).	29
Figura 5. Dendrofenograma de enfolhamento de <i>Elaeis guineensis</i> Jacq. na Reserva Biológica de Saltinho – PE e sua relação com os dados de temperatura média (°C) (a) e pluviosidade (mm) (b).	31
Figura 6. Dendrofenograma de floração de <i>Elaeis guineensis</i> Jacq. na Reserva Biológica de Saltinho – PE e sua relação com os dados de temperatura média (°C) (a) e pluviosidade (mm) (b).	33
Figura 7. Dendrofenograma de frutificação de <i>Elaeis guineensis</i> Jacq. na Reserva Biológica de Saltinho – PE e sua relação com os dados de temperatura média (°C) (a) e pluviosidade (mm) (b).	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Análise fenológica quantitativa.....	23
Tabela 2. Número de indivíduos (NI), Frequência relativa (FR%) e teste qui-quadrado (χ^2) dos Arthropodes coletados na área com e sem a presença de <i>Elaeis guineensis</i> Jacq. na Reserva Biológica de Saltinho – PE	36
Tabela 3. Teores dos macronutrientes no solo em áreas com (A1) e sem (A2) a presença da espécie <i>Elaeis guineensis</i> Jacq. na Reserva Biológica de Saltinho – PE	39
Tabela 4. Teores dos macronutrientes na serapilheira em áreas com (A1) e sem (A2) a presença da espécie <i>Elaeis guineensis</i> Jacq. na Reserva Biológica de Saltinho – PE	40

1. INTRODUÇÃO

Espécies exóticas são aquelas que estão presentes em uma determinada área em que não ocorreriam se não houvessem sido introduzidas (MORO et al., 2012). Grande parte dos táxons introduzidos não causam problemas nos novos ambientes, no entanto, alguns conseguem formar populações estáveis sem a intervenção humana, passando assim a ser considerados naturalizados (RICHARDSON et al., 2000), quando, além de se reproduzir e manter populações viáveis, conseguem se dispersar para novas áreas, são consideradas invasoras (MORO et al., 2012).

As espécies exóticas invasoras ameaçam ecossistemas naturais, habitats e outras espécies, podendo até causar extinções locais. Segundo Dias et al. (2013), espécies invasoras são aquelas que, uma vez introduzidas (acidental ou intencionalmente) em uma área, tornam-se eficientes no uso dos recursos naturais como água e nutrientes e possuem a capacidade de modificar as características do ecossistema invadido, reduzindo a sua biodiversidade.

A espécie exótica *Elaeis guineensis* Jacq. é uma palmeira oleaginosa, da família Arecaceae, nativa da África, conhecida popularmente no Brasil como dendê ou óleo de palma. Essa espécie se adaptou bem ao clima úmido do litoral brasileiro, os óleos extraídos dos frutos do dendê são utilizados desde a culinária até a indústria siderúrgica e a dispersão das suas sementes é realizada por animais (zoocoria) (LOPES; CUNHA; RESENDE, 2012).

Algumas UCs pelo Brasil associam *Elaeis guineensis* como uma espécie invasora, dentre essas unidades estão o Parque Estadual de Dois Irmãos (PE) (IBAMA, 2014), a Reserva Biológica (Rebio) de Saltinho (PE) e a Rebio Guaribas (PB) (ICMBIO, 2012).

Em um estudo realizado na Rebio de Saltinho com a espécie *E. guineensis*, constatou-se que a mesma se encontra bem adaptada, com muitos indivíduos, tanto na fase adulta como regenerantes (SANTOS, 2014). No entanto, estudos que comprovem a invasão dessa espécie ainda precisam ser realizados.

Algumas características das espécies invasoras são determinantes no sucesso da sua disseminação, dentre as quais: alta taxa de crescimento (SAMPAIO; SCHMIDT, 2014), grande produção de sementes, longevidade das sementes no solo,

alta taxa de germinação, longos períodos de floração e frutificação, pioneirismo, ausência de inimigos naturais (GENOVESI, 2005), bem como grande quantidade de adultos reprodutivos na comunidade.

Desta forma, estudos sobre os possíveis efeitos causados pela presença dessas espécies, aos ambientes no qual foram inseridos, são de extrema relevância. As pesquisas fenológicas são necessárias para implantação de estratégias no controle e manejo de espécies invasoras. Comumente, as pesquisas fenológicas são associadas a fatores abióticos como as variáveis climáticas, principalmente a temperatura e a precipitação (MORELLATO et al., 2016), e fatores bióticos de floração, frutificação, mudança foliar e queda foliar, fazendo uma inter-relação entre esses eventos com uma ou mais espécies.

A fenologia de espécies com potencial invasor, em conjunto com outros estudos, apresenta respostas primordiais para o entendimento da sua rápida colonização em novos habitats.

A análise da entomofauna pode auxiliar na identificação de ecossistemas perturbados, uma vez que esses organismos são sensíveis a mudanças em seu habitat, por isso são considerados bons indicadores (ZAINA, 2011). Nos estudos em ambientes alterados, diversos organismos vêm sendo utilizados para essas avaliações (AZEVEDO et al., 2011). Segundo Baretta et al. (2011), a fauna do solo é afetada pela cobertura vegetal, pelo clima e pela disponibilidade de alimentos.

Estudar as características do solo e da serapilheira nas áreas de ocorrência de espécies com potencial invasor também é necessário para o entendimento do estabelecimento dessa espécie na área de sua ocorrência.

Desta forma, o presente estudo teve como objetivo geral avaliar se a espécie exótica *Elaeis guineensis* está causando efeitos negativos na entomofauna, no solo e na serapilheira na Reserva Biológica de Saltinho - PE, bem como avaliar a sua fenologia.

Como objetivos específicos, buscaram-se: avaliar as fenofases vegetativas e reprodutivas da espécie; analisar se a presença de *E. guineensis* está causando efeitos negativos na diversidade da entomofauna do solo e verificar se há mudanças

nos teores dos macronutrientes do solo e da serapilheira nas áreas com a presença de *E. guineensis*.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Espécies exóticas invasoras

O controle de espécies exóticas invasoras é um dos grandes desafios do mundo moderno, no entanto, antes de se controlar, é preciso conhecer quais espécies estão causando transtornos aos ambientes nos quais estão inseridas, bem como, quais as características que fazem com que as mesmas tenham mais sucesso do que as espécies nativas.

Espécies exóticas normalmente são introduzidas ao novo ambiente pelo homem, seja de forma acidental ou intencional. Desde os primórdios, a movimentação de plantas e animais de uma região a outra sempre foi necessária para suprir as necessidades humanas, acarretando, assim, a introdução de espécies em áreas onde antes não eram encontradas. Quando tais espécies superam as barreiras geográficas e ambientais, conseguindo estabelecer populações viáveis, causando efeitos negativos às espécies nativas, bem como afetando os ecossistemas em que estão inseridas, passam a ser consideradas invasoras (ISSG, 2010).

Essas espécies, muitas vezes, são responsáveis pela diminuição de espécies nativas (GAERTNER et al., 2009), podendo causar mudanças nas características do solo (ZHANG et al., 2009), alterando a disponibilidade de nitrogênio (CHEN et al., 2009) e outros nutrientes, como também causando diminuição na abundância de microrganismos edáficos e de insetos polinizadores (VILÀ et al., 2011).

Essl et al. (2011), em seus estudos na Europa, destacaram que as espécies exóticas que causam mais problemas não são derivadas de introduções recentes, e sim as que foram introduzidas há algumas décadas, e muitas delas são indicadoras de atividades econômica.

Segundo Thomas (2016), os transtornos ocasionados por espécies invasoras estão disponíveis em diversos países, porém de forma pouco detalhada, não mostrando muitas vezes a intensidade dos impactos. Além da falta de informações a respeito desses impactos e de sua associação com a flora nativa, os mesmos variam de uma região para outra (HEJDA; PYŠEK; JAROŠÍK, 2009).

Devido à elevada taxa de espécies exóticas invasoras encontradas pelo mundo, os países vêm se mobilizando a respeito dessa temática. A Europa, a partir do regulamento 1143/2014, estabeleceu a necessidade de identificar as espécies que causam mais danos aos ambientes nativos, criando uma lista de espécies prioritárias, esta lista deverá ser atualizada gradativamente (PARLAMENTO EUROPEU E CONSELHO, 2014).

O Brasil assumiu algumas metas com o intuito de minimizar os impactos ocasionados pelas espécies exóticas invasoras. As Metas de Aichi, instituídas na Convenção de Diversidade Biológica em 2010, estabeleceu que até 2020 espécies invasoras tenham sido identificadas e priorizadas, e as espécies prioritárias deverão estar controladas ou erradicadas (CDB, 2019). Outra meta assumida pelo Brasil a respeito dessa temática é a do Desenvolvimento Sustentável, cujo objetivo é evitar e reduzir a introdução de espécies invasoras, até 2020, bem como, controlar ou erradicar tais espécies (ONU, 2019). Vale ressaltar que, até o presente momento, agosto de 2020, muitas espécies invasoras não foram nem ao menos identificadas.

A última atualização do CONABIO, para a Estratégia Nacional de espécies exóticas invasoras, teve como objetivo incentivar pesquisas científicas para servirem de subsídios na prevenção, controle e mitigação dos impactos gerados pelas espécies invasoras (MMA, 2018).

No entanto, muitas pesquisas ainda precisam ser realizadas para o conhecimento das espécies invasoras, pois é a partir desses estudos que poderão ser tomadas medidas para o controle e erradicação dessas espécies.

2.2 *Elaeis guineensis* Jacq.

Elaeis guineensis Jacq. é uma palmeira oleaginosa, perene, do gênero *Elaeis*, pertencente à classe Equisetopsida (Monocotiledônea), ordem Arecales, família Arecaceae, conhecida popularmente no Brasil como dendê. É uma espécie nativa da África, foi introduzida no Brasil no século XVII, onde se adaptou muito bem ao clima úmido do litoral (LOPES; CUNHA; RESENDE, 2012).

Possui sistema radicular do tipo fasciculado, tronco ereto, sem ramificações, anelado. Suas folhas são compostas pinadas, quanto a sua floração, é uma espécie monóica (produz flores masculinas e femininas na mesma planta), sua frutificação é em cachos com frutos de formato ovóide. Dos seus frutos, são extraídos óleos que são utilizados na culinária, na indústria farmacêutica, na fabricação de cosméticos e produtos de limpeza e na produção de biocombustíveis (LOPES; CUNHA; RESENDE, 2012). Segundo os mesmos autores, a partir de 1950, o plantio dessa espécie foi intensificado em várias partes do mundo.

Os maiores produtores de óleo de palma no mundo são Indonésia e Malásia, juntas produzem mais de 80% da produção mundial, o Brasil fica em nono lugar entre os dez maiores produtores mundiais (ABRAPALMA, 2019). Segundo Borges; Collicchio; Campos (2016), da produção do óleo no País, 90% são produzidos no Pará.

Por se tratar de uma espécie comercialmente importante para a economia, as pesquisas a respeito do dendê são mais voltadas para o controle de pragas e o seu melhoramento genético, em buscas de plantas cada vez mais resistentes e produtivas. Porém, alguns estudos vêm sendo desenvolvidos pelo mundo a respeito da contribuição da cultura do dendê para o desmatamento. No entanto, segundo Fitzherbert et al. (2008), devido à falta de dados confiáveis sobre a cobertura da terra, fica difícil de quantificar até onde o dendê é causa direta do desmatamento.

Em estudos comparando a biodiversidade das florestas tropicais com as plantações de dendê, Fitzherbert et al. (2008) comentam que, nas áreas de ocorrência dos dendezeiros, são encontradas em média apenas 15% das espécies vegetais e animais, quando comparados às florestas nativas. Bernard; Fjeldså; Mohamed (2009) comentam que, em países como Indonésia e Malásia, grandes áreas de florestas foram transformadas em plantios de dendê, acarretando efeitos negativos sobre a fauna, como redução no número de indivíduos, ausência de ordens importantes para a ciclagem de nutrientes e aumento de espécies insetos pragas.

Outros estudos foram desenvolvidos para avaliar os efeitos negativos da cultura do dendê para a fauna, como os realizados por Fayle et al. (2010), onde encontraram uma diminuição no número de formigas nas áreas de plantio. Brühl; Eltz (2009),

também em estudos com formiga, em Sabah, Malásia, encontraram uma redução em riqueza de espécie nas áreas dos dendezeiros, quando comparados às áreas de floresta nativa. Já Azhar et al. (2011) observaram uma diminuição na riqueza de aves nos plantios de dendê. Cunha; Montag; Juen (2015), estudando os efeitos da presença do dendê no Brasil na região Pará, observaram uma redução na ordem Hemiptera.

2.3 Fenologia

A fenologia de uma espécie acompanha as diferentes fases do seu ciclo de vida como: crescimento, desenvolvimento, reprodução e senescência (NUNES et al., 2018). À medida que os estudos foram avançando, alguns autores como Ramalho; Marangon (1989), perceberam que os fatores climáticos influenciam nas diferentes fases de uma espécie. Desta forma, passaram a estudar a fenologia, associando fatores bióticos, reprodutivos (floração e frutificação) e vegetativos (mudança foliar e queda foliar), em conjuntos com os fatores abióticos. Segundo Morellato et al. (2016), são utilizados rotineiramente os dados de precipitação e temperaturas.

Fatores como nutrição e polinização também influenciam de forma expressiva para os padrões fenológicos das espécies (ALENCAR, 1994). As pesquisas fenológicas são uma importante ferramenta para entender a dinâmica das plantas, sendo possível identificar as diferentes respostas às condições climáticas e edáficas (VIEIRA; CARVALHO, 2009). Segundo Souza et al. (2014), a partir destes, outros estudos como biologia reprodutiva, época de coleta de frutos e sementes e dispersão são mais facilmente desenvolvidos.

Morellato et al. (2016) comentam que os estudos da fenologia foliar estão ligados a processos ecossistêmicos relacionados com trocas gasosas, sequestro de carbono e relações com a água, bem como a interação entre plantas e herbívoros, pois quando há mudanças na produção de folhas isso afeta significativamente a população de insetos.

Já a fenofase de frutificação, está mais associada a aves e mamíferos. Na dieta desses animais, normalmente os frutos e sementes estão presentes e, por sua vez, a

grande parte das plantas tropicais tem seus frutos dispersos por animais (HAWES; PERES, 2014). Desta forma, há uma associação positiva, tanto para as plantas quanto para os animais.

Os fatores ambientais têm relação com o período de floração das espécies, podendo induzir ou inibir esse processo (SAMPAIO, 2016). A fase de floração é uma etapa primordial para o sucesso reprodutivo das plantas dentro de uma população (MUNGUÍA-ROSAS et al., 2011). No caso das espécies indesejáveis, o conhecimento desse período se torna essencial para o seu controle, uma vez que medidas para interromper o processo de floração sejam tomadas, não haverá polinização e fecundação e, como consequência, ausência de frutos, não existindo desta forma germinação e dispersão dessas espécies.

A rápida colonização de uma espécie poderá estar associada a mudanças climáticas, distúrbios e/ou estratégias fenológicas distintas (WOLKOVICH; CLELAND, 2011). Segundo os mesmos autores, tais estratégias seriam: maior amplitude nas fases fenológicas e brotação e frutificação variando de acordo com o clima.

O sucesso de *E. guineensis* na área de estudo poderá estar relacionado com as características biológicas da planta, bem como pelas possíveis alterações causadas pela sua presença. Podendo ser desde a redução de indivíduos da entomofauna, pela modificação da cobertura vegetal (BARETTA et al., 2011), até mudanças nas características do solo (ZILLER; GALVÃO, 2002). Sendo, desta forma, primordial o estudo da espécie e do ambiente com a sua presença.

2.4 Entomofauna do solo

A entomofauna do solo compõe os principais integrantes das cadeias tróficas do solo, sendo responsáveis por serviços ecossistêmicos como polinização, controle de patógenos, ciclo da matéria orgânica, de energia e ciclagem de nutrientes (JEFFERY et al., 2010; NORIEGA et al., 2018). Nos ecossistemas em recuperação, as funções exercidas por esses insetos são essenciais para o seu reestabelecimento, porém, em muitos casos, só o estudo da flora é realizado, não levando em

consideração o importante do papel desses organismos (CRISTESCU; FRÈRE; BANKS, 2012).

A fauna edáfica é um excelente bioindicador da qualidade e da degradação ambiental. Segundo Melo et al. (2009), são sensíveis às alterações causadas nas condições físico-químicas do solo, na temperatura, umidade, vegetação, precipitação, entre outros. Azevedo et al. (2011) relatam que esses organismos são sensíveis às mudanças no ambiente e participam de processos ambientais e a sua abundância está relacionada à heterogeneidade dos ecossistemas. Sendo desta forma, a observação desse grupo de organismos, fundamentais em áreas com ambientes alterados.

As mudanças ocorridas nos ambientes afetam esses artrópodes do solo, fazendo com que os mesmos respondam através da diminuição ou aumento do número de indivíduos. Para Azevedo et al. (2010), as mudanças ocorridas na cobertura do solo causam alterações na densidade e diversidade na fauna edáfica. Algumas ordens são importantes bioindicadoras em estudos ambientais, dentre as quais Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera e Orthoptera (BROWN, 1997). A presença, ausência, aumento ou diminuição dessas ordens pode indicar estado de conservação ou degradação ambiental.

Existem diferentes formas de se classificar a fauna do solo, levando em consideração o seu tamanho corporal, são classificadas em: microfauna (menores que 100 μm); mesofauna (entre 100 μm e 2 mm); e, macrofauna (entre 2 e 20 mm) (ANDERSON, 1988).

De acordo com o hábito alimentar dos insetos, estes são classificados como especialista ou generalista. As espécies de insetos especialistas são as que mais sofrem com toda alteração no seu habitat, diferentemente das generalistas, que são mais adaptadas às mudanças ambientais, devido a sua vasta gama de plantas hospedeiras, hábitos alimentares, plasticidade comportamental e adaptabilidade climática (VAN STRIEN et al., 2016).

Já, levando em consideração o tempo de permanência durante o seu ciclo de vida, os insetos, são classificados em (HOLE, 1981):

- Permanente: Todos os estágios do animal vivem no solo. Ex: Acari, Collembola;

- Temporário: Um estágio do animal ativo no solo, outro não. Ex: Larvas de muitos insetos;
- Periódico: O animal se move para dentro e fora do solo frequentemente. Ex: Formas ativas de muitos insetos;
- Alternante: Uma ou mais gerações no solo, outras acima do solo. Ex: Alguns afídeos e vespas;
- Transiente: Estágios inativos no solo (ovos, pupas). Ex: Muitos insetos; e
- Acidental: O animal cai ou é carregado pela chuva. Ex: Insetos que vivem na copa das árvores.

Os organismos classificados como permanentes são considerados os melhores bioindicadores da qualidade do solo, pois, como os mesmos permanecem todo o seu ciclo de vida no solo, são mais vulneráveis às mudanças no ambiente do que os outros organismos que passam só um período da sua vida nesses ambientes, possuindo assim diferentes estratégias de vida (JEFFERY et al., 2010).

De forma geral, a perda da biodiversidade da fauna edáfica está relacionada com as atividades humanas como caça, intensificação agrícola, industrialização, urbanização e o desmatamento (CEBALLOS; EHRLICH; DIRZO, 2017; MAXWELL et al., 2016). Outro fator determinante para essa perda é a presença de espécies vegetais invasoras.

Em uma pesquisa global, ficou comprovado que 56% dos casos onde havia plantas invasoras, estas estavam causando efeitos negativos na comunidade de insetos, causando uma redução na abundância e diversidade (SCHIRMEL et al., 2016). Hengstum et al. (2014) comentam que o aumento na densidade de palmeiras exóticas invasoras poderá ocasionar uma diminuição na disponibilidade de artrópodes presentes na serapilheira.

A crescente diminuição em abundância de insetos é um fato bastante preocupante, uma vez que esse grupo animal é o mais abundante na natureza e desempenha importante papel na manutenção dos ecossistemas (MAY, 2010). Segundo Lister; Garcia (2018), em um estudo realizado em florestas tropicais de Porto Rico, apontou que, em um período de 36 anos, houve uma perda de mais de 70% de artrópodes.

Em áreas alteradas pela presença de espécies invasoras, seria interessante o estudo da entomofauna, em conjunto com as análises das características do solo e serapilheira, pois, de acordo com Azevedo et al. (2010), as mudanças ocorridas na cobertura do solo causam alterações na densidade e diversidade na fauna edáfica.

2.5 Solo e serapilheira

As plantas necessitam de nutrientes para o seu desenvolvimento e, de acordo com a quantidade exigida, esses podem ser considerados como macronutrientes: Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Enxofre (S), Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) (NUNES et al., 2013); e micronutrientes: Boro (B), Cloro (Cl), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Molibdênio (Mo), Níquel (Ni) e Zinco (Zn) (BIANCHIN et al., 2017). Segundo Corrêa et al. (2006), esses nutrientes estão em constante transferência no sistema solo-planta, onde as plantas absorvem esses nutrientes para o seu desenvolvimento e devolvem ao solo em forma de serapilheira.

A serapilheira desempenha importante papel na fertilidade do solo, ela recebe os restos vegetais (folhas, flores, frutos, troncos, galhos e raízes), decompõe todo esse material e devolve, ao solo e raízes, nutrientes e matéria orgânica (EWEL, 1976). Para Didion et al. (2016), a decomposição da serapilheira é um processo fundamental para a transferência de nutrientes para o solo.

Segundo Lopes et al. (2009), a deposição e decomposição da serapilheira são essenciais para o crescimento e desenvolvimento das plantas, pois através desse processo ocorre a ciclagem de nutrientes, que é a principal forma de entrada de nutrientes para a planta. Nos locais em que houver uma diminuição ou alteração na serapilheira, poderá acarretar em uma mudança no fluxo de nutrientes, o que vem a prejudicar a fertilidade do solo (FERREIRA et al., 2014).

A decomposição da serapilheira é influenciada por fatores como: temperatura do ar e do solo, umidade relativa do solo, bem como a precipitação (JEYANNY et al., 2015). A precipitação e a temperatura influenciam na deposição da serrapilheira, de modo geral, locais com elevada precipitação normalmente apresentam maior

produção de biomassa do que em regiões com escassez de chuva (INKOTT et al., 2015).

Algumas espécies invasoras modificam o ciclo da matéria orgânica, uma vez que produzem muita serapilheira, que se decompõe rapidamente. Segundo Aragón et al. (2014), devido à eficiência na utilização dos recursos disponíveis no solo, normalmente as espécies invasoras consomem os próprios nutrientes.

As características e disponibilidade da serapilheira vão depender das espécies que estão presentes no dossel da floresta, bem como das condições edafoclimáticas. A disponibilidade de nutrientes presentes nas coberturas do solo favorece os microrganismos decompositores (DICKOW; MARQUES; PINTO, 2009), sendo estes os primeiros prejudicados com as alterações ocorridas com esses materiais vegetais. Além dos organismos decompositores, outras espécies pertencentes à entomofauna sofrem em decorrência da modificação da serapilheira com a perda de habitats.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área de estudo

O estudo foi desenvolvido na Reserva Biológica (REBIO) de Saltinho, a qual foi criada 1983 pelo Decreto nº 88.744/1983 e anteriormente denominada Estação Florestal Experimental (Eflex), desta forma, há locais onde foram instalados experimentos tanto de espécies nativas como de exóticas. Está localizada nos municípios pernambucanos de Tamandaré e Rio Formoso, entre as coordenadas 08°44'13" e 08°43'09" Latitude Sul e 35°10'11" e 35°11'02" Longitude Oeste, possuindo uma área de 475,21 hectares (IBAMA, 2003) (Figura 1).

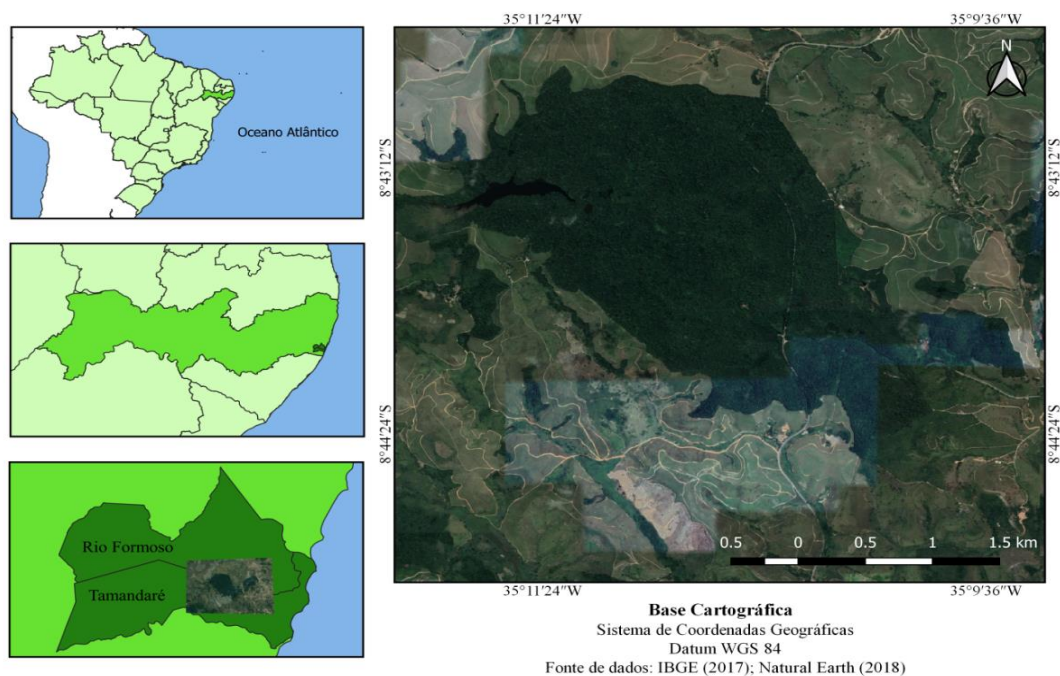


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo na Reserva Biológica de Saltinho – PE.

Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo tropical úmido (As'), com média de precipitação pluviométrica de 1.500 mm e temperatura anual variando entre 22°C e 26°C (IBAMA, 2003).

A tipologia predominante na área, segundo a classificação de Veloso; Rangel Filho; Lima (1991), é a Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas.

3.2 Fenologia

Foram selecionados 20 indivíduos adultos da espécie *Elaeis guineensis*, obedecendo a uma distância mínima de 10 metros (ROCHA et al., 2015), na Reserva Biológica (REBIO) de Saltinho, utilizando como critério de seleção indivíduos em perfeitas condições de desenvolvimento, livres de patógenos e pragas. Os mesmos foram etiquetados, numerados e suas localizações georreferenciadas com o auxílio de um GPS.

As observações fenológicas foram realizadas mensalmente durante o período de fevereiro de 2019 a janeiro de 2020. Durante as observações, foram analisadas as fenofases vegetativas: enfolhamento (folhas jovens) e desfolhamento (folhas amarelas e caindo) (CHAGAS, 2019); e reprodutivas: floração (presença de botões e/ou flores abertas) e frutificação (frutos verdes e maduros). Após a coleta de dados, foram analisadas a ocorrência das fenofases, sua intensidade e sincronia (MORELLATO, 1991).

Seguindo a metodologia proposta por Fournier (1974), a intensidade das fenofases foi estimada para cada característica, usando uma escala semiquantitativa de cinco categorias de 0 a 4 (Tabela 1).

Tabela 1. Percentual da intensidade de Fournier, escala semiquantitativa com cinco categorias

Valores atribuídos	Amplitude de ocorrência da fenofases
0	Ausência da fenofases
1	Ocorrência de fenofases entre 1 e 25%
2	Ocorrência de fenofases entre 26 e 50%
3	Ocorrência de fenofases entre 51 e 75%
4	Ocorrência de fenofases entre 76 e 100%

Fonte: Fournier-Origgi; Charpantier-Esquivel (1975).

Para a avaliação da sincronia dos eventos fenológicos, foram considerados assincrônico: <20%; pouco sincrônico: 20–60%; e altamente sincrônico: >60% (BENCKE; MORELLATO, 2002). Este método consiste apenas no registro da presença ou ausência das fenofases, é também conhecido como índice de atividade e está relacionado com a quantidade de indivíduos que apresentam a fenofase num determinado período.

Os dados de precipitação e temperatura utilizados no estudo foram obtidos na Agência Pernambucana de Águas e Clima, no Instituto Nacional de Meteorologia (APAC, 2019).

Após a coleta de dados, foram analisadas as ocorrências das fenofases vegetativas e reprodutivas, sua intensidade e sincronia. Foram construídos dendrofenogramas, relacionando as fenofases vegetativas e reprodutivas, com variáveis climáticas de precipitação e temperatura. As representações gráficas foram realizadas com o auxílio do *Microsoft Office Excel for Windows*™ 2010.

3.3 Entomofauna do solo

Para avaliar se a presença da espécie *E. guineensis* está causando efeitos sob a entomofauna do solo, foram utilizadas duas áreas na Rebio de Saltinho para este estudo, a primeira área onde o dendê prevalecia (A1) e a segunda (A2), com a ausência dessa espécie, distanciadas em aproximadamente 50 metros. As coletas foram realizadas em junho de 2019, a temperatura média no período da coleta foi de 26,7°C e houve uma precipitação pluviométrica de 319,9 mm.

As palmeiras presentes na A1 não foram resultados do plantio da espécie na época dos experimentos, trata-se de indivíduos que foram se reproduzindo e alcançando novos locais no decorrer do tempo. Com exceção da presença e ausência do dendê, as áreas A1 e A2 possuem características da flora semelhantes.

As armadilhas de captura utilizadas foram do tipo *pitfall*, confeccionadas com garrafas pet, com 10 cm de largura e 15 cm de altura, contendo líquido conservante composto por 200 ml de água, 3 gotas de detergente e 10 g de cloreto de sódio, em cada recipiente. As armadilhas foram distribuídas de forma aleatória, em junho de

2019, 10 na área A1 e 10 na A2, conforme a metodologia de Moreira; Huising; Bignell (2010), permaneceram no solo por 48 horas e posteriormente retiradas.

Os insetos capturados nas armadilhas foram encaminhados ao Laboratório de Proteção Florestal da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), passando por um processo de triagem, descartando-se os restos vegetais presentes nas amostras.

Os insetos foram armazenados e conservados em recipientes plásticos, contendo álcool 70% (Figura 2), para identificação taxonômica, em nível de ordem, seguindo as chaves ilustradas de identificação (BUZZI, 2008; TRIPLEHORN; JOHNSON, 2011), e quantificação dos insetos, por cada ordem.



Figura 2. Recipientes plásticos utilizados para armazenamento dos insetos capturados nas armadilhas instaladas na Rebio de Saltinho – PE.

3.4 Solo e serapilheira

Para analisar se a presença de *E. guineensis* está causando alterações nas características químicas do solo e serapilheira, utilizou-se duas áreas distintas na Rebio de Saltinho: A1 – área com presença do dendê; e A2 – área com ausência dessa espécie. Essas áreas foram as mesas utilizadas para o estudo da entomofauna do solo.

3.4.1 Solo

Nas coletas de solo, foram retiradas 10 amostras da área A1 e 10 da área A2, na profundidade 0 m - 0,20 m, distante 15 cm da base das palmeiras na área A1 e de

forma aleatória na A2. Foi utilizado um trado para a retirada das amostras em ambas as áreas. O material foi colocado em sacos plásticos previamente identificados e encaminhados ao Laboratório de Dendrologia da UFRPE, onde foram depositados em bancada para a secagem. Depois de secos, foram destorroados e passados em peneira de 2 mm para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA).

As extração e determinação dos macronutrientes N, P, K, Ca e Mg do solo foram realizadas da seguinte forma: O N e P foram extraídos por meio da digestão sulfúrica, o K, Ca e Mg, através do Mehlich 1 (TEDESCO et al., 1995; EMBRAPA, 2011). Com isso, o N foi determinado por meio de destilação e titulação, de acordo com o método Kjeldahl (TEDESCO et al. 1995), o P foi dosado por colorimetria, o Ca e Mg determinado através da espectrofotometria de absorção atômica e o K por fotometria de chama (EMBRAPA, 2011).

3.4.2 Serapilheira

Para a coleta da serapilheira, foi utilizado um gabarito quadrado de 0,25 m x 0,25 m (0,0625 m²), lançado aleatoriamente por 10 vezes na área A1 e 10 vezes na área A2. O material contido no gabarito (folhas, ramos, sementes, frutos, flores e miscelânea) foi armazenado em sacos plásticos previamente identificados e encaminhados ao Laboratório de Dendrologia da UFRPE. Foi realizada uma triagem nas amostras de serapilheira para a retirada de solo que estava aderido nas amostras, em seguida, a serapilheira foi colocada em sacos de papel e depositadas em estufa a uma temperatura de 70° C até atingir peso constante. Posteriormente, todo material foi pesado em balança analítica de precisão, triturados em moinho do tipo Willey e armazenados para posterior determinação dos macronutrientes N, P, K, Ca e Mg.

A extração de N e P se deu por digestão sulfúrica. O K, Ca e Mg foram digeridos em micro-ondas, utilizando-se digestão úmida. Para a determinação de N, foi utilizado o método Kjeldahl, proposto por Tedesco et al. (1995), mediante destilação e titulação. O P foi dosado por colorimetria (BRAGA; DEFELIPO, 1974), o K por fotometria de chama e, por fim, o Ca e Mg, por espectrofotometria de absorção atômica (TEIXEIRA et al., 2017).

3.5 Análise estatística

Na avaliação do comportamento ecológico dos organismos nas áreas, foi contabilizado o número de indivíduos por ordem, por área e sua frequência. Para a comparação das duas áreas, foi utilizado o teste Qui-quadrado (CRAWLEY, 2005).

Os teores dos macronutrientes do solo e serapilheira, encontrados nas duas áreas (A1 e A2), foram comparados pelo teste T no nível de 5% de significância, com auxílio do pacote estatístico R *Core Team* (2017).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Variáveis climáticas

Durante o período de estudo, fevereiro de 2019 a janeiro de 2020, houve uma pluviosidade média de aproximadamente 151 mm de chuva mensal, os meses de maior e menor precipitação foram julho de 2019, com 324,3 mm, e novembro de 2019, com 0,7 mm, respectivamente, havendo, desta forma, uma variação de 323,6 mm de chuva nos meses estudados (Figura 3).

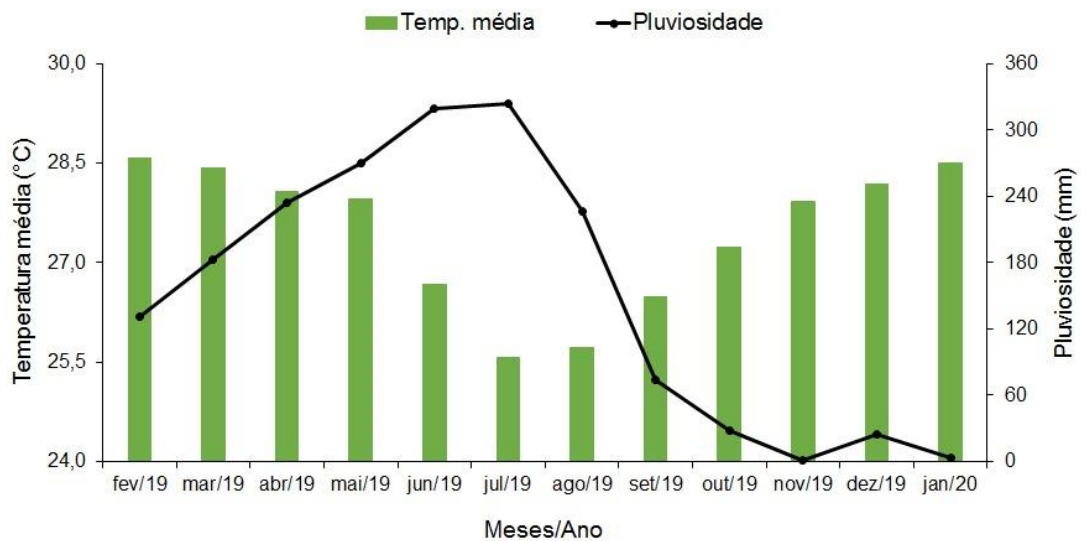


Figura 3. Temperatura média (°C) e Pluviosidade (mm) na região de Tamandaré – PE durante o período de estudo, fevereiro de 2019 a janeiro de 2020.

Já em relação a temperatura média no mesmo período, teve uma variação de 2,9°C, sendo fevereiro de 2019 o mês mais quente, com 28,6°C, e agosto de 2019, o mais frio, com 25,7°C, a média foi de 27,4°C (Figura 3).

As temperaturas e precipitações observadas durante o período de estudo estão dentro dos parâmetros para o desenvolvimento da espécie. Em locais com temperaturas variando entre 25 a 27°C (CORLEY E TINKER, 2016) e precipitações anuais entre 1.800 mm a 2.000 mm (CUNHA et al., 2007), são observadas as maiores produções de *E. guineensis*.

4.2 Fenologia

4.2.1 Fenofases vegetativas

Na Figura 4, podem ser observados os dados referentes ao desfolhamento de *Elaeis guineensis* Jacq. na Reserva Biológica de Saltinho – PE e sua relação com a temperatura média (°C) e pluviosidade (mm). A queda de folhas de dendê ocorreu de forma contínua e altamente sincrônica, pois mais de 60% dos indivíduos avaliados manifestaram ao mesmo tempo a fenofase durante todo período de avaliação, iniciando no mês de fevereiro de 2019 e permanecendo até o mês de janeiro de 2020. Percebeu-se que em média 91,5% das plantas matrizes apresentaram esse comportamento.

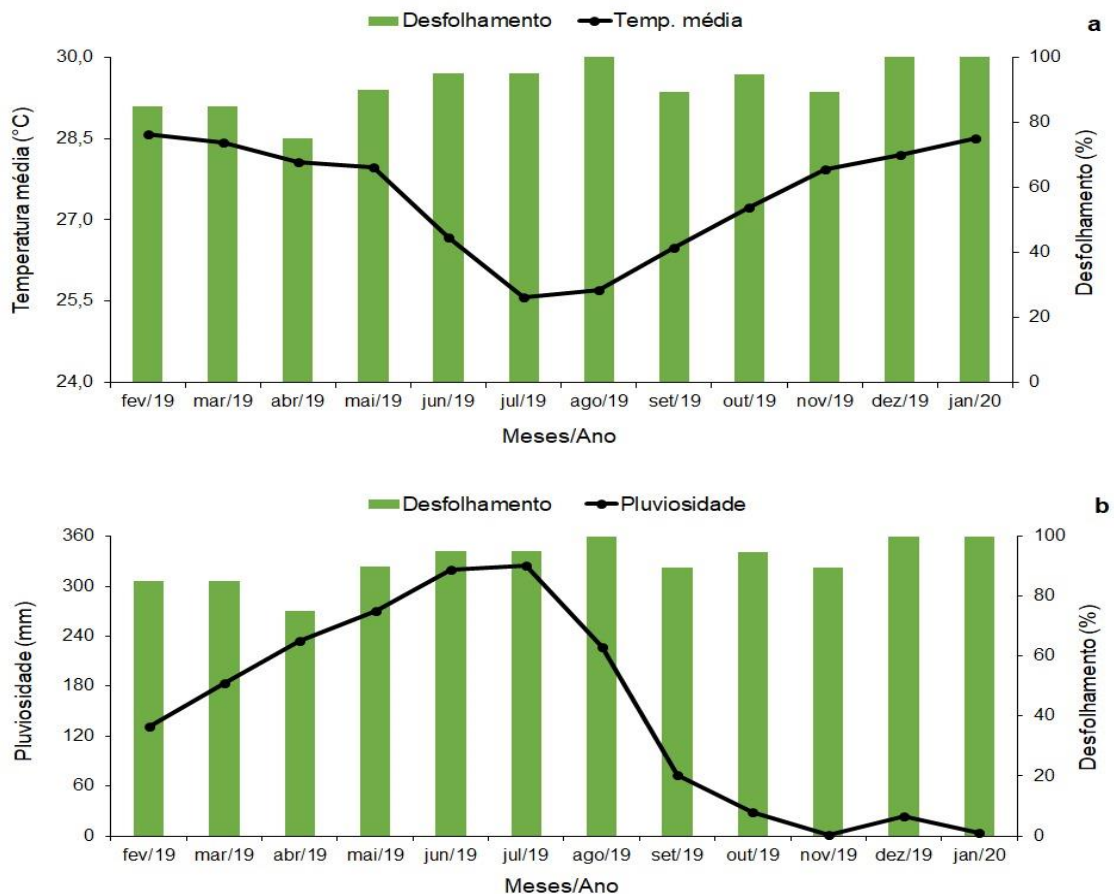


Figura 4. Dendrofenograma de desfolhamento de *Elaeis guineensis* Jacq. na Reserva Biológica de Saltinho – PE e sua relação com os dados de temperatura média (°C) (a) e pluviosidade (mm) (b).

De acordo com os resultados (Figura 4), notou-se que o desfolhamento ocorreu de forma altamente sincrônica, no período de abril de 2019, mostrou o menor percentual para queda foliar com 75%, enquanto nos meses de agosto e novembro de 2019 e dezembro de 2020, este comportamento foi observado em 100% das plantas.

Com a constante queda foliar, as áreas nas quais os dendês estão inseridos apresentam uma grande quantidade de serapilheira dessa espécie, causando alterações nos habitats, podendo acarretar efeitos negativos na entomofauna do solo. Segundo Azevedo et al. (2011), esses organismos são sensíveis às alterações no ambiente e a sua abundância tem relação direta com a heterogeneidade dos ambientes.

Na Figura 5, verificam-se os dados do enfolhamento de *Elaeis guineensis* Jacq. na Reserva Biológica de Saltinho – PE e sua relação com os dados de temperatura média (T°C) e pluviosidade (mm).

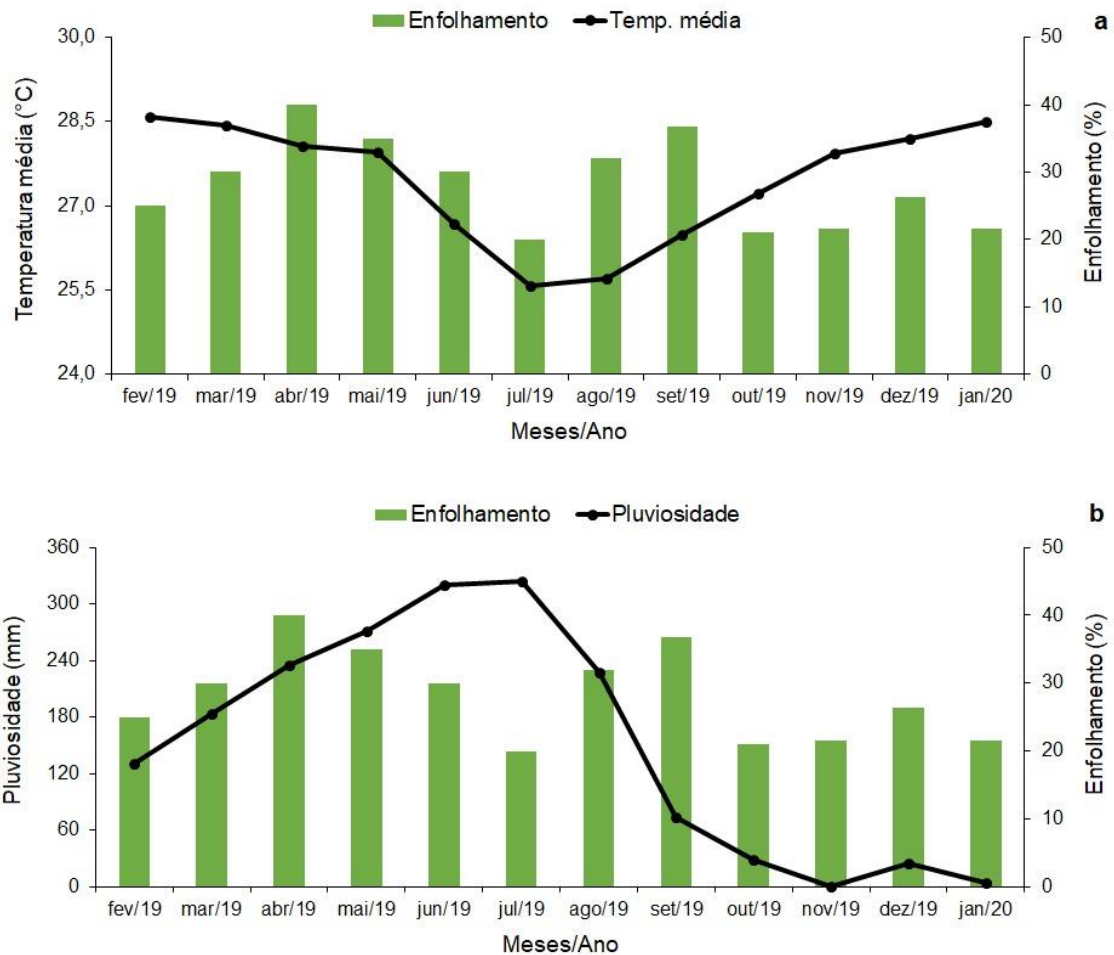


Figura 5. Dendrofenograma de enfolhamento de *Elaeis guineensis* Jacq. na Reserva Biológica de Saltinho – PE e sua relação com os dados de temperatura média (°C) (a) e pluviosidade (mm) (b).

O enfolhamento também ocorreu durante todos os meses de estudo (Figura 5), no entanto, de forma menos intensa que o desfolhamento (Figura 4). Essa fenofase ocorreu de forma pouco sincrônica durante todo período analisado. Foram observados que 28,25% dos indivíduos apresentavam essa fenofase. Os meses que apresentaram as plantas matrizes com maior e menor intensidade de enfolhamento foram abril e julho com 40% e 20%, respectivamente.

Rocha et al. (2015), pesquisando a espécie *Copernicia prunifera*, da família Arecaceae, a mesma do dendê, observaram que houve relação entre os dados fenológicos de enfolhamento e desfolhamento com as variáveis climáticas. Diferentemente do que foi observado neste estudo com a espécie *E. guineensis*. Esse

fato pode ter ocorrido devido à variação de temperatura, durante o período estudado, ter sido baixa, mais ou menos 3°C.

As atividades das fenofases vegetativas podem ser observadas durante todo período de estudo, fevereiro de 2019 a janeiro de 2020, mostrando uma dessincronia entre os indivíduos, o mesmo comportamento foi observado por Chagas et al. (2019) em suas pesquisas com a mesma espécie, *E. guineensis*, em uma unidade acadêmica no Rio Grande do Norte, onde tanto o enfolhamento quanto o desfolhamento foram registrados nos períodos estudados.

A presença de folhas novas no dendê é um ponto positivo para a sua reprodução. De acordo com Corley e Tinker (2016), para cada enfolhamento, uma inflorescência crescerá, desta forma, quanto maior a emissão foliar se espera uma maior produção de cachos.

4.2.2 Fenofases reprodutivas

No acompanhamento fenológico das fenofases reprodutivas, de fevereiro de 2019 a janeiro de 2020, em relação à floração, não foram observadas matrizes com presença de flores no período de fevereiro a agosto de 2019, estas só estiveram presentes a partir de setembro de 2019, ocorrendo de forma assincrônica, ou seja, menos de 20% das espécies avaliadas apresentaram flores (Figura 6). Já no mês de outubro e novembro de 2019, de forma pouco sincrônica, e dezembro de 2019 e janeiro de 2020, de forma altamente sincrônica.

Nos meses em que foram observadas as elevadas taxas de precipitação durante o período estudado (Figura 3), não foi possível observar a presença de flores nas matrizes analisadas, estas só começaram a surgir a partir do mês de setembro de 2019, no qual foi observado 73,6 mm de chuva. Nos demais meses, houve uma precipitação média 14 mm e aproximadamente 60% de palmeiras apresentaram flores (Figura 6).

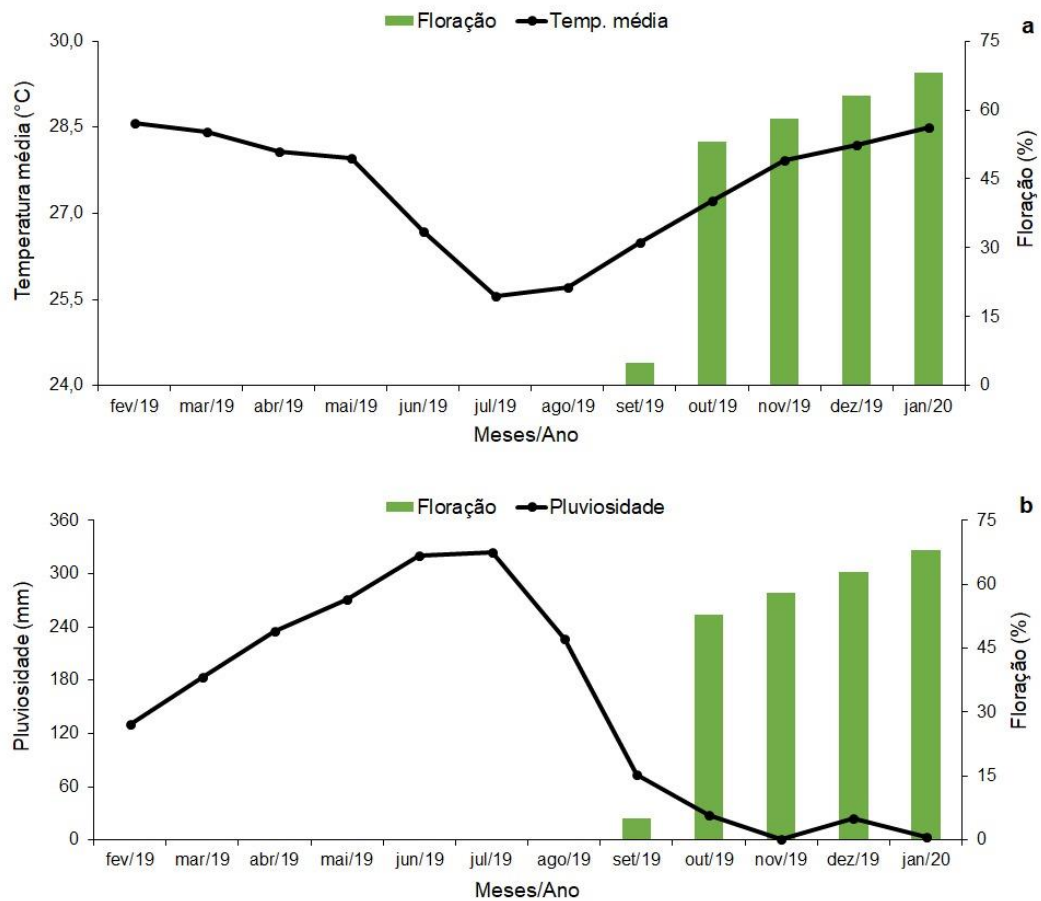


Figura 6. Dendrofenograma de floração de *Elaeis guineensis* Jacq. na Reserva Biológica de Saltinho – PE e sua relação com os dados de temperatura média (°C) (a) e pluviosidade (mm) (b).

Já a frutificação, ocorreu durante todos os meses de estudo, ocorrendo de forma pouco sincrônica de fevereiro a maio de 2019; de junho a novembro de 2019, de forma assincrônica; e de dezembro de 2019 a janeiro de 2020, de forma pouco sincrônica (Figura 7).

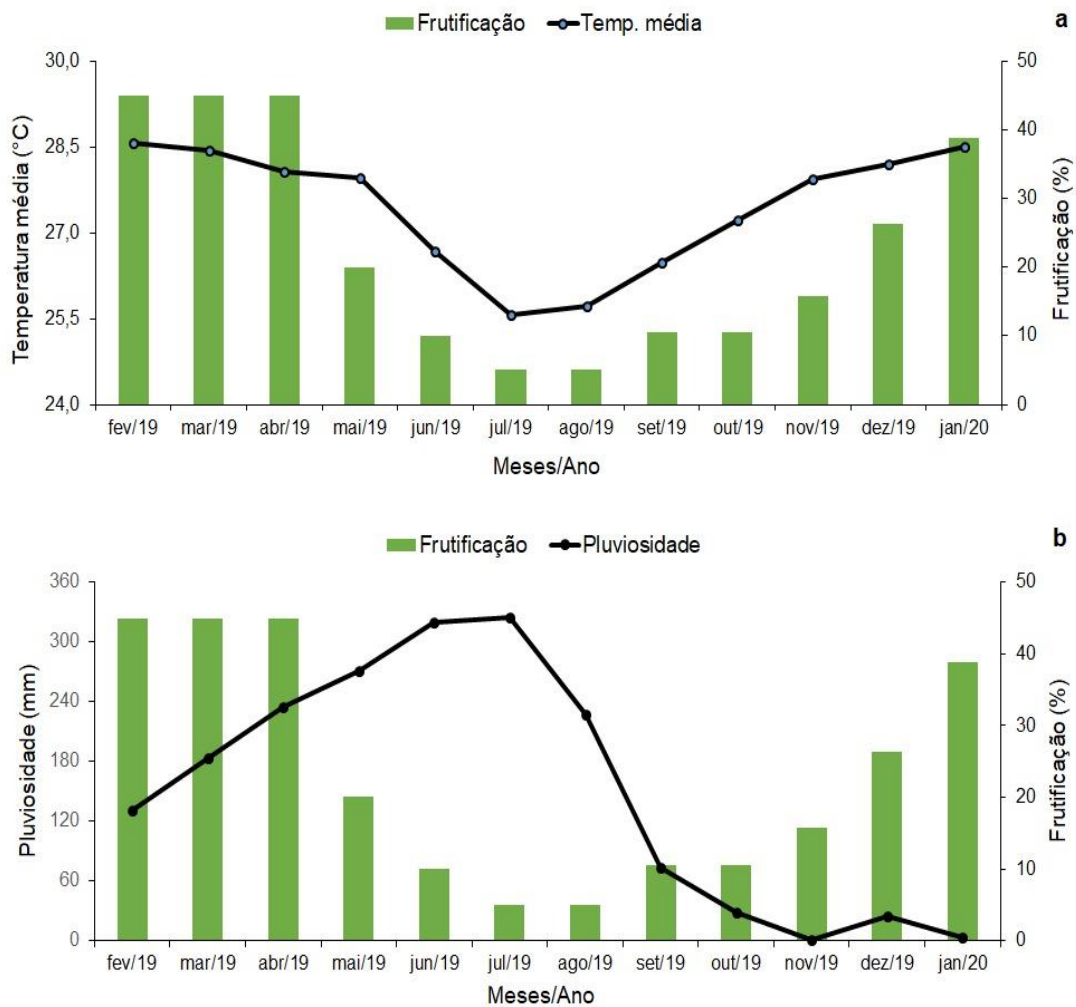


Figura 7. Dendrofenograma de frutificação de *Elaeis guineensis* Jacq. na Reserva Biológica de Saltinho – PE e sua relação com os dados de temperatura média (°C) (a) e pluviosidade (mm) (b).

Em média, 23,08% dos indivíduos estavam em processo de frutificação, apresentando frutos verdes ou maduros. Os meses que apresentaram as menores porcentagens de matrizes frutificando foram junho, julho e agosto de 2019, na qual foram registradas as temperaturas mais baixas, em torno de 25°C (Figura 7a). No período estudado, a precipitação não demonstrou relação direta com frutificação, havendo oscilação na quantidade de matrizes frutificando, independente do volume mensal de chuva precipitado (Figura 7b). Resultado diferente do observado por Zani (2017), estudando uma espécie da família *Arecaceae*, *Allagoptera arenaria*, que observou que o período seco foi o de maior ocorrência de frutificação.

A constante frutificação de *E. guineensis* pode ser um fator determinante para o estabelecimento dessa espécie na área de estudo, uma vez que poderá ser encontrada uma grande quantidade de frutos e sementes da espécie no banco de sementes próximo às matrizes, assim como em diferentes pontos da Reserva, visto que seus frutos são atrativos à fauna.

Segundo Lima et al. (2013), os frutos de *E. guineensis* possuem dormência e apresentam baixa taxa de germinação em condições naturais. No entanto, mesmo apresentando essa dificuldade na germinação, pode ser observada em diferentes pontos da Reserva, a presença de indivíduos regenerantes do dendê.

4.3 Entomofauna do solo

Na Tabela 2, encontram-se os valores referentes ao número de indivíduos (NI), frequência relativa (FR) e teste de qui-quadrado (χ^2) das diferentes ordens de insetos coletados nas áreas com e sem a presença de *Elaeis guineenses* na Reserva Biológica de Saltinho.

Percebe-se que, nas áreas com a presença de *E. guineensis* (A1), foram coletados um valor total de 211 organismos da fauna edáfica, os quais estão distribuídos em 11 ordens (Tabela 2). Em contrapartida, foram encontrados um total de 323 organismos da fauna edáfica, que estão distribuídos em 9 ordens, quando se analisaram as áreas sem a presença da espécie *E. guineensis* (A2) (Tabela 2).

Para o número de indivíduos da A1, destacam-se as ordens Diptera, Hymenoptera e Coleoptera, com 79, 51 e 32 indivíduos, respectivamente, representando um total de 76,7% do total de ordens encontradas (Tabela 2). Em relação à frequência relativa (FR%) da A1, destacaram-se as ordens Coleoptera, Hymenoptera e Araneae, com 15,79% cada, e a ordem Diptera, com 14,04%, juntas, essas ordens mostram uma representatividade de 61,41% (Tabela 2).

Tabela 2. Número de indivíduos (NI), Frequência relativa (FR%) e teste qui-quadrado (χ^2) dos Arthropoda coletados na área com e sem a presença de *Elaeis guineensis* Jacq. na Reserva Biológica de Saltinho – PE

ORDEM	COM DENDÊ		SEM DENDÊ		χ^2	P
	NI	FR (%)	NI	FR (%)		
Acarina	2	3,51	0	-	-	
Araneae	20	15,79	23	17,65	-	
Blattodea	2	3,51	3	5,47	-	
Coleoptera	32	15,79	69	17,65	*	<0.05
Collembola	3	3,51	6	1,96	-	
Dermaptera	1	1,75	0	-	-	
Diptera	79	14,04	112	17,65	*	<0.05
Hemiptera	7	12,28	12	7,84	-	
Hymenoptera	51	15,79	83	17,65	*	<0.05
Julida	3	5,26	0	-	-	
Lepidoptera	0	-	2	1,96	-	
Orthoptera	11	8,77	13	10,21	-	
TOTAL	211	100,00	323	100,00	-	-

* significativo no nível de 5% de probabilidade.

Na área A2, as ordens que apresentaram maiores números de indivíduos são similares a A1, ordem Diptera com 112 indivíduos, Hymenoptera com 83 e Coleoptera com 69, representando um total de 81,7% do total de ordens encontradas (Tabela 2). Para a frequência relativa (%), na A2, as ordens Coleoptera, Hymenoptera, Araneae e Diptera, apresentaram 17,65%, essas quatro ordens juntas mostraram uma representatividade de 70,6% (Tabela 2).

Notou-se que as ordens de maior representatividade nas duas áreas (Coleoptera, Hymenoptera e Diptera) apresentaram diferença estatística, sendo o número de indivíduos da A1 estatisticamente inferior aos da A2, provavelmente a presença do dendê está causando efeito negativo nos indivíduos pertencentes a essas ordens. Para as demais ordens em estudo, não foi encontrada diferença estatística (Tabela 2).

Machado et al. (2015), em suas pesquisas com fauna edáfica em fragmentos de Mata Atlântica, também encontraram maior representatividade das ordens Coleoptera, Hymenoptera e Diptera. A ordem Diptera normalmente é amostrada em

estudos com a fauna do solo, devido à grande diversidade desse grupo, uma vez que são mais de 160 mil espécies já catalogadas (PAPE; BLAGODEROV; MOSTOVSKI, 2011).

O domínio dos insetos das ordens Hymenoptera e Coleoptera nas áreas em estudo pode estar associado ao uso da armadilha de queda tipo *pitfall*, que é destinada principalmente à captura de animais terrestres que habitam sobre o solo ou que ali passam uma de suas fases de desenvolvimento (AQUINO; AGUIAR-MENEZES; QUEIROZ, 2006).

A diversidade de insetos da ordem Coleoptera tem uma relação direta com uma maior disponibilidade de alimentos e de matéria orgânica, bem como com a diversidade vegetal (NUNES et al., 2009; MARQUES et al., 2014; GARLET et al., 2015). Desempenham importantes funções nos ecossistemas, os besouros, por exemplo, são considerados indicadores sensíveis de qualidade ambiental, participam na ciclagem de nutrientes, na polinização, na dispersão de sementes e no controle de alguns parasitas (FLECHTMANN; RODRIGUES, 1995, ANDRESEN 2003, NICHOLS et al. 2008).

As espécies da ordem Coleoptera apresentam uma ou todas as fases da sua vida sob a terra, havendo estreita relação com o solo, sendo assim, a análise do comportamento desse grupo é uma importante ferramenta para estudos com alterações de habitat (MILHOMEM; MELO; DINIZ, 2003).

Normalmente, a ordem Hymenoptera é mencionada em pesquisas com a entomofauna, destacando-se por sua abundância e frequência nas áreas estudadas. As formigas são uma das muitas espécies pertencentes a este grupo, visto que ocupam os mais diferentes nichos, sendo, assim, muitas vezes responsáveis pelo destaque da Hymenoptera em pesquisas de campo.

Segundo Souza (2010), as formigas comumente encontradas em locais com uma maior diversidade de plantas e recursos, em áreas mais homogêneas, como os plantios de monoculturas, são encontradas em menor número.

Algumas ordens estavam presentes apenas nas áreas com a presença do dendê, como Acarina, Dermaptera e Julida. Também ocorreram ordens presentes

apenas na área sem a presença do dendê, como Blattodea e Lepidoptera, essas ordens apresentaram baixo número de indivíduos.

Em alguns estudos realizados por Fitzherbert et al. (2008), Foster et al., (2011) e Wilcove et al. (2013), comparando as plantações de dendê com áreas de florestas nativas, percebeu-se uma redução na diversidade de insetos nos cultivos dessa palmeira.

A riqueza de isópodes, formigas e mariposas, nos plantios de *E. guineensis* normalmente são inferiores a metade das encontradas nas florestas (HASSALL et al. 2006; PFEIFFER; CHENG TUCK; CHONG LAY, 2008; CHEY, 2006). Estudos desenvolvidos por Fayle et al. (2010) e Brühl; Eltz (2009) com formigas em culturas de dendê, encontraram uma redução na abundância e riqueza dessas espécies em comparação às áreas de florestas preservadas.

A área com a influência direta de *E. guineensis* não se trata de uma monocultura da espécie, e sim áreas na Rebio de Saltinho onde o dendê está presente. No entanto, devido à ausência de informações científicas a respeito dos possíveis efeitos à entomofauna, causados pela presença dessa espécie, as pesquisas com monoculturas de dendê foram utilizadas como base de dados.

Segundo Turner et al. (2008), existem muitas pesquisas sobre o dendê, no entanto, menos de 1% estão relacionadas aos possíveis efeitos à biodiversidade. *E. guineensis* é uma espécie importante comercialmente, desta forma, são encontrados inúmeros estudos voltados para: a produção de mudas, em busca de espécies mais resistentes, o melhoramento genético e a fabricação de biocombustíveis, cosméticos e óleos utilizados na culinária (LOPES; CUNHA; RESENDE, 2012; GOMES JUNIOR et al., 2014; CASSOL et al., 2016; GOMES JUNIOR et al., 2017).

4.4 Teores de macronutrientes no solo e serapilheira

4.4.1 Solo

Os teores dos macronutrientes encontrados nas amostras de solo nas áreas com (A1) e sem (A2) a presença da *Elaeis guineensis* apresentaram o seguinte padrão

decrecente: N>Mg>K>Ca>P (Tabela 3), ocorrendo diferença significativa entre os nutrientes nas duas áreas apenas para o P.

Tabela 3. Teores dos macronutrientes no solo em áreas com (A1) e sem (A2) a presença da espécie *Elaeis guineensis* Jacq. na Reserva Biológica de Saltinho – PE

Áreas	Macronutrientes				
	N --- g kg ⁻¹ ---	P ----- Cmol _c kg ⁻¹ -----	K	Ca	Mg
Com Dendê (A1)	2,171	0,041a*	0,224	0,145	0,258
Sem Dendê (A2)	2,466	0,02b	0,087	0,043	0,164

* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste T.

Segundo Danso et al. (2010), estudando uma área de florestal semidecídua no Gama, com ocorrência de plantio de *E. guineensis*, observaram que o padrão do teor dos nutrientes é: Ca>Mg>N>P>K, diferentemente do encontrado na área de estudo. Provavelmente, essa diferença ocorra em decorrência ao tipo de solo presente nas áreas de estudo, bem como por se tratar de uma monocultura de dendê e não de uma área de floresta onde a espécie se desenvolveu de forma natural.

Os maiores teores de macronutrientes observados foram para N e Mg, nas áreas A1 e A2, com 2,171 e 2,466; 0,258 e 0,164, respectivamente (Tabela 3). Diferente do que foi observado por Magalhães et al. (2013) em análises de solo realizadas em Colorado do Oeste – RO, em que o N e o Ca obtiveram maiores teores, esses elevados resultados podem sugerir que os solos dessas regiões são ricos nesses nutrientes.

Outro fator que explicaria o alto teor de N no solo é o maior volume de resíduos vegetais que retornaram ao solo naquela área, além, em alguns casos, dos elevados teores de matéria orgânica (RANGEL e SILVA, 2007).

O P foi o nutriente com menor teor observado no solo das áreas de estudos A1 e A2, com 0,041 e 0,02, respectivamente, sendo este o único nutriente que diferiu estatisticamente (Tabela 3).

Teixeira et al. (2010), estudando as características do solo em uma área da Rebio de Saltinho – PE, também observaram uma baixa disponibilidade de fósforo, como foi analisado neste estudo. As áreas com a presença de *E. guineensis*

apresentaram teores de P superiores às áreas sem a presença da espécie. Danso et al. (2010) também analisaram uma baixa disponibilidade de P no solo dos plantios de dendê. Provavelmente a presença do dendê causa uma redução nos níveis desse macronutriente.

4.4.2 Serapilheira

O teor dos macronutrientes da serapilheira nas áreas com e sem dendê, apresentaram o seguinte padrão decrescente: N>Ca>Mg>K>P (Tabela 4). Comportamento semelhante foi observado por Lima et al. (2019), em área de floresta ombrófila densa das terras baixas, na zona da mata de Pernambuco.

Tabela 4. Teores dos macronutrientes na serapilheira em áreas com (A1) e sem (A2) a presença da espécie *Elaeis guineensis* Jacq. na Reserva Biológica de Saltinho – PE

Áreas	Macronutrientes				
	N	P	K	Ca	Mg
	----- g kg ⁻¹ -----				
Com Dendê (A1)	9,101	0,181a*	0,789	3,57	3,01
Sem Dendê (A2)	11,74	0,12b	1,123	3,397	2,91

* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste T.

Foram verificados maiores teores de N na área A2, ocorrendo o mesmo comportamento com o K, no entanto, os teores de Ca e Mg apresentaram maiores valores nas áreas com a ocorrência do dendê (A1) (Tabela 4). Dentre os nutrientes em estudo, o único que apresentou diferença significativa entre as duas áreas foi o P.

De modo geral, nas áreas A1 e A2, os nutrientes que obtiveram maiores teores foram: N, Ca e Mg, com 9,101 e 11,74; 3,57 e 3,397; 3,01 e 2,91, respectivamente (Tabela 4). Datto (2017), em plantio de *E. guineensis* na Amazônia, constatou que os elementos que apresentaram maiores valores foram N, Ca e K e o P foi o de menor valor, semelhante ao encontrado no presente estudo.

Nos locais onde o dendê prevalecia (A1), a serapilheira, em sua maioria, era composta por folhas, parte dos cachos e sementes da espécie em estudo. Em estudos realizados por Franzini et al. (2017) e Gamarra (2013), analisando os macronutrientes das folhas de dendê em áreas de monoculturas da espécie, observaram que Ca e K

foram os nutrientes mais acumulados em suas folhas, enquanto o P foi o que apresentou menor teor acumulado.

O maior acúmulo de Ca e K nas folhas do dendê pode ter contribuído para os altos teores observados desses nutrientes na serapilheira, visto que as folhas são sua fração predominante, devido à constante queda foliar da palmeira, como observada no estudo fenológico dessa espécie, no período de fevereiro de 2019 a janeiro de 2020 (Tabela 4).

O P apresentou menor teor dentre os outros macronutrientes nas duas áreas (Tabela 4), o que também foi observado para o solo (Tabela 3). Caldeira et al. (2013), estudando diferentes coberturas vegetais, encontraram que o P apresentou menor acúmulo dentre os demais macronutrientes estudados, resultado semelhante com o presente estudo. Segundo Neves, Martins e Reissmann (2001), o baixo teor de P encontrado na serapilheira está relacionado com a baixa fertilidade do solo, com isso, a planta redistribui esse nutriente de forma mais eficaz, contribuindo na ciclagem de nutrientes.

A serapilheira da área com a presença *E. guineensis* era composta, predominantemente, pelo material vegetal da própria espécie, porém os resultados dos teores dos macronutrientes de N, K, Ca e Mg, tanto do solo quanto da serapilheira, foram semelhantes entre as áreas A1 e A2, apresentando diferença significativa apenas para o P (Tabela 4).

De modo geral, a presença do dendê não causa efeitos nas características químicas do solo e da serapilheira.

5. CONCLUSÃO

Nas fenofases vegetativas, observou-se o constante desfolhamento das matrizes, havendo nesses locais uma predominância das folhas e de outros restos vegetais do dendê, gerando, desta forma, uma homogeneização na serapilheira das áreas com a presença da espécie estudada.

A presença constante de frutos nas matrizes facilita o processo de disseminação de *E. guineensis*, podendo ser este o fator determinante para o estabelecimento da espécie na Reserva de Saltinho. Provavelmente, a fauna local faz a dispersão desses frutos, já que foi observada, em pontos distintos da Reserva, a presença de indivíduos regenerantes do dendê, mesmo em locais onde não haviam indivíduos adultos dessa palmeira.

O número de indivíduos da entomofauna do solo capturados na área com a presença do dendê foi inferior ao número amostrados na área sem a influência dessa espécie. As ordens Coleoptera, Diptera e Hymenoptera apresentaram diferença significativa entre as duas áreas, possivelmente esses organismos foram afetados negativamente pela presença da palmeira.

A presença de *E. guineensis* não está causando mudanças significativas nas características dos macronutrientes do solo e da serapilheira. No entanto, vale ressaltar que estudos complementares, analisando as características físicas e biológicas das áreas com a presença do dendê, seriam importantes aliados para compreender se a presença da espécie causa efeitos nas demais características do solo.

Por fim, estudos complementares com a fauna e a dinâmica da regeneração da flora local, em áreas com a ocorrência de *E. guineensis*, se fazem necessários, desta forma, será possível compreender o sucesso dessa palmeira nas áreas que foram inseridas.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, J. M. Spatiotemporal effects of invertebrates on soil processes. **Biology and Fertility of Soils**, [S.l.], v. 6, n. 3, p. 216 – 227, 1988.
- ABRAPALMA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE ÓLEO DE PALMA. **A palma no Brasil e no mundo**. Disponível em: <<http://www.abrapalma.org/pt/a-palma-no-brasil-e-no-mundo/>>. Acesso em: 19 de agosto de 2019.
- ALENCAR, J. C. Fenologia de cinco espécies arbóreas tropicais de Sapotaceae correlacionada a variáveis climáticas na reserva Ducke, Manaus, AM. **Acta Amazonica**, Manaus – AM, v. 24, n. 3/4, p. 161 – 181, 1994.
- ANDRESEN, E. Effect of forest fragmentation on dung beetle communities and functional consequences for plant regeneration. **Ecography**, Lund, v. 26, p. 87-97, 2003.
- APAC – AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMAS. **Monitoramento Pluviométrico**. Disponível em: <<http://www.apac.pe.gov.br/>>. Acesso em: 20 de janeiro de 2020.
- AQUINO, A. M.; AGUIAR-MENEZES, E. L.; QUEIROZ, J. M. Recomendações para coleta de artrópodes terrestres por armadilhas de queda ("*Pitfall-Traps*"). **Embrapa Agrobiologia-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2006.
- ARAGÓN, R. et al. Exotic species as modifiers of ecosystem processes: Litter decomposition in native and invaded secondary forests of NW Argentina. **Acta Oecologica**, [S.l.], v. 54, n. 1, p. 21 – 28, 2014.
- AZEVEDO, F. R. et al. Composição da entomofauna da Floresta Nacional do Araripe em diferentes vegetações e estações do ano. **Revista Ceres**. Viçosa – MG, v.58, n.6, p.740 – 748, 2011.
- AZEVEDO, A. C. et al. Funções ambientais do solo. In: AZEVEDO, A. C.; DALMOLIN, R. S. D.; PEDRON, F. A. (Org.). **Fórum Solos e ambiente**. Santa Maria – RS, v. 1, p. 2 – 22, 2010.
- AZHAR, B. et al. The conservation value of oil palm plantation estates, smallholdings and logged peat swamp forest for birds. **Forest Ecology and Management**, Amsterdã, v. 262, n. 12, p. 2306 – 2315, 2011.
- BARETTA, D et al. Fauna edáfica e qualidade do solo. **Tópicos em Ciência do Solo**, Viçosa – MG, v. 7, n. 1, p. 119 – 170, 2011.

BERNARD, H.; FJELDSÅ, J.; MOHAMED, M. A case study on the effects of disturbance and conversion of tropical lowland rain forest on the non-volant small mammals in north Borneo: management implications. **Mammal Study**, [S.l.], v. 34, n. 2, p. 85 – 97, 2009.

BENCKE, C. S. C.; MORELLATO, L. P. C. Estudo comparativo da fenologia de nove espécies arbóreas em três tipos de floresta atlântica no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo – SP, v. 25, n. 2, p. 237 – 248, 2002.

BIANCHIN, J. E. et al. Micronutrientes na serapilheira depositada em florestas secundárias no litoral do Paraná. **Nativa**, Sinop – MT, v. 5, n. 6, p. 446 – 455, 2017.

BORGES, A. J.; COLLICCHIO, E.; CAMPOS, G. A. A cultura da palma de óleo (*Elaeis guineensis* Jacq.) no Brasil e no mundo: aspectos agronômicos e tecnológicos - uma revisão. **Revista Liberato**, Novo Hamburgo – RS, v. 17, n. 27, p. 65 – 78, 2016.

BRAGA, J. M.; DEFELIPO, B. V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extrato de solo e material vegetal. **Revista Ceres**, Viçosa – MG, v. 21, n. 1, p. 73 – 85, 1974.

BROWN, K. S. Diversity, disturbance, and sustainable use of Neotropical forests: insects as indicators for conservation monitoring. **Journal of Insect conservation**, Holanda v. 1, n. 1, p. 25 – 42, 1997.

BRÜHL, C. A.; ELTZ, T. Fuelling the biodiversity crisis: species loss of ground-dwelling forest ants in oil palm plantations in Sabah, Malaysia (Borneo). **Biodiversity and Conservation**, Londres, v. 19, n. 1, p. 519 – 529, 2009.

BUZZI, Z. J. **Entomologia didática**. 4ª ed. Curitiba: Editora UFPR. f. 348, 2008.

CASSOL, H. L. G.; et al. Redução de emissões de CO₂ pela produção de biocombustíveis a partir de óleo de dendê na Amazônia brasileira. **Revista Floresta**, Curitiba – PR, v. 46, n. 1, p. 135 – 144, 2016.

CEBALLOS, G.; EHRLICH, P. R.; DIRZO, R. Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 114, n. 3, p. E6089 – E6096, 2017.

CDB – CONVENTION OF BIOLOGICAL DIVERSITY. **AICHI Biodiversity Targets**. 2011. Disponível em: <<https://www.cbd.int/sp/targets>>. Acesso em: 17 Agos. 2019.

CHAGAS, K. P. T.; et al. Fenologia do dendezeiro e correlações com variáveis climáticas. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria – RS, v. 29, n. 4, p. 1701 – 1711, 2019.

- CHEY, V. Impacts of forest conversion on biodiversity as indicated by moths. **Malayan Nature Journal**, Malásia, v. 57, n. 4, p. 383 – 418, 2006.
- CHEN, B. M.; PENG, S. L.; Ni., G. Y. Effects of the invasive plant *Mikania micrantha* HBK on soil nitrogen availability through allelopathy in South China. **Biological Invasions**, [S.I.], v. 11, p.1291 – 1299, 2009.
- CORLEY, R. H. V.; TINKER, P. B. **The Oil Palm**. 5° ed. Chichester: John & Sons Ltd. p. 687. 2016.
- CORRÊA, F. L. O.; et al. Produção de serapilheira em sistema agroflorestal multiestratificado no estado de Rondônia, Brasil. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras – MG, v. 30, n. 6, p.1099 – 1105, 2006.
- CRAWLEY, M. J. **Statistics: An Introduction using R**. West Sussex, U.K.: John Wiley & Sons, 2005.
- CRISTESCU, R. H.; FRÈRE, C.; BANKS, P. B. A review of fauna in mine rehabilitation in Australia: Current state and future directions. **Biological Conservation**, [S.I.], v. 149, n. 1, p. 60 – 72, 2012.
- CUNHA, R. V. C. et al. **Procedimentos para produção de sementes comerciais de dendezeiro na Embrapa Amazônia Ocidental**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2007. p. 34.
- CUNHA, E. J.; MONTAG, L. F. A.; JUEN, L. Oil palm crops effects on environmental integrity of Amazonian streams and Heteropteran (Hemiptera) species diversity. **Ecological Indicators**, Amsterdã, v. 52, n. 1, p. 422 – 429, 2015.
- DANSO, I. et al. The effect of rock phosphate on soil nutrient dynamics, growth, development and yield of oil palm in the semi-deciduous forest zone of Ghana. **Journal of Science and Technology**, Gana, v. 30, n. 1, p. 30 – 44, 2010.
- DOTTO, M. C. **Balanço de carbono e nutrientes solo/planta em plantios de palma-de-óleo (*Elaeis guineensis*), na Amazônia oriental**. 2017. 95f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Tocantins, 2017.
- DIAS, J. et al. Invasive alien plants in Brazil: A Nonrestrictive Revision of Academic Works. **Natureza & Conservação**, [S.I.], v. 11, n. 1, p. 31 – 35, 2013.
- DICKOW, K. M. C.; MARQUES, R.; PINTO, C, B. Lixiviação de nutrientes da serapilheira recém-depositada em sucessão ecológica na floresta Atlântica, litoral do Paraná. **Revista Floresta**, Curitiba – PR, v. 39, n. 1, p. 145 – 156, 2009.
- DIDION, M. et al. Towards harmonizing leaf litter decomposition studies using standard tea bags - a field study and model application. **Forests**, [S.I.], v. 7, n. 8, p. 2 – 12, 2016.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, RJ: Embrapa Solos, 2011. 230 p.

ESSL, F. et al. Socioeconomic legacy yields an invasion debt. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 108, n. 1, p. 203 – 207, 2011.

EWEL, J. J. Litter fall and leaf decomposition in a tropical forest succession in eastern Guatemala. **Journal of Ecology**, Londres, v. 64, n. 1, p. 293 – 308, 1976.

FAYLE, T. M. et al. Oil palm expansion into rain forest greatly reduces ant biodiversity in canopy, epiphytes and leaf-litter. **Basic and Applied Ecology**, [S.l.], v. 11, n. 4, p. 337 – 345, 2010.

FERREIRA, M. L. et al. Litter fall production and decomposition in a fragment of secondary Atlantic Forest of São Paulo, SP, Southeastern Brazil. **Revista Árvore**, Viçosa – MG, v. 38, n. 4, p.591 – 600, 2014.

FITZHERBERT, E. B. et al. How will oil palm expansion affect biodiversity?. **Trends in Ecology & Evolution**, Cambridge, v. 23, n. 10, p. 538 – 545, 2008.

FLECHTMANN, C. A. H.; RODRIGUES, S. R. Insetos fimícolas associados a fezes bovinas em Jaraguá do Sul/SC. 1. Besouros coprófagos (Coleoptera, Scarabaeidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba – PR, v. 39, n. 2, p. 303 – 309, 1995.

FOSTER, W. A. et al. Establishing the evidence base for maintaining biodiversity and ecosystem function in the oil palm landscapes of South East Asia. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, [S.l.], v. 366, n. 1582, p. 3277 – 3291, 2011.

FOURNIER, L. A.; Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas em árvores. **Turrialba**, San José, v. 25, n.4, p.422-423, 1974.

FOURNIER–ORIGGI, L. A.; CHARPANTIER–ESQUIVEL, C. El tamaño de la muestra y la frecuencia e las observaciones en el estudio de las características fenológicas de los árboles tropicales. **Turrialba**, San José, v. 25, n. 1, p. 45 – 48, 1975.

FRANZINI, V. I. et al. Fertilidade do solo, nutrição e desenvolvimento vegetativo da palma de óleo consorciada com culturas alimentares. **Embrapa Amazônica Oriental – Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 2017. 30 p.

GAERTNER, M. et al. Impacts of alien plant invasions on species richness in Mediterranean-type ecosystems: a meta-analysis. **Progress in Physical Geography: Earth and Environment**, [S.l.], v. 33, n. 3, p. 319 – 338, 2009.

GAMARRA, Y. P. L. **Modelo de recomendação de adubação e calagem para a cultura de dendê (*Elaeis guineensis* Jacq.) com base em balanço nutricional**. 2013. 52f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, 2013.

GARLET, J. et al. Fauna de Coleoptera edáfica em eucalipto sob diferentes sistemas de controle químico da Matocompetição. **Floresta e Ambiente**, Seropédica – RJ, v. 22, n. 2, p. 239 – 248, 2015.

GENOVESI, P. Eradications of invasive alien species in Europe: a review. **Biological Invasions**, Berkeley, v. 7, n. 1, p. 127 – 133, 2005.

GOMES JUNIOR, R. A. et al. Evaluation of interspecific hybrids of palm oil reveals great genetic variability and potential selection gain. **Industrial Crops and Products**, [S.l.], v. 52, n. 1, p. 512 – 518, 2014.

GOMES JUNIOR, R. A. et al. Sistema de produção de mudas em híbridos interespecíficos entre caiaué e dendê. **Ciência Florestal**, Santa Maria – RS, v. 27, n. 1, p. 169 – 179, 2017.

HASSALL, M. et al. Biodiversity and abundance of terrestrial isopods along a gradient of disturbance in Sabah, East Malaysia. **European Journal of Soil Biology**, [S.l.], v. 42, n. 1, p. S197 – S207, 2006.

HEJDA, M.; PYŠEK, P.; JAROŠÍK, V. Impact of invasive plants on the species richness, diversity and composition of invaded communities. **Journal of Ecology**, Londres, v. 97, n. 3, p. 393 – 403, 2009.

HENGSTUM, T. V. et al. Impact of plant invasions on local arthropod communities: a meta-analysis. **Journal of Ecology**, Londres, v. 102, n. 1, p. 4 – 11, 2014.

IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Resumo executivo do plano de manejo da Reserva Biológica de Saltinho**. Brasília, 2003. 25 p.

IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Plano de manejo do parque estadual de Dois Irmãos**. Brasília, 2014. 75 p.

ICMBIO - INSTITUTO CHICO MENDES MMA. **REBIO Guaribas inicia remoção de espécies invasoras**. 2012. Disponível em <<https://www.icmbio.gov.br/portal/ultimas-noticias/20-geral/2635-rebio-guaribas-inicia-remocao-de-especies-invasoras>>. Acesso em: 19 de maio de 2019.

INKOTTE, J. et al. Deposição de serapilheira em reflorestamentos de eucalipto e florestas nativas nas regiões Planalto e Oeste do Estado de Santa Catarina. **Scientia Forestalis**, Piracicaba – SP, v. 43, n. 106, p. 261-270, 2015.

ISSG – INVASIVE SPECIES SPECIALIST GROUP. **Base de dados global sobre espécies invasoras**. 2010. Grupo de especialistas de espécies invasoras. Disponível em: <<http://www.issg.org/database/welcome/>>. Acesso em: 19 de maio de 2019.

JEYANNY, V. et al. Leaf litter decomposition and soil carbon dioxide fluxes across climatic gradient in tropical montane and lowland forests. **Journal of Tropical Forest Science**, [S.l.], v. 27, n. 4, p. 472 – 487, 2015.

JEFFERY, S. et al. **European atlas of soil biodiversity**. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2010.

HAWES, J. E.; PERES, C. A. Ecological correlates of trophic status and frugivory in neotropical primates. **Oikos**, [S.l.], v. 123, n. 3, p. 365 – 377, 2014.

HOLE, F. D. Effects of animals on soil. **Geoderma**, [S.l.], v. 25, n. 1–2, p. 75 – 112, 1981.

LEÃO, T. C. C. et al. **Espécies exóticas invasoras no nordeste do brasil: Contextualização, Manejo e Políticas Públicas**. Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste e Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental. Recife, PE, 2011. 99 p

LIMA, R. B. A. et al. Nutritional contribution of litter in Rainforest of Brazil. **Journal of Agricultural Science**, Ontario, v. 11, n. 3, p. 254 – 266, 2019.

LIMA, W. A. A. et al. Produção de sementes germinadas de dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.) na Embrapa. **Embrapa Amazônica Ocidental – Circular Técnica (INFOTECA – E)**, 2013. 16 p.

LISTER, B. C.; GARCIA, A. Climate-driven declines in arthropod abundance restructure a rainforest food web. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 115, n. 44, p. E10397 – E10406, 2018.

LOPES, R; CUNHA, R. N. V.; RESENDE, M. D. V. de. Produção de cachos e parâmetros genéticos de híbridos de caiué com dendezeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília – DF, v. 47, n. 10, p. 1496 – 1503, 2012.

LOPES, J. F. B. et al. Deposição e decomposição de serapilheira em área da Caatinga. **Revista Agro@ambiente**, Boa Vista – RR, v. 3, n. 2, p. 72 – 79, 2009.

MACHADO, D. L. et al. Fauna edáfica na dinâmica sucessional da mata atlântica em floresta estacional semidecidual na bacia do rio Paraíba do Sul - RJ. **Ciência Florestal**, Santa Maria – RS, v. 25, n. 1, p. 91 – 106, 2015.

- MAGALHÃES, S. S. A. et al. Estoque de nutrientes sob diferentes sistemas de uso do solo de Colorado do Oeste – RO. **Acta Amazonica**, Manaus – AM, v. 43, n. 1, p. 63 – 72, 2013.
- MARQUES, D. M. et al. Macrofauna edáfica em diferentes coberturas vegetais. **Bioscience Journal**, Uberlândia – MG, v. 30, n. 5, p. 1588 – 1597, 2014.
- MAXWELL, S. L. et al. Biodiversity: the ravages of guns, nets and bulldozers. **Nature**, [S.I.], v. 536, n. 7615, p. 143 – 145, 2016.
- MAY, R. M. Ecological science and tomorrow's world. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**. [S.I.], v. 365, n. 1537, p. 41 – 47, 2010.
- MELO, F. V. et al. A importância da meso e macrofauna do solo na fertilidade e como bioindicadores. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa – MG, v. 39, n. 1, p. 38 - 43, 2009.
- MILHOMEM, M. S.; MELLO, F. Z. V.; DINIZ, I. R. Técnicas de coleta de besouros copronecrófagos no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília – DF, v. 38, n. 11, p. 1249 – 1256, 2003.
- MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Estratégia nacional para espécies exóticas invasoras**. 2018. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80049/Conabio/Resolucoes/ANEXO_da_Resolucao%20n%2007_CONABIO_final.pdf>. Acesso em: 19 de agosto de 2018.
- MOREIRA, F.M.S.; HUISING, J.; BIGNELL, D.E. **Manual de biologia dos solos tropicais: amostragem e caracterização da biodiversidade**. Lavras: UFLA, 2010. 367 p.
- MORELLATO, L. P. C. **Fenologia de árvores, arbustos e lianas em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil**. 1991. 203f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade de Campinas, Campinas.
- MORELLATO, L. P. C. et al. Linking plant phenology to conservation biology. **Biological Conservation**, [S.I.], v. 195, n. 1, p. 60 – 72, 2016.
- MORO, M. F. et al. Alienígenas na sala: o que fazer com espécies exóticas em trabalhos de taxonomia, florística e fitossociologia? **Acta Botanica Brasilica**, Brasília – DF, v. 26, n. 4, p. 991 – 999, 2012.
- MUNGUÍA-ROSAS, M. A. et al. Meta-analysis of phenotypic selection on flowering phenology suggests that early flowering plants are favoured. **Ecology Letters**, [S.I.], v. 14, n. 5, p. 511 – 521, 2011.
- NICHOLS, E. et al. Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. **Biological Conservation**. [S.I.], v. 141, n. 6, p. 1461 – 1474, 2008.

- NORIEGA, J. A. et al. Research trends in ecosystem services provided by insects. **Basic and Applied Ecology**. [S.l.], v. 26, n. 1, p. 8 – 23, 2018.
- NUNES, H. F. et al. Fenologia reprodutiva da guariroba em Jataí-GO. **Revista Engenharia na Agricultura**. Viçosa – MG, v. 26, n. 5, p. 399 – 406, 2018.
- NUNES, L. A. P. L. et al. Diversidade da fauna edáfica em solos submetidos a diferentes sistemas de manejo no semi-árido nordestino. **Scientia Agraria**, Curitiba – PR, v. 10, n. 1, p. 43 – 49, 2009.
- NUNES, E. N. et al. Eficiência da translocação de nutrientes em plantas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 5, p. 12, 2013.
- ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. 2019. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>>. Acesso em: 05 jan. de 2019.
- PAPE, T.; BLAGODEROV, V.; MOSTOVSKI, M. B. Order Diptera Linnaeus, 1758. In: Zhang, Z.-Q. (Ed.) Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness. **Zootaxa**, Auckland, v. 3148, n. 1, p. 222 – 229, 2011.
- Parlamento Europeu e Conselho. Regulamento nº 1143/2014 de 22 de outubro de 2014. Relativo à prevenção e gestão da introdução e propagação de espécies exóticas invasoras. In: **Jornal Oficial da União Europeia** – L 317:35-55, 2014.
- PFEIFFER, M. CHENG TUCK, H.; CHONG LAY, T. Exploring arboreal ant community composition and co-occurrence patterns in plantations of oil palm *Elaeis guineensis* in Borneo and Peninsular Malaysia. **Ecography**, Lund, v. 31, n. 1, p. 21 – 32, 2008.
- RAMALHO, R. S.; MARANGON, L. C. Características fenológicas de *Melanoxylon brauna* Schott. Viçosa-Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa – MG, v. 13. n. 2, p. 203 – 209, 1989.
- RICHARDSON, D. M. et al. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. **Diversity and Distributions**, Oxford, v. 6, n. 2, p. 93 – 107, 2000.
- ROCHA, T. G. F. et al. Phenology of *Copernicia prunifera* (arecaceae) in a caatinga area of Rio Grande do Norte. **Cerne**, Lavras – MG, v. 21, n. 4, p. 673 – 681, 2015.
- SAMPAIO, A. B.; SCHMIDT, I. B. Espécies exóticas invasoras em unidades de conservação federais do Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, Brasília – DF, n. 2, p. 32 – 49, 2014.
- SAMPAIO, E. **Fisiologia vegetal: teorias e experimentos**. 2 ed. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2016. p.166.

SANTOS, V. S. **Estrutura da vegetação de floresta atlântica em áreas com presença de *Elaeis guineensis* Jacq. na Rebio Saltinho, PE.** 2014. 61f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2014.

SCHIRMEL, J. et al. Impacts of invasive plants on resident animals across ecosystems, taxa, and feeding types: a global assessment. **Global Change Biology**, [S.l.], v. 22, n. 2, p. 594 – 603, 2016.

SOUZA, D. N. N. et al. Estudo fenológico de espécies arbóreas nativas em uma unidade de conservação de caatinga no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista Biotemas**, Florianópolis – SC, v. 27, n. 2, p. 31 – 42, 2014.

SOUZA, K. K. F. D. **Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) epigéicas em áreas de plantios de *Pinus* sp., mata nativa e pastagem.** 2010. 95f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, 2010.

TEDESCO, M. J. et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais.** 2. ed. rev. e amp. Porto Alegre, RS: UFRGS, 1995. 174 p. il. (Boletim Técnico, 5).

TURNER, E. C. et al. Oil palm research in context: identifying the need for biodiversity assessment. **PloS one**, [S.l.], v. 3, n. 2, p. 1572, 2008.

TEIXEIRA, L. J. et al. Relações entre a florística arbórea e características do solo em um fragmento de floresta atlântica, Tamandaré – PE. **Revista Floresta**, Curitiba – PR, v. 40, n. 3, p. 625 – 634, 2010.

TEIXEIRA, P. C. et al. **Manual de métodos de análise de solos.** 3. Ed. Embrapa Solos, Brasília, BR, 2017.

THOMAS, J. et al. Impact of alien invasive species on habitats and species richness in Saudi Arabia. **Journal of Arid Environments**, [S.l.], v. 127, n. 1, p. 53 – 65, 2016.

TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. **Estudo dos insetos.** São Paulo: Cengage Learning, 2011. 809 p.

VAN STRIEN, A. J. et al. Modest recovery of biodiversity in a western European country: The Living Planet Index for the Netherlands. **Biological Conservation**, Essex, v. 200, n. 1, p. 44 – 50, 2016.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal.** Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 123 p.

VIEIRA, F. A.; CARVALHO, D. Maturação e morfometria dos frutos de *Miconia albicans* (Swartz) *Triana* (Melastomataceae) em um remanescente de floresta

estacional semidecídua montana em Lavras, MG. **Revista Árvore**, Viçosa – MG, v. 33, n. 6, p. 1015 – 1023, 2009.

VILÀ, M. et al. Ecological impacts of invasive alien plants: a meta-analysis of their effects on species, communities and ecosystems. **Ecology Letters**, [S.l.], v. 14, n. 7, p. 702 – 708, 2011.

WILCOVE, D. S. et al. Navjot's nightmare revisited: logging, agriculture, and biodiversity in Southeast Asia. **Trends in ecology & evolution**, [S.l.], v. 28, n. 9, p. 531 – 540, 2013.

WOLKOVICH, E. M.; CLELAND, E. E. The phenology of plant invasions: a community ecology perspective. **Frontiers in Ecology and the Environment**, [S.l.], v. 9, n. 5, p. 287 – 294, 2011.

ZANI, L. B. **Respostas ecofisiológicas e reprodutivas de *Allagoptera arenaria* (Arecaceae) às mudanças climáticas globais em ambiente de restinga**. 2017. 156f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal do Espírito Santo, 2017.

ZAINA, P. **Impacto do ambiente sobre a estrutura da comunidade de Diptera (Brachycera) necrófaga em Cáceres, Mato Grosso, Brasil**, 2011. 29f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional) – Universidade Anhanguera/Uniderp, 2011.

ZHANG, C. B. et al. Effects of the invader *Solidago canadensis* on soil properties. **Applied Soil Ecology**, [S.l.], v. 43, n. 2–3, p. 163 – 169, 2009.

ZILLER, S. R.; GALVÃO, F. A degradação da estepe gramíneo-lenhosa no Paraná por contaminação biológica de *Pinus elliottii* e *P. taeda*. **Revista Floresta**, Curitiba – PR, v. 32, n. 1, p. 41 – 47, 2002.