

## Scientific Electronic Archives

Issue ID: Sci. Elec. Arch. Vol. 14 (9)

September 2021

DOI: <http://dx.doi.org/10.36560/14920211365>

Article link: <https://sea.ufr.edu.br/SEA/article/view/1365>



# Ecologia, monitoramento populacional e análise faunística de insetos: uma revisão

## Ecology, population monitoring and faunistic analysis of insects: A review

*Corresponding author*

**Micaela Silva Coelho**

Universidade Federal de Campina Grande

[micaela.agro@hotmail.com](mailto:micaela.agro@hotmail.com)

**Vitor da Silva Rodrigues**

Universidade Federal de Campina Grande

**Jonathan Bernardo Barboza**

Universidade Federal de Campina Grande

**Lucimere Maria da Silva Xavier**

Universidade Estadual da Paraíba

**José Rayan Eraldo Souza Araújo**

Universidade Federal da Paraíba

**Paulo Henrique de Almeida Cartaxo**

Universidade Federal da Paraíba

**João Henrique Barbosa da Silva**

Universidade Federal da Paraíba

**Luis Eugênio Lessa Bulhões**

Universidade Federal de Alagoas

**João Paulo de Oliveira Santos**

Universidade Federal da Paraíba

**Resumo.** Os insetos se constituem como a classe mais numerosa e diversa do reino animal. Apresentam uma ampla gama de funções ecológicas em seus ecossistemas naturais, que incluem hábitos de herbivoria, carnivoria e decomposição de detritos. Diversos fatores apresentam capacidade de influenciar no desenvolvimento e estabelecimento dessa classe, com destaque para os fatores abióticos. Com base no exposto, esse trabalho se propõe a revisar os fatores que influenciam na ecologia de insetos, bem com as estratégias para monitoramento populacional e análise faunística desses organismos. Por serem ectotérmicos, os insetos são influenciados pela temperatura do ambiente, que pode comprometer suas taxas de reprodução e seu potencial de herbivoria. A umidade, por sua vez, pode impactar de forma decisiva na aptidão, comportamento reprodutivo e a distribuição geográfica dos insetos. Já a luz, pode levar a alterações comportamentais e no desenvolvimento dessa classe. Para o levantamento populacional de insetos, a obtenção de informações sobre a abundância local de uma espécie são comumente obtidas através da instalação de armadilhas, cujo designers e tipos de iscas podem ser diferentes e serão direcionados às características das espécies-alvo que se deseja avaliar. Essa captura de insetos dá subsídio aos estudos de análise faunística, que fazem uso de índices faunísticos, sendo os mais amplamente conhecidos e utilizados a riqueza, constância, frequência e dominância de espécies, bem como o índice de Simpson e o índice de Shannon.

**Palavras-chaves:** Armadilhas, fatores abióticos, riqueza de espécies.

**Abstract.** Insects constitute the most numerous and diverse class in the animal kingdom. They present a wide range of ecological functions in their natural ecosystems, which include habits of herbivory, carnivory and debris decomposition. Several factors have the ability to influence the development and establishment of this class, with emphasis on abiotic factors. Based on the above, this work aims to review the factors that influence the ecology of insects, as well as the strategies for population monitoring and faunistic analysis of these organisms. Because they are ectothermic, insects are influenced by the temperature of the environment, which can compromise their reproduction rates and their herbivory potential. Moisture, in turn, can have a decisive impact on fitness, reproductive behavior and the geographic distribution of insects. Light, on the other hand, can lead to behavioral changes and the development of this class. For the population survey of insects, obtaining information about the local abundance of a species is commonly obtained through the installation of traps, whose designers and types of bait may be different and will be directed to the characteristics of the target species to be evaluated. This capture of insects provides support for studies of faunistic analysis, which use fauna indexes, the most widely known and used are the richness, constancy, frequency and dominance of species, as well as the Simpson index and the Shannon index.

**Keywords:** Traps, abiotic factors, species richness.

## Introdução

Insecta compreende a classe mais diversa dentro do reino animal (GHOSH, 2018), englobando cerca de 66% de todas as espécies animais conhecidas (JANKIELSOHN, 2018). Atualmente, mais de 1 milhão de espécies de insetos já foram identificadas, todavia, estima-se que essa quantidade representa apenas cerca de 20% das espécies dessa classe, o que permite indicar que as espécies de insetos chegam a aproximadamente 5,5 milhões (STORK, 2018).

Os insetos estão divididos em mais de 30 ordens, sendo o grupo mais numeroso representado pelos besouros (Ordem: Coleoptera) (JANKIELSOHN, 2018). A morfologia básica dos insetos compreende a presença de três pares de pernas, dois pares de asas originadas das regiões média e torácica do corpo, cabeça com um par de antenas e um par de olhos compostos (GHOSH, 2018).

Por serem a forma dominante de biomassa animal e vida na terra, observa-se na classe Insecta uma elevada diversidade de nichos tróficos, bem como uma ampla gama de funções ecológicas em seus ecossistemas naturais, que incluem hábitos de herbivoria, carnivorina e decomposição de detritos (JANKIELSOHN, 2018). Os insetos se caracterizam por apresentar diversos níveis de organização social, desde a existência de espécies solitárias, até espécies eussociais com a formação de colônias grandes e persistentes, onde grupos de indivíduos são responsáveis por realizarem diferentes tarefas, como por exemplo, as abelhas (LEONHARDT et al., 2016).

Os insetos respondem a fatores abióticos como umidade, temperatura e luz de maneiras diferentes, esses fatores são responsáveis não apenas por influenciar o comportamento dos insetos, mas também perturbam o seu mecanismo fisiológico (KHALIQ et al., 2014). Esses fatores apresentam impacto direto na dinâmica da população dessa classe, o que se dá pela influência na modulação das taxas de desenvolvimento, sobrevivência, fecundidade e dispersão (ZOTE et al., 2016).

Variáveis como a umidade são extremamente importantes para o bom

desenvolvimento dos insetos, especialmente para os insetos sociais, em que essa variável afeta diretamente o desenvolvimento adequado de ovos, larvas e pupas, podendo chegar à mortalidade quando o ambiente é muito seco (EOUZAN et al., 2019).

Alterações nos regimes de temperatura de um ambiente podem influenciar em modificações nas taxas de desenvolvimento e sobrevivência de insetos, o que posteriormente pode impactar no tamanho, densidade e composição das populações dessa classe, assim como, na extensão da exploração de plantas hospedeiras (ZOTE et al., 2016).

A importância da temperatura e umidade para os insetos se dá principalmente porque a maioria dos insetos terrestres não pode controlar sua temperatura corporal, portanto, são muito dependentes das condições ambientais ao seu redor (EOUZAN et al., 2019).

Outro fator importante que influencia na ecologia de insetos, é a luz, uma vez que estes usam e respondem à luz para várias atividades, como por exemplo, ritmo biológico, relógios circadianos, fotoperiodismo, percepção visual e orientação espacial; ademais é sabido que os insetos podem responder a diversos comprimentos de onda de luz de acordo com seu comportamento luminoso (SINGH et al., 2019).

Com base no exposto, esse trabalho se propõe a revisar os fatores que influenciam na ecologia de insetos, bem com as estratégias para monitoramento populacional e análise faunística desses organismos.

## Desenvolvimento

### *Importância da temperatura, umidade e luz para os insetos*

Nos estudos de ecologia de insetos, um dos fundamentos base é que a temperatura é o marco-passo de todas as taxas vitais (NELSON et al., 2013). Isso se dá, pelo fato de como os insetos são organismos ectotérmicos, suas taxas fisiológicas, bem como suas taxas de consumo e de crescimento, são influenciadas diretamente pela temperatura ambiente (LEMOINE et al., 2014).

Nos insetos, o metabolismo é impulsionado pelo acúmulo de calor e frio acima da chamada temperatura base ( $T_b$ ). Em condições temperadas, a ocorrência de temperaturas mais elevadas durante o inverno e na primavera afetam a hibernação das pupas e levam ao aumento da sobrevivência de insetos-praga, bem como prolongam a estação de crescimento (CASTEX et al., 2018). Na entomologia agrícola, compreender a relação entre temperatura e as taxas de desenvolvimento de uma praga alvo é importante para prever a ocorrência sazonal desses agentes, de modo a estabelecer estratégias eficientes e sustentáveis para o manejo de pragas (SUPAWAN & CHONGRATTANAMETEEKUL, 2017).

Embora os insetos apresentem uma boa capacidade de adaptação às flutuações de temperatura, sua fisiologia é sensível a ocorrência de temperaturas extremas, sejam elas altas ou baixas, bem como a duração desse eventos. Sob condições de temperatura mais elevadas, pode-se ocorrer a aceleração das taxas de desenvolvimento dos insetos, visto que o calor será acumulado mais cedo e mais rápido, aumentando assim o voltinismo, ou seja, o número de gerações anuais de um determinado inseto (CASTEX et al., 2018). Para insetos multivoltinos, acredita-se que a temperatura possa contribuir para surtos de insetos no início da estação quente, quando o clima ajudou a sincronizar a estrutura do estágio populacional através da indução de diapausa (NELSON et al., 2013).

Aumentos de temperatura podem também influenciar no controle de cima para baixo da biomassa vegetal, o que se deve ao aumento das demandas metabólicas de insetos herbívoros. Perante o aumento substancial das demandas metabólicas ocasionado pelas temperaturas mais altas, os insetos normalmente também aumentam seu consumo de alimentos ou mudam para dietas de maior qualidade, visando assim, compensar os maiores gastos advindos do metabolismo (LEMOINE et al., 2014).

A umidade é um fator climático onipresente, responsável por influenciar de forma decisiva a aptidão, comportamento reprodutivo e a distribuição geográfica dos insetos. Por serem normalmente pequenos, os insetos possuem uma capacidade reduzida de armazenamento de água, ao tempo que apresentam uma grande área superficial para perdê-la. Assim, em condições em que a umidade e a temperatura do ambiente afetam a taxa de perda de água, os insetos sob risco de dessecação precisam migrar para um microclima mais favorável (ENJIN, 2017).

A umidade do ambiente afeta a fisiologia dos insetos, e conseqüentemente, o seu desenvolvimento, longevidade e oviposição. Baixas umidades relativas podem retardar o desenvolvimento de insetos, o que pode ser observado em pragas de produtos armazenados, por exemplo; já sob altas umidades relativas ou no ar saturado os insetos ou seus ovos podem se

afogar ou serem mais facilmente atacados por patógenos. No entanto, cabe destacar que a alta umidade favorece a capacidade reprodutiva dos insetos, uma vez que a porcentagem de água está correlacionada com a quantidade de gordura, o que inclui os ovos nas fêmeas, assim como, com a quantidade de cutícula, que apresenta menor teor de água do que outros tecidos do inseto (NORHISHAM et al., 2013).

Para insetos que vivem no solo ou cujo surtos estão estritamente ligados a períodos chuvosos, a umidade se torna ainda mais importante. Isso se dá porque sob umidade relativa baixa, os ovos apresentam maior probabilidade de morrer antes da eclosão, assim como as larvas e pupas podem sofrer altas taxas de mortalidade e a emergência de adultos pode ser baixa (YANG et al., 2015).

A abundância de insetos é potencialmente ligada à sazonalidade de variações na precipitação pluviométrica, de modo que algumas espécies são mais abundantes na estação seca, enquanto outras apresentam proliferação apenas nos períodos chuvosos (SUPAWAN & CHONGRATTANAMETEEKUL, 2017), evidenciando assim o papel relevante da umidade no crescimento da população de insetos (YANG et al., 2015).

Os insetos também respondem de forma satisfatória aos regimes luminosos, que são um composto de padrões, incluindo amplitudes sazonais, intensidade da luz, comprimento de onda e fotoperíodo (KOCH, 2015). A influência da luz no comportamento e no desenvolvimento dos insetos pode se dar de diversas maneiras, sendo que uma das respostas mais comuns à luz é a fototaxia. Os insetos exibem dois principais comportamentos fototáticos; atração e repulsão. Na atração, que é a fototaxia positiva, os insetos se movem em direção a uma fonte de luz; já na repulsão, ou seja, fototaxia negativa, afastam-se das fontes luminosas (SHIMODA & HONDA, 2013).

Diversas espécies de insetos apresentam a necessidade de uma quantidade fixa de graus-dias para a embriogênese, com limiares de temperatura mínimo e máximo para o desenvolvimento e incubação de ovos e larvas. Para essas espécies, frequentemente, as mudanças no fotoperíodo acionam a mudança para o próximo estágio do ciclo de vida (KOCH, 2015).

As respostas dos insetos à luz são influenciadas por uma variedade de fatores, que podem ser advindos da intensidade de luz e comprimento de onda, combinações de comprimentos de onda, tempo de exposição, direção da fonte de luz e o contraste da intensidade e cor da fonte de luz em relação à luz presente no ambiente (SHIMODA & HONDA, 2013).

#### *Levantamento populacional de insetos: métodos e exemplos*

Realizar a avaliação da distribuição, abundância e tendências populacionais de espécies individuais e comunidades se constitui um aspecto

central da ecologia de insetos (LARSSON, 2016). Nesse sentido, uma ação importante é o levantamento populacional de espécies dessa classe, para tanto, diversas técnicas podem ser utilizadas para realizar o levantamento dessas populações, sendo estas dependentes de fatores como os hábitos das espécies que se quer fazer a amostragem (PETROVSKII et al., 2014). Levantamentos sistemáticos de insetos, com base em métodos de coleta estocásticos de amplo espectro, são os mais amplamente utilizados (LARSSON, 2016).

Nas ações de levantamento e monitoramento da ocorrência de insetos-praga, assim como em estudos de insetos em geral, a obtenção de informações sobre a abundância local de uma espécie são comumente obtidas através da instalação de armadilhas e da análise da contagem da armadilhas. Nesse sentido, os designers dessas armadilhas podem ser diferentes e serão direcionados às características das espécies-alvo que se deseja avaliar (PETROVSKII et al., 2014). Alguns tipos de armadilha bem difundidos são as armadilhas luminosas, armadilhas tipo janela, prato-armadilhas, armadilhas de queda, entre outras, que apresentam a capacidade de fornecer uma visão geral de tendências gerais da dinâmica dos insetos em estudo (LARSSON, 2016).

O monitoramento eficiente é uma processo chave para a boa tomada de decisão no tocante ao manejo de insetos, especialmente os insetos-praga. Dessa forma, um método comum para coletar dados de campo sobre a abundância de insetos é a captura. Para tanto, como já explicitado anteriormente, faz-se uso de armadilhas, estas são instaladas em toda a área monitorada, como por exemplo, um campo ou uma pastagem. Regularmente essas armadilhas são esvaziadas e o conteúdo separado para análise, a partir do qual as espécies presentes serão contadas e identificadas (PETROVSKII et al., 2014).

Quando uma armadilha, por exemplo, é montada no campo, ela ficará exposta por um certo tempo e poderá capturar um certo número  $n_1$  de insetos de uma determinada espécie. Esse número de insetos capturados recebe o nome de contagem de trap; ou seja, se por exemplo, a armadilha fica exposta por um dia, esse número é chamado de contagem diária. Quando  $n_1 > 0$ , isso pode ser considerado como uma prova de que a espécie em estudo está presente no ambiente em que se instalou a armadilha (BEARUP et al., 2015).

Outros métodos de levantamento populacional de insetos também são comumente empregados, como o uso de redes entomológicas, que são usadas para a coleta de borboletas e outros insetos com hábitos voadores. Observações visuais também podem ser empregadas, e normalmente são empregadas para insetos voadores muito velozes, como as libélulas (KYEREMATEN et al., 2014).

Quanto as armadilhas, estas podem usar iscas ou não. As armadilhas que fazem uso de isca

empregam uma determinada substância (por exemplo, feromônio) ou agente (por exemplo, luz ou cor) para que os insetos sejam atraídos. Assim, introduz-se um componente advectivo ao movimento do inseto, já que é mais provável que ele vá em direção à armadilha do que em qualquer outra direção. No caso das armadilhas sem isca, estas não apresentam qualquer atrativo que leve a tendência direcional, capturando os insetos apenas por causa de seus encontros aleatórios com a estrutura da armadilha (BEARUP et al., 2015).

Para a captura de insetos que andam ou rastejam no solo (por exemplo, besouros), utiliza-se normalmente armadilhas de queda, que são basicamente um buraco no chão, geralmente com uma xícara ou tigela inserida para facilitar o esvaziamento. Essas armadilhas podem ter formas diferentes a depender da espécie de inseto que se quer capturar (PETROVSKII et al., 2014).

Armadilhas de queda também são usualmente utilizadas para estimar a densidade de insetos-praga em grãos armazenados. Nesse caso, utilizam-se tubos cilíndricos com pequenos orifícios que são colocados nos silos de grão abaixo da superfície superior, de forma que os insetos rastejam e caem através dos orifícios dentro da armadilha cilíndrica e posteriormente serão coletados no fundo dessa estrutura. Deve-se destacar, que para esse caso, esse método é um processo lento e trabalhoso, uma vez que requer a entrada física nos silos para o manejo das armadilhas (inserção e recolhimento periódico), com posterior identificação manual e contagem dos insetos (SINGH & FIELKE, 2017).

Armadilhas luminosas para o levantamento populacional de insetos são comumente utilizadas para insetos voadores noturnos, uma vez que estes apresentam fototaxia positiva e são fortemente atraídos pela luz. A luz artificial apresenta a capacidade de interferir nos sistemas de navegação interna dos insetos, e este efeito pode ser também influenciado pela intensidade luminosa, de forma que é possível que quanto maior for a intensidade luminosa, maior será a interferência nesses sistemas de navegação (COSTA-NETA et al., 2018). O uso de luz é especialmente importante para levantamentos populacionais de mariposas, que são fortemente atraídas pelas luz e são capturadas por armadilhas de onde caem por um funil para uma caixa onde descansam até a identificação, sendo esse método de captura através da luz o ideal para pesquisar mariposas noturnas (JONASON et al., 2014).

O uso de feromônios associado com armadilhas tem crescido de forma considerável. Esse tipo de isca se destaca por fornecer indicadores razoavelmente confiáveis da presença de uma espécie-alvo em uma densidade populacional muito baixa, onde outros métodos de monitoramento não são eficientes (LARSSON, 2016). A captura de insetos em armadilhas com isca de feromônio pode ser influenciada por vários fatores, como por exemplo o design da armadilha,

tipo de isca, dose de feromônio e as condições ambientais durante o período de levantamento populacional (REDDY et al., 2018).

O uso de atrativos à base de alimentos associados a armadilhas são frequentemente utilizados em levantamentos populacionais de moscas-das-frutas, sendo um componente importante nos programas de detecção dessas pragas, uma vez que são iscas gerais que não apresentam especificidade sexual e nem de espécie (SHELLY & KURASHIMA, 2016).

#### *Análise faunística em entomologia*

Os estudos de análise faunística são uma etapa básica e primordial nas pesquisas entomológicas (SHAYEGHI et al. 2015). Normalmente essas análises são baseadas nos insetos coletados por meio dos diferentes tipos de armadilhas (SOARES et al., 2020). A importância das análises faunísticas se dá pela sua capacidade de descrever a biodiversidade de uma região específica, isto porque expressa o número e variedade de organismos dentro de uma área. Deve-se considerar que a biodiversidade é frequentemente usada como um indicador da saúde dos sistemas biológicos (MOHIBULLAH et al., 2019).

A análise faunística de insetos em uma dada região é normalmente realizada através do uso de índices faunísticos, sendo os mais amplamente conhecidos e utilizados a riqueza, constância, frequência e dominância de espécies (SCHNEIDER et al., 2017; SOARES et al., 2020).

A riqueza de espécies se refere ao número total de espécies observadas na comunidade em monitoramento. Já a constância, diz respeito a porcentagem de amostras em que uma determinada espécie estava presente (SOARES et al., 2020). Dessa forma, uma espécie é considerada constante quando está presente em mais de 50% das amostras. As outras espécies são também classificadas de acordo com a porcentagem observada, podendo ser classificadas como acessórias (25% –50%) ou acidentais (menos de 25%) (SCHNEIDER et al., 2017; SOARES et al., 2020).

A frequência de uma espécie é dada pela proporção de indivíduos da mesma espécie ( $n_i$ ) dividido pelo número total de indivíduos ( $N$ ) coletados na amostra ( $p_i = n_i/N$ ). Já quanto a dominância, uma espécie é considerada dominante quando possui frequência maior que 1, dividida pelo número total de espécies amostradas ( $S$ ), ou seja,  $> 1/S$  (SCHNEIDER et al., 2017).

Dois índices também são comumente utilizados em análises faunísticas: o índice de Simpson e o índice de Shannon. O índice de Simpson se constitui como um índice de dominância, ou seja reflete a probabilidade de dois indivíduos escolhidos ao acaso na comunidade em monitoramento pertencerem a uma mesma espécie. Esse índice apresenta uma amplitude de variação de 0 a 1; de forma que quanto mais próximo de 1,

maior é a probabilidade de dois indivíduos pertencerem a mesma espécie. Deve-se atentar que quanto maior for a dominância, menor será a diversidade (SOARES et al., 2020).

O índice de Shannon, por sua vez, é influenciado tanto pelo número de espécies, quanto por sua equitabilidade, ou uniformidade. (DADMAL & KHADAKKAR, 2014). Nesse índice, assume-se que uma amostra aleatória é retirada de uma população infinitamente maior, e que esta amostra contém todas as espécies dessa população (SOARES et al., 2020). Assim, uma maior número de espécies e uma distribuição mais uniforme aumentam esse índice (DADMAL & KHADAKKAR, 2014), da mesma forma que, maiores valores do índice de Shannon refletem uma maior diversidade da área em monitoramento (SOARES et al., 2020).

Como já explicitado, na realização de análises faunísticas, esses dois índices cobrem diferentes aspectos da composição de espécies em uma dada área. Por exemplo, o índice de Shannon atribui maior valor a espécies raras e o índice de Simpson, menor valor (CARVALHO et al., 2013).

#### **Considerações Finais**

Fatores abióticos como a umidade, temperatura e luz são responsáveis por impactar de forma direta na ecologia de insetos;

A avaliação da distribuição, abundância e tendências populacionais de insetos se constitui como um aspecto central da ecologia de insetos. Para tanto, o uso de estratégias de captura como o uso de armadilhas, dá suporte fundamental aos estudos de análise faunística.

#### **References**

- BEARUP, D.; PETROVSKAYA, N.; PETROVSKII, S. Some analytical and numerical approaches to understanding trap counts resulting from pest insect immigration. *Mathematical Biosciences*, v. 263, p. 143-160, 2015. DOI: <https://doi.org/ez19.periodicos.capes.gov.br/10.1016/j.mbs.2015.02.008>
- CARVALHO, G. M. L.; BRAZIL, R. P.; RAMOS, M. C. D. N. F.; MEIRA, P. C. L. S.; ZENÓBIO, A. P. L. A.; BOTELHO, H. A., et al. Ecological aspects of phlebotomine sandflies (Diptera: Psychodidae) from a cave of the speleological province of Bambuí, Brazil. *PLoS One*, v. 8, n. 10, p. e77158, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0077158>
- CASTEX, V.; BENISTON, M.; CALANCA, P.; FLEURY, D.; MOREAU, J. Pest management under climate change: The importance of understanding tritrophic relations. *Science of the Total Environment*, v. 616, p. 397-407, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.11.027>
- COSTA-NETA, B. M.; LIMA-NETO, A. R.; SILVA, A. A.; BRITO, J. M.; AGUIAR, J. V. C.; PONTE, I. S.; SILVA, F. S. Centers for Disease Control-type light

- traps equipped with high-intensity light-emitting diodes as light sources for monitoring *Anopheles* mosquitoes. *Acta Tropica*, v. 183, p. 61-63, 2018. DOI: <https://doi.org/ez19.periodicos.capes.gov.br/10.1016/j.actatropica.2018.04.013>
- DADMAL, S. M.; KHADAKKAR, S. Insect faunal diversity collected through light trap at Akola vicinity of Maharashtra with reference to Scarabaeidae of Coleoptera. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, v. 2, n. 3, p. 44-48, 2014.
- ENJIN, A. Humidity sensing in insects—from ecology to neural processing. *Current opinion in insect science*, v. 24, p. 1-6, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cois.2017.08.004>
- EOUZAN, I.; GARNERY, L.; PINTO, M. A.; DELALANDE, D.; NEVES, C. J.; FABRE, F. et al. Hygroregulation, a key ability for eusocial insects: Native Western European honeybees as a case study. *PloS One*, v. 14, n. 2, p. e0200048, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200048>
- GHOSH, S. Sialylation and sialyl transferase in insects. *Glycoconjugate Journal*, v. 35, n. 5, p. 433-441, 2018. DOI: <https://doi.org/ez15.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s10719-018-9835-6>
- JANKIELSOHN, A. The importance of insects in agricultural ecosystems. *Advances in Entomology*, v. 6, n. 2, p. 62-73, 2018. DOI: <https://doi.org/10.4236/ae.2018.62006>
- JONASON, D.; FRANZEN, M.; RANIUS, T. Surveying moths using light traps: effects of weather and time of year. *PLoS One*, v. 9, n. 3, p. e92453, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0092453>
- KHALIQ, A.; JAVED, M.; SOHAIL, M.; SAGHEER, M. Environmental effects on insects and their population dynamics. *Journal of Entomology and Zoology studies*, v. 2, n. 2, p. 1-7, 2014.
- KOCH, K. Influence of temperature and photoperiod on embryonic development in the dragonfly *Sympetrum striolatum* (Odonata: Libellulidae). *Physiological Entomology*, v. 40, n. 1, p. 90-101, 2015. DOI: <https://doi.org/ez19.periodicos.capes.gov.br/10.1111/phen.12091>
- KYEREMATEN, R.; OWUSU, E. H.; ACQUAH-LAMPTEY, D.; ANDERSON, R. S.; NTIAMOBA-BAIDU, Y. Species composition and diversity of insects of the Kogyae Strict Nature Reserve in Ghana. *Open Journal of Ecology*, v. 4, n. 17, e1061, 2014. DOI: <https://doi.org/10.4236/oje.2014.417087>
- LARSSON, M. C. Pheromones and other semiochemicals for monitoring rare and endangered species. *Journal of Chemical Ecology*, v. 42, n. 9, p. 853-868, 2016. DOI: <https://doi.org/ez19.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s10886-016-0753-4>
- LEMOINE, N. P.; BURKEPILE, D. E.; PARKER, J. D. Variable effects of temperature on insect herbivory. *PeerJ*, v. 2, p. e376, 2014. DOI: <https://doi.org/10.7717/peerj.376>
- LEONHARDT, S. D.; MENZEL, F.; NEHRING, V.; SCHMITT, T. Ecology and evolution of communication in social insects. *Cell*, v. 164, n. 6, p. 1277-1287, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cell.2016.01.035>
- MOHIBULLAH, M. I. Y.; SHAMSULLAH, S.; AKHTAR, B.; ESSOTE, S. A.; UR, A. Faunistic study of lady bird beetle on the basis of external morphology of urban and rural areas of district Pishin, Baluchistan. *University of Sindh Journal of Animal Sciences*, v. 3, n.1, p. 01-08, 2019.
- NELSON, W. A.; BJØRNSTAD, O. N.; YAMANAKA, T. Recurrent insect outbreaks caused by temperature-driven changes in system stability. *Science*, v. 341, n. 6147, p. 796-799, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1238477>
- NORHISHAM, A. R.; ABOOD, F.; RITA, M.; HAKEEM, K. R. Effect of humidity on egg hatchability and reproductive biology of the bamboo borer (*Dinoderus minutus* Fabricius). *SpringerPlus*, v. 2, n. 1, e9, 2013. DOI: <https://doi.org/ez19.periodicos.capes.gov.br/10.1186/2193-1801-2-9>
- PETROVSKII, S.; PETROVSKAYA, N.; BEARUP, D. Multiscale approach to pest insect monitoring: random walks, pattern formation, synchronization, and networks. *Physics of life reviews*, v. 11, n. 3, p. 467-525, 2014. DOI: <https://doi.org/ez19.periodicos.capes.gov.br/10.1016/j.plrev.2014.02.001>
- REDDY, G. V.; SHRESTHA, G.; MILLER, D. A.; OEHLSCHLAGER, A. C. Pheromone-trap monitoring system for pea leaf weevil, *Sitona lineatus*: effects of trap type, lure type and trap placement within fields. *Insects*, v. 9, n. 3, p. 75, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects9030075>
- SCHNEIDER, N. A.; AZEVEDO FILHO, W. S.; GIACOMELLI, F. Population Fluctuation and Faunistic Analysis of Sharpshooters (Hemiptera: Cicadellidae: Cicadellinae) in Plum Orchards in the Municipality of Protásio Alves, Rio Grande do Sul State, Brazil. *Journal of the Kansas Entomological Society*, v. 90, n. 4, p. 269-282, 2017. DOI: <https://doi.org/10.2317/JKES150406.1>

- SHAYEGHI, M.; NEJATI, J.; SHIRANI-BIDABADI, L. KOOSHA, M.; BADAKHSHAN, M.; BAVANI, M. M. et al. Assessing the fauna of aquatic insects for possible use for malaria vector control in large river, central Iran. *Acta Medica Iranica*, v. 53, n. 15, p. 523-532, 2015. <https://doi.org.ez15.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s13355-014-0295-6>
- SHELLY, T. E.; KURASHIMA, R. S. Capture of Mediterranean fruit flies and melon flies (Diptera: Tephritidae) in food-baited traps in Hawaii. *Proceedings of the Hawaiian Entomological Society*, v. 48, p. 71-84, 2016.
- SHIMODA, M.; HONDA, K. Insect reactions to light and its applications to pest management. *Applied Entomology and Zoology*, v. 48, n. 4, p. 413-421, 2013. DOI: <https://doi.org.ez19.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s13355-013-0219-x>
- SINGH, C. B.; FIELKE, J. M. Recent developments in stored grain sensors, monitoring and management technology. *IEEE Instrumentation & Measurement Magazine*, v. 20, n. 3, p. 32-55, 2017. DOI: <https://doi.org.ez19.periodicos.capes.gov.br/10.1109/MIM.2017.7951690>
- SINGH, S.; DHYANI, S.; KOKATE, P.; CHAKRABORTY, S.; NIMSADKAR, S. Deterioration of World Heritage Cave Monument of Ajanta, India: Insights to Important Biological Agents and Environment Friendly Solutions. *Heritage*, v. 2, n. 3, p. 2545-2554, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/heritage2030156>
- SOARES, D. P.; SOUZA, T. A. N. D.; SANTOS, J. D. O.; GIUSTOLIN, T. A.; ALVARENGA, C. D. Fruit Flies (Diptera: Tephritidae) in Mango Orchards in the Minas Gerais Semi-Arid Region. *Caatinga*, v. 33, n. 3, p. 844-852, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252020v33n328rc>
- STORK, N. E. How many species of insects and other terrestrial arthropods are there on Earth?. *Annual Review of Entomology*, v. 63, p. 31-45, 2018. DOI: <https://doi.org.ez15.periodicos.capes.gov.br/10.1146/annurev-ento-020117-043348>
- SUPAWAN, J.; CHONGRATTANAMETEEKUL, W. Influence of humidity, rainfall, and fipronil toxicity on rice leaffolder (*Cnaphalocrocis medinalis*). *SCIENCEASIA*, v. 43, n. 2, p. 82-87, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.2306/scienceasia1513-1874.2017.43.082>
- YANG, Y.; LI, W.; XIE, W.; WU, Q.; XU, B.; WANG, S. et al. Development of *Bradysia odoriphaga* (Diptera: Sciaridae) as affected by humidity: an age-stage, two-sex, life-table study. *Applied Entomology and Zoology*, v. 50, n. 1, p. 3-10, 2015. DOI: