



A IMPORTÂNCIA DA ENTOMOLOGIA FORENSE NA ELUCIDAÇÃO DE CASOS CRIMINAIS

THE IMPORTANCE OF FORENSIC ENTOMOLOGY CLEARING CRIMINAL CASES

PEREIRA, Julia Gabriela Sales¹; BENTO, Letícia Dini²; SILVA, Rafael Ferreira da³;

¹Graduanda do Curso de Biomedicina – Universidade São Francisco; ²Graduanda do Curso de Biomedicina – Universidade São Francisco; ³Docente do Curso de Biomedicina – Universidade São Francisco.

julia.sales@mail.usf.edu.br/**leticia.bento@mail.usf.edu.br**

RESUMO. O Brasil é considerado o oitavo país mais violento em relação a mortes violentas intencionais, destacando a importância da Perícia Criminal na segurança pública, e a partir dela, as suas áreas de atuação, como a Entomologia Forense. A Entomologia Forense é responsável por relacionar os conhecimentos da biologia dos insetos e outros artrópodes encontrados junto a um cadáver, auxiliando na elucidação de casos criminais, sendo capaz de indicar por exemplo quanto tempo o corpo esteve exposto até o momento que foi encontrado e inclusive se o mudaram de local na cena do crime. A estimativa pós morte verifica-se através de cálculos relacionados com os métodos de grau-hora acumulado e grau-dia acumulado para que seja possível calcular o tempo que o inseto levou para se desenvolver a partir das condições, como temperatura ou quantidade de calor, que foram submetidos, e por fim estimar o tempo entre a morte e o encontro do corpo. Técnicas de Biologia Molecular são capazes de auxiliar com marcadores moleculares identificando insetos imaturos, pupários ou fragmentos, já que o valor taxonômico pode ser praticamente nulo, e às vezes são os únicos vestígios que poderão ser utilizados na cena do crime capazes de indiciar o verdadeiro culpado perante a justiça. O presente trabalho se dá a partir de revisões bibliográficas referente ao tema, mostrando os detalhes sobre a área, no qual contém um amplo campo de pesquisa, e utiliza de técnicas de Biologia Molecular para que haja eficácia no esclarecimento de mortes violentas.

Palavras-chave: Perícia Criminal; Entomologia Forense; Insetos Necrofagos; Intervalo Pós Morte; Biologia Molecular; Morte Violenta.

ABSTRACT. Brazil is considered the eighth most violent country in relation to intentional violent deaths, highlighting the importance of Criminal Forensics in public security, and from there, its areas of activity, such as Forensic Entomology. Forensic Entomology is responsible for relating the knowledge of the biology of insects and other arthropods found next to a corpse, helping to elucidate criminal cases, being able to indicate, for example, how long the body was exposed until the moment it was found and even if relocated him at the crime scene. The post-mortem estimation is verified through calculations related to the accumulated degree-hour and accumulated degree-day methods so that it is possible to calculate the time that the insect took to develop from the conditions, such as temperature or amount of heat, that were submitted, and finally to estimate the time between death and the finding of the body. Molecular Biology Techniques are able to help with molecular markers identifying immature insects, pupae or fragments, since the taxonomic value can be practically null, and sometimes they are the only traces that can be used at the crime scene capable of indicting the real culprit. before justice. The present work is based on bibliographic reviews on the subject,

showing the details about the area, in which it contains a wide field of research, and uses Molecular Biology techniques so that there is effectiveness in the clarification of violent deaths.

Keywords: Criminal Expertise; Forensic Entomology; Necrophagous Insects; Post Death Interval; Molecular biology; Violent Death.

INTRODUÇÃO

No Anuário Brasileiro de Segurança Pública de 2022, o Brasil aparece como o oitavo país mais violento do mundo, dados de 2020 informados ao Escritório das Nações Unidas sobre Drogas e Crime (UNODC), com uma taxa de 22,45 homicídios para cada 100 mil habitantes, relata ainda que apesar das porcentagens obtidas sobre morte violentas terem baixado levando em consideração os dados obtidos entre os anos de 2017/2021, o Brasil ainda se encontra com cenários de violência extrema preocupantes e que revelam a vulnerabilidade dos arranjos institucionais da segurança pública no país.

A perícia criminal se mostra cada dia mais importante na segurança pública do Brasil, são através dos seus métodos e técnicas que se é capaz de comprovar a existência de um crime e determinar o possível autor por ele, analisando diversos tipos de provas e vestígios deixados na cena do crime para que assim aconteça a elucidação das dinâmicas criminosas cometidas diariamente no país (LIRA, 2021).

A história da perícia criminal no Brasil teve início em 1832 quando a forma de governo ainda era a monarquia e foi criado o Código de Processo Criminal, o mesmo tratava da justiça civil em caráter provisório, na época os departamentos policiais não eram estruturados ou conhecidos como atualmente mas no divulgado Código já era citada a figura de um perito, descrevendo suas funções em caso de delito cometido com vestígios (SOUZA, 2011). Só em 1941 passou a ser vista como um instrumento de importância mútua para as investigações criminais, com base no código de processo penal. Se destacou por ser responsável em analisar provas materiais de um crime, capaz de indicar atos delitivos ou indícios de autoria, podendo assim auxiliar os juízes em suas decisões. Com todo o reconhecimento, a perícia criminal foi indicada para dirigir o Instituto de Criminalística, para que fossem realizadas as pesquisas e os exames periciais de formas mais específicas e amplas (NARRACCI, 2018).

A criminalística engloba aspectos gerais de um crime, investigando e analisando tecnicamente os indícios que os compõem, contribuindo assim com a prova material e auxiliando no esclarecimento das circunstâncias do crime (FRANÇA, 2015). Diversas áreas são englobadas, como: a balística forense, química forense, documentoscopia, levantamento topográfico, entomologia forense, entre outras (ROMÃO et al, 2011).

Considerando o exposto, o presente trabalho tem como objetivo revisar a literatura bibliográfica sobre o tema Entomologia Forense, no qual possui um acervo rico de pesquisas e detalhamento sobre a área, analisando sua evolução, aplicabilidade e técnicas, como o uso da biologia molecular, visando sua eficácia e determinando sua importância e benefícios para fins médico-legais que contribuem para o esclarecimento de casos criminais e dão assistência jurídica.

METODOLOGIA

Foram realizadas revisões bibliográficas de literaturas que tinham por finalidade abordar o tema “A Importância Da Entomologia Forense Na Elucidação De Casos Criminais”, descrevendo as principais técnicas utilizadas e sua importância na investigação criminal. Para isso, foram utilizados artigos científicos (em português, polonês, espanhol e inglês) encontrados nas principais bases de dados como Google Acadêmico, SciELO, PubMed, além de teses acadêmicas, livros especializados no assunto. As palavras chaves utilizadas foram: Entomologia Forense; Perícia; Fauna Cadavérica; Insetos na perícia; Entomotoxicologia; Entomologia x Biologia Molecular.

Inicialmente, foi realizada uma breve pesquisa para seleção dos materiais relacionados. E então, foi realizada uma leitura mais aprofundada dos materiais selecionados para averiguação do assunto abordado e complementação das informações. Quanto à cronologia, foram considerados materiais desde 1985, porém utilizados na grande maioria dos últimos 20 anos.

O estudo foi dividido em quatro partes, sendo elas: distinção das fontes, recolhimento de dados, análise e interpretação dos textos e discussão da literatura.

Distinção das fontes

Essa etapa teve como finalidade buscar material teórico-científico com base em pesquisas realizadas em bancos de dados relacionados à Perícia Criminal, Entomologia Forense e Biologia Molecular.

Recolhimento de dados

Foram realizadas leituras exploratórias dos materiais previamente selecionados a fim de coletar dados e buscar embasamento teórico para uma melhor descrição das principais técnicas na área da Entomologia Forense, e sua relação com a Perícia Criminal e Biologia Molecular.

Análise e interpretação dos textos selecionados

Após selecionar os materiais de interesse, foi realizada uma leitura analítica e minuciosa dos mesmos, visando ordenar, sintetizar e registrar as informações relevantes para o desenvolvimento do projeto.

Discussão do assunto através dos materiais selecionados

Os materiais teórico-científicos obtidos foram analisados, interpretados e discutidos para desenvolvimento de um pensamento crítico e reflexivo sobre o tema “A Importância Da Entomologia Forense Na Elucidação De Casos Criminais”

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entomologia Forense

A Entomologia Forense é a ciência que aplica o conhecimento da biologia de insetos e outros artrópodes associados a um cadáver, considerando-os vestígios importantes para as investigações de mortes violentas (GRIGULO, 2016). Há uma grande diversidade biológica de insetos no Brasil, e índices de criminalidade cada dia mais evidentes, desta forma consequentemente tem se tornando necessário o crescimento de estudos entomológicos para auxílio na elucidação de crimes e aperfeiçoamento de técnicas, como conhecimento da fauna cadavérica do local, identificação do cadáver, causa da morte (VIEIRA, 2019).

A partir das evidências entomológicas obtidas no local do crime é possível determinar qual o tempo decorrido desde a morte até a descoberta do corpo, sendo esse um dos principais encargos da área, determinar o intervalo pós morte (IPM), baseado nas análises das espécies de artrópodes que foram encontrados se alimentando do cadáver e na avaliação do estágio de desenvolvimento desses artrópodes (ALY, ALDEYARBI, 2020). As espécies necrófagas, que se alimentam da matéria orgânica utilizando-a como fonte de proteína e local de oviposição, fazem com que haja aceleração da putrefação e desintegração dos corpos. Cada fase da putrefação atrai um determinado grupo de insetos e outros artrópodes, e além de possibilitarem a coleta e extração de sangue, secreção e outros tecidos do seu trato digestório, possibilitam também a extração de material genético do cadáver, fazendo com que possa ocorrer a identificação do cadáver através do Ácido Desoxirribonucleico (DNA) (PUJOL-LUZ et al 2008).

O primeiro caso sobre a utilização da entomologia está registrado em um manual de Medicina Legal Chinês do século XIII. Houve um homicídio, onde um lavrador foi encontrado degolado por uma foice, para elucidação do caso os lavradores da região foram obrigados a entregar suas foices e as mesmas foram deixadas expostas ao ar livre, no solo. Moscas pousaram em apenas uma das foices, atraídas pelos resíduos de sangue que ainda encontravam-se aderidos à lâmina. Chegou-se à conclusão de que aquela era a foice do assassino (BENECKE, 2001). Os insetos foram utilizados pela primeira vez para estimar um intervalo pós-morte (IPM) por Bergeret (1855), um médico francês. Apenas em 1894 foi lançado o primeiro livro, por Mégnin, “La faune de cadavres”, com descrições dos insetos, fundamentações teóricas, relatos de casos reais estudados por ele e seus colaboradores (PUJOL-LUZ et al 2008).

Os estudos no Brasil começaram em 1908, com Edgar Roquette Pinto e Oscar Freire, que notaram a enorme diversidade da fauna de insetos necrófagos. Os insetos são os primeiros a descobrirem cenas de crimes e cadáveres, as Ordens Dípteras e Coleóptera são as mais relevantes em casos envolvendo mortes. O profissional entomologista deve ter conhecimento amplo em taxonomia, biologia e ecologia dos insetos, para só assim dar garantia a todo processo de investigação e validação dos resultados (PUJOL-LUZ J, et al., 2008).

Dividida em três subáreas, segundo Lord e Stevenson (1986); 1) Urbana: relacionada se há presença de insetos em bens, imóveis ou estruturas. Por exemplo, uma pessoa adquiriu um imóvel e notou que está infestado de cupins, neste caso a Entomologia Forense consegue responder se a infestação ocorreu antes ou depois da compra, possibilitando que o prejuízo ficasse com o vendedor; 2) Produtos armazenados: relacionado à contaminação pequena ou grande, de produtos comerciais estocados. Neste caso, o comprador do produto infestado por insetos pragas pode impor ao vendedor uma compensação pelo prejuízo. A Entomologia Forense teria de cumprir o desafio para conseguir determinar quando ocorreu a infestação; 3) Médico-legal: relacionada a casos de morte violenta. Onde a principal contribuição da Entomologia Forense seria descobrir o IPM (PUJOL-LUZ et al 2008).

Podendo ser aplicada em outros tipos de casos, como de maus tratos e tráfico de entorpecentes, porém é sendo mais utilizada em mortes violentas, auxiliando na descoberta do local onde ocorreu a morte, na data do ocorrido, e indicando a quanto tempo aquele corpo pode estar exposto e se o mudaram de local na cena do crime (PEREIRA, 2014). Insetos hematófagos (que se alimentam de sangue) e necrofágos (que se alimentam de corpos em decomposição) auxiliam na identificação tanto do autor do crime quanto da vítima e também são úteis na avaliação do estado de negligência da vítima antes da morte (ALY, ALDEYARBI, 2020).

O estudo da fauna cadavérica compõe a aplicação forense mais importante da entomologia na medicina legal (KEH, 1985). A agregação entre o conhecimento da fauna de cadáveres, com as análises dos dados de estudos de decomposição e história de vida de insetos, chamados de “indicadores forenses”, servem para ampliar a exatidão das estimativas do IPM, além de contribuir também para reduzir o tempo necessário de uma análise da perícia médico-legal (GOFF et al, 1988; CATTS E HASKELL, 1990).

Fases da decomposição

Logo após a morte temos os sinais abióticos que surgem inicialmente, são eles a desidratação, resfriamento gradual, rigidez, espasmos, manchas cutâneas hipostáticas e livores cadavéricos (LUZ; DOMINGUES e NAVES, 2018; CROCE e CROCE JR., 2012).

As condições da morte e o local em que ocorreu influenciam de forma significativa no desenvolvimento dos fenômenos cadavéricos, podendo acelerar o processo ou influenciar na aparição dos insetos encontrados no corpo.

Fase fresca: O corpo ainda está externamente normal, mas há o início da desidratação, que ocorre por influência da temperatura, umidade ou correntes de ar do ambiente em que ocorreu a morte, ela representa uma perda de fluidos corporais, facilitando a formação de manchas negras da esclerótica (livor sclerotinae nigrecens ou sinal de Sommer e Larcher), turvação da córnea, tela viscosa nos olhos (Sinal de Stenon-Louis), deixa a mucosa com coloração parda e consistência dura, além de diminuir o peso do corpo (SOUZA et al, 2018; CROCE e CROCE JR., 2012)

A ausência da atividade metabólica causa alteração na temperatura corporal, fazendo com que, por hora, o cadáver perca 1°C de temperatura, até que haja igualdade entre a temperatura ambiente e a temperatura do cadáver. O equilíbrio térmico ocorre entre 24 à 26 horas nos adultos e 20 horas em crianças (FRANÇA, 2018; CROCE e CROCE JR., 2012).

Dentro de 3 horas após a morte surge à rigidez cadavérica (rigor mortis), essa rigidez é um tipo específico de contração muscular onde o corpo permanece rígido (POPOSKA et al, 2013). Inclusive em casos de mortes violentas, quando são encontrados com essa característica, costumam estar na posição em que foram mortos, causando uma dificuldade para a movimentação ou deslocamento do cadáver. Segundo a lei de Nysten-sommer, se o cadáver estiver na horizontal com a face para cima, à rigidez tem início da face, nuca, tórax, membros superiores, abdômen, e membros inferiores, e desaparece na mesma sequência (MELÉNDEZ ESPINOZA, 2018; SOUZA et al, 2018; CROCE e CROCE JR., 2012). No entanto, dependendo do cadáver a rigidez após à morte pode levar de 20 horas até 3 dias para desaparecer (LEITE e PRADO, 2019).



Fonte: PRESNELL e DENTON, 2015

Figura 1 – Rigor mortis presente com o braço direito resistente à gravidade. O corpo provavelmente estava em outra posição por várias horas após a morte e após foi colocado em posição supina.

Fase de coloração (ou cromática): O livor de hipóstase e a lividez são dois fenômenos que ocorrem simultaneamente, pois a circulação cessa após a morte (SOUZA et al, 2018). Com a perda da circulação o sangue tende a migrar para as partes mais baixas do corpo, causando assim, as manchas isoladas com tonalidade cinza - arroxeada nas partes mais elevadas (GONÇALVES, 2019).

Enquanto ocorre a aparição das manchas isoladas (livor mortis), temos o início da fase de autólise, um aumento significativo da acidez e decomposição intra e extracelular, que tem como objetivo dar seguimento para a fase de putrefação.



Fonte: PRESNELL e DENTON, 2015

Figura 2 – Livor mortis em posição anterior. A área de palidez no tórax e no abdômen ocorreu devido ao falecido que estava deitado em cima do braço esquerdo e mão direita.

A putrefação envolve a ação da microbiana aeróbia e anaeróbia e tem início no intestino. Grande parte da população tem conhecimento de que o corpo humano possui bactérias que fazem parte da flora natural e flora intestinal, por esse motivo é comum que a putrefação se inicie na região intestinal, causando o aparecimento de manchas verdes abdominais, sobrepondo às manchas do livor mortis, as manchas verdes representam o início da decomposição dos tecidos, inclusive onde tem maior quantidade bacteriana, ou seja, nas alças intestinais (SILVEIRA, 2015). O aparecimento das manchas verdes ocorrem entre 18 e 24 horas após a morte, tem durabilidade de em média uma semana e depois são distribuídas em todo o corpo.



Fonte: PRESNELL e DENTON, 2015

Figura 3 – Pode ser notada o início da decomposição através das manifestações pela descoloração verde sobre o abdômen.

Fase gasosa, inchamento ou enfisematosa: Após essa primeira fase da putrefação, damos início ao período gasoso, esse período tem duração de em média duas semanas e acontece pela migração do gás sulfídrico da putrefação para a superfície corporal, causando edemas na face e tronco. A produção dos gases promovem um deslocamento do sangue para as regiões periféricas que é a causa da circulação póstuma de Brouardel (desenho vascular visualizado na pele), os gases acumulados fazem com que haja extravasamento do sangue pelas narinas e boca (CAVALLARI, 2018).

Fase coliquativa ou da fusão: O terceiro período é a fase coliquativa, onde há desintegração dos tecidos e dos ossos, mediante à ação das bactérias e da fauna cadavérica (SOUZA et al, 2018; FRANÇA, 2018; CROCE e CROCE JR., 2012). Essa fase é caracterizada pelo rompimento da pele e rompimento ou abertura dos orifícios naturais, causando liberação dos fluidos corporais em direção ao solo (CAVALLARI, 2018). Essa é a fase onde são encontrados insetos e outros artrópodes nos orifícios e cavidades do cadáver, também é a fase onde são atraídos os insetos necrófagos pelo odor forte, acelerando o processo da decomposição (TRANCHIDA et al, 2014).



Fonte: PRESNELL e DENTON, 2015

Figura 4 – Nota-se o processo de decomposição com autólise e putrefação.

Fase de esqueletização: Com a escassez dos fenômenos da decomposição, o odor diminui, e os insetos também, entrando no último período denominado de esqueletização, acontece quando os tecidos moles já se desintegraram do corpo, expondo os ossos e arcada

dentária, deixando as estruturas rígidas mais leves, frágeis e quebradiças (SOUZA et al, 2018; FRANÇA, 2018; CROCE e CROCE JR., 2012; TRANCHIDA et al, 2014).



Fonte: PRESNELL e DENTON, 2015

Figura 5 – Processo de esqueletização.

Fluxo da fauna cadavérica

Após a morte, e entre suas fases de decomposição temos diversos insetos circulando pelo corpo e se alimentando da fauna cadavérica ali exposta, e baseando – se em cada fase, é possível determinar um padrão de sucessão entomológica. São encontrados diversos insetos e outros artrópodes, cada um com suas características, que auxiliam na resolução dos casos criminais (CAVALLARI, 2012). Os insetos e outros artrópodes que habitam na fauna cadavérica são classificados como necrófagos, omnívoros, parasitas e predadores, e acidentais (KEH, 1985; DALY et al, 1998).

Necrófagos: Moscas e besouros, adultos ou imaturos, se alimentam dos tecidos em decomposição, geralmente aparecem na fase fresca após a morte. Exemplos, dípteros, principalmente as famílias Calliphoridae, Sarcophagidae, e Muscidae; coleópteros, famílias Scarabeidae, Silphidae e Dermestidae; e lepidópteros, famílias Tineidae e Pyralidae (CAVALLARI, 2018).

Omnívoros: Geralmente formigas e vespas, são aqueles que se alimentam tanto da fauna, quanto do cadáver. Exemplos, himenópteros e coleópteros (CAVALLARI, 2018).

Parasitas e predadores: Os parasitas consomem a reserva da microbiota natural do cadáver para o seu próprio desenvolvimento, enquanto os predadores se alimentam dos insetos necrófagos em seu estágio imaturo. Exemplos, ácaros; coleópteros, famílias Silphidae, Staphylinidae e Histeridae; dípteros, Calliphoridae e Muscidae; himenópteros, predadores ou parasitas de imaturos de dípteros; e dermápteros, mais conhecidos como tesourinha (CAVALLARI, 2018).

Acidentais: São encontrados por acaso no cadáver, pelo corpo estar em seu habitat natural. Exemplos, percevejos, colêmbolos, aranhas, centopeias, e tatu de jardim (CAVALLARI, 2018).

Os insetos e outros artrópodes são atraídos de acordo com as fases de decomposição, cada fase com suas peculiaridades, texturas, e odores. Quando se trata da região, a sucessão entomológica pode acontecer de formas diferentes, como no Brasil, por exemplo, por conta do clima tropical (MEIRA e BARROS, 2015).

Fase fresca: Moscas do gênero e da família Musca e Calliphora.

Fase de coloração: Moscas do gênero *Lucilia* e *Sarcophaga*, Calliphoridae, além das moscas da fase anterior.

Fase de gasosa: Moscas do gênero *Piophil*a e *Anthomyia* predominam nessa fase.

Fase coliquativa: Dípteros acaliptrados e coleópteros da Silphidae.

Fase de esqueletização: Insetos da espécie Coleóptera predominam nessa fase, além de moscas do gênero *Fannia* (Fannidae), e *Ophyra* (Muscidae).

É importante ressaltar que mesmo com um padrão de sucessão, as fases da decomposição podem se sobrepor, ocorrendo todas ao mesmo tempo, em diferentes partes do cadáver. Os insetos atraídos também não têm relação com as estações climáticas, mas a carcaça se decompõe mais rapidamente dependendo do ambiente ou não, dependendo de ser mais úmido ou mais quente, mencionando o inverno como a estação das espécies maiores (CAVALLARI, 2018).

Cálculo do Intervalo Pós-Morte (IPM)

O intervalo pós morte está relacionado com o tempo percorrido entre a morte e o momento em que o corpo é encontrado. O cálculo é mais utilizado quando há algum indício de morte suspeita, onde é preciso elaborar uma ordem cronológica envolvendo a morte, o local em que o corpo foi encontrado, a ligação de algum suspeito à cena do crime, e os depoimentos das testemunhas. Esse método também pode ser utilizado em casos de morte natural, acidental ou suicídio, quando há indícios de decomposição avançada no corpo (GREENBERG e KUNICH, 2002).

Ao decorrer de 72 horas após a morte, a determinação do intervalo pós morte utilizando de análises microbiológicas do cadáver, tornam-se ineficazes, sendo necessária e mais recomendada, a entomologia forense para realizar a estimativa (AMENDT, 2011). Sabe-se que existem maneiras diferentes de aplicar os dados entomológicos, inicialmente quando o cadáver está em estágio avançado de decomposição, a estimativa do intervalo pós-morte (IPM) é baseada na existência de insetos e outros artrópodes encontrados no cadáver, a outra forma de obter a estimativa é ter conhecimentos sobre os ciclos de vida dos insetos, e o intervalo de tempo que eles levam para se desenvolver entre sua forma imatura e forma adulta (CATTS & GOFF, 1992). Deve ser levado em consideração os fatores externos, como ambiente, clima, se o cadáver foi enrolado ou coberto, pois esses fatores podem atrasar a chegada dos insetos e retardar as fases de decomposição (CATTS & GOFF, 1992; PINHEIRO et al, 2012).

Para que seja feito o cálculo, é utilizado um modelo linear chamado de Grau-hora acumulado (GHA) ou Grau-dia acumulado (GDA), relação entre o tempo percorrido para o desenvolvimento do inseto com a temperatura que ele foi submetido, a temperatura ou quantidade de calor acumulada é a forma necessária para os insetos completar o seu ciclo. Essa determinação se dá por meio da análise feita no inseto encontrado no cadáver, independente do seu estado de decomposição, os insetos se desenvolvem com o acúmulo de calor que está naquele ambiente. Para que haja uma estimativa de IPM mínima, é importante que as moscas cheguem logo após a morte e façam a oviposição, para que seja coletado o estágio imaturo do inseto presente na fauna, e o mesmo seja criado até a fase adulta para que seja realizado a identificação da espécie e seja aplicado o cálculo com o GDA (Grau-dia acumulado) (OLIVEIRA-COSTA, 2011).

Sobre os interferentes da estimativa do IPM, em casos de suicídio ou intoxicação por drogas, há um retardo na evolução larval e no crescimento dos insetos, podendo causar

crescimento excessivo, e decomposição em menor tempo, prejudicando o cálculo do IPM (GOFF et al, 1989).

Levando em consideração todos os estudos feitos sobre o IPM, colonização dos insetos, e estágios da putrefação, podemos afirmar que a Entomologia forense é uma ferramenta valiosa na elucidação de casos de morte suspeita, violenta, suicídio, envenenamentos e overdose, tendo em vista que corpos nessa condição geralmente são encontrados em um estado avançado de decomposição (CAVALLARI, 2018).

Biologia Molecular: Uma ferramenta para a Entomologia Forense.

O avanço dos técnicos moleculares tem auxiliado muito o estudo de insetos, principalmente nas áreas de taxonomia e sistemática, filogenia e também em estudos de genética de populações. Essa "nova ordem alternativa" atualmente é possível graças ao avanço das pesquisas e estudos de diversos grupos de genes em diferentes regiões do genoma (SANDOVAL, 2011).

Técnicas moleculares são utilizadas mundialmente em entomologia forense para auxiliar na identificação de espécies e auxiliar na estimativa do alcance da necropsia, como a isolamento, amplificação e caracterização de material genético humano armazenado no trato digestivo de artrópodes sugadores e necrófagos. Estudos como esses podem fornecer importantes evidências da associação entre as larvas e o possível corpo que moravam e em casos de morte violenta em que há dúvida se o imaturo encontrado realmente se alimentou e se desenvolveu na vítima encontrada, podendo também determinar a identidade e gênero da vítima, além da presença de drogas e outras substâncias tóxicas, mesmo em corpos em avançado estado de decomposição (BENECKE, 2004; THYSEN, 2005; GUNN, 2009).

A utilização de marcadores moleculares em pesquisas para caracterização da variação gênica e diagnóstico de espécies de hemípteros é uma abordagem alternativa aos estudos tradicionalmente projetados usando apenas morfologia e etiologia (SANDOVAL, 2011). Um marcador molecular é definido como qualquer fenótipo molecular que ocorre em uma parte específica de um gene ou uma parte específica de um DNA expresso que pode distinguir indivíduos geneticamente distintos (FERREIRA & GRATTAPAGLIA, 1998; MILACH, 1998).

Ao contrário dos traços morfológicos, os marcadores moleculares expõem neutralidade fenotípica, geralmente são codominantes e podem ser usados em indivíduos jovens e adultos (Brammer, 2000). Diante dessas novas tendências, foi desenvolvido o DNA Barcode - The Barcode Life Project, que consiste em um projeto de sistema único e universal que visa identificar todos os eucariotos, de uma região específica do DNA mitocondrial, um fragmento da subunidade I 6 S ' do gene do citocromo C oxidase – COI. Esta região tem aproximadamente 650 pares de bases de comprimento, na maioria dos grupos e é flanqueada por sequências conservadas, tornando-a relativamente fácil de isolar e analisar (HEBERT & GREGORY, 2005).

As mitocôndrias são estruturas abrangentes e estão presentes em quase todas as células, seus genes são fontes de informações importantes para vários tipos de estudos moleculares (HOLLAND & PARSONS, 1999). Em grande parte dos animais, os espermatozoides não contribuem para a cadeia mitocondrial durante a oogênese (formação do zigoto), restringindo assim as mitocôndrias apenas à linhagem feminina, ou seja elas são de origem monoparental. No entanto, devido à alta taxa de mudança durante os processos

evolutivos, o DNA mitocondrial é muito útil para descrever mudanças que ocorreram há menos de 15 milhões de anos atrás, como a separação de gêneros e espécies (MOORE, 2006).

O marcador molecular mais manipulado é o COI, visto que sua organização genômica é mais simples e consistente, há falta de recombinação e alta taxa de substituições de nucleotídeos, podendo ainda extrair eficientemente informações gênicas de amostras mal preservadas. Favorecendo positivamente sua utilização como marcador em investigações forenses (ZHANG & HEWITT, 1997). Entretanto, o uso do gene mitocondrial também pode apresentar algumas desvantagens, como não ser eficaz na identificação de híbridos, não indicar o fluxo gênico transmitido pelo macho (uma vez que é herança uniparental), e em alguns casos pode não ter uma evolução rápida o suficiente para fornecer resolução no nível de espécie (CHEN, et al, 2010).

Assim como o DNA mitocondrial, também no núcleo da célula o DNA nuclear é dividido em unidades menores, chamadas de genes, cada gene ocupa sua região específica na qual é denominada “locus”. O conjunto de todas as informações genéticas é chamado de “genoma”. São encontrados cerca de 35 mil - 45 mil genes, cada um tem em média 3000 nucleotídeos, havendo grande variação de um gene para o outro (GUNN, 2009). Esses genes são responsáveis por codificar proteínas que determinam um conjunto de características hereditárias, como por exemplo, tipo de cabelo e cor dos olhos. Embora exista essa grande rede de genes, só uma pequena parte do genoma é capaz de codificar essas e outras características, e entre essas regiões codificantes há outras regiões extensas que não são codificantes, e apesar de serem consideradas “DNA lixo” possuem uma grande variabilidade e capacidade para diferenciar espécies, além de detectar diferenças na sua sequência de nucleotídeos da mesma espécie (SONG et al, 2008).

O DNA ribossômico (DNAr) é uma região presente em todos eucariontes e de forma bem conservada, sendo alvo valioso para pesquisas moleculares em organismos relacionados ou até mesmo organismos distantes. Os genes ribossomais são agrupados em unidades repetitivas e em insetos possuem de 100 a 1000 cópias por genoma, cada uma dessas unidades consistem em regiões transcritas, com os genes ribossomais para subunidades 18S, 5,8S e 28S, com dois espaçadores internos transcritos ITS1 e ITS2, e um espaçador intergênico ou espaçador externo transcrito (ETS). Sequências de DNAr já comparadas entre vários organismos fornecem uma riqueza de informações no campo da filogenética (HILLIS & DIXON, 1991). Essas unidades evoluem de forma simultânea, sem acumular mutações, desta forma podem ser tratadas como gene único (COLEMAN, 2003). Por conta disso as variações genéticas dentro da mesma espécie são pequenas, entretanto, existem alterações suficientes para que haja diferenciação das espécies, e devido a alta taxa evolutiva simultânea se fez possível a utilização dos espaçadores internos como marcadores moleculares (SONG, et al, 2008; CHEN, et al, 2010).

Na Entomologia Forense marcadores moleculares são fundamentais, através deles que existem as possibilidades para realizar a identificação correta de fragmentos de insetos, insetos imaturos ou pupários, já que muitas vezes o valor das suas características taxonômicas estão baixas ou quase nulas, devendo levar em consideração também que por diversas vezes são os únicos vestígios presentes na cena do crime que podem ser usados como evidências (SANDOVAL, 2011).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Perícia Criminal é cada vez mais importante para a segurança pública no Brasil, através dos métodos e técnicas adotados por cada área é possível elucidar casos criminais. Sobre a área da Entomologia Forense, agregar os conhecimentos de artrópodes, da fauna cadavérica, juntamente com estudos de decomposição é essencial, principalmente para chegar-se ao tempo certo da estimativa pós morte, visto que após 72 horas de morte, a determinação do intervalo post-mortem por meio de análises macrobiológicas do cadáver tornam-se ineficazes, sendo necessária a entomologia forense para realizar essa estimativa, levando em consideração sempre que devem ser realizadas análises minuciosas, por exemplo, de como foi a morte e o local onde ocorreu, já que é de grande influência para o aparecimentos de insetos e desenvolvimentos dos fenômenos cadavéricos, bem descritos no presente trabalho.

Técnicas moleculares são usadas em Entomologia Forense para ajudar a identificar espécies e ajudar a estimar o alcance da necropsia. A utilização de marcadores moleculares em pesquisas para caracterização da variação genética e diagnóstico de espécies de hemípteros é uma abordagem alternativa aos estudos tradicionalmente desenhados utilizando apenas morfologia e etiologia. Esses marcadores moleculares são fundamentais, através deles há possibilidades de realizar a identificação correta de fragmentos de insetos, insetos imaturos ou pupas, pois muitas vezes o valor de suas características taxonômicas são baixos ou quase nulos.

Diante do exposto, pudemos compreender um pouco mais a importância da evolução da ciência e pesquisas para a Perícia Criminal, principalmente a Entomologia Forense, área ampla e rica em conhecimento, trazendo consigo desenvolvimento de técnicas precisas e confiáveis, aumentando a assertividade na resolução de casos criminais. Permitindo dessa forma que a Perícia Criminal auxilie de forma preponderante a justiça.

REFERÊNCIAS

ALY, Sanaa M; ALDEYARBI, Hebatalla M. **Zastosowanie entomologii sądowej: przegląd stanu wiedzy i najnowsze doniesienia**. 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.5114/amsik.2020.97832>>. Acesso em 10 Set. 2022.

AMENDT, J. et al. Forensic entomology: applications and limitations. **Forensic Science, Medicine and Pathology**. 2011.

BENECKE, M. Forensic Entomology: Arthropods and Corpses. 2004. In: Tsokos, M. (ed.) **Forensic Pathology Reviews vol. II**, Humana Press, Totowa (NJ, USA), p. 207-240.

CATTS, E. P.; GOFF, M. L. Forensic entomology in criminal investigations. **Annual Review of Entomology**. 1992.

CATTS, E.P. & HASKELL, N.E. Entomology & Death: A procedural guide. **Joyce's Print Shop**. 1990.

CAVALLARI, Maria Luiza. **Decomposição cadavérica e sucessão ecológica: análise da entomofauna em carcaças de porcos (sus scrofa domesticus) intoxicados por cocaína e carbamato**. 2018.



-
- CHEN, S. et al. Validation of the ITS2 region as a novel DNA Barcode for identifying medicinal plant species. **PLoS ONE**, 5: 8613. 2010.
- COLEMAN, A.W. ITS2 is a double-edged tool for eukaryote revolutionary comparisons. **Trends in Genetics**, 19: 370-375. 2003.
- CROCE, Delton e CROCE JR., Delton. Manual de Medicina Legal. **Medicina Legal I**. São Paulo: Saraiva, 2012.
- DALY, H.V. et al. **Introduction to insect biology and diversity**. 1998.
- FERREIRA, M.E. & D. GRATTAPAGLIA. Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética. 3.ed. Brasília: **EMBRAPA-CENARGEN**. 1998.
- FRANÇA, Genival Veloso de. **Medicina Legal**. 10. ed.. Nacional. Guanabara Koogan, 2015.
- FRANÇA, Genival Veloso de. **Fundamentos de Medicina Legal**. 3. ed. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 2018.
- GOFF, M.L.; et al. Estimation of postmortem interval by arthropod succession: three cases studies from the Hawaiian Islands. **American Journal of Forensic Medical & Pathology**. 1988.
- GONÇALVES, Nilo Jorge Rodrigues. **Livor mortis na prática médico-legal**. 2019. Disponível em: <<http://perspectivas.med.br/2019/02/livor-mortis-na-pratica-medico-legal/>> Acesso em 22 Set. 2022.
- GREENBERG, B.; KUNICH, J. C. **Entomology and the law: flies as forensic indicators**. Cambridge, University Press, 2002.
- GRIGULO, Maria Marta Marinoski. Entomologia Forense: Os Insetos De Maior Importância Para A Ciência Criminal. **Jornada Integrada em Biologia**, 2016. Disponível em: <<https://periodicos.unoesc.edu.br/jornadaintegradaembilogia/article/view/10213>>. Acesso em 03 Set. 2022.
- GUNN, A. Essential forensic biology. 2009. Liverpool, U.K. **Wiley-Blackwell - John Wiley & Sons**, Ltd. 2 ed.
- HEBERT, P. D. N.; GREGORY, T. R. The Promise of DNA Barcoding for Taxonomy. **Systematic Biology**. vol. 54, ed. 5. p.852-859. 2005. Disponível em : <<http://dx.doi.org/10.1080/10635150500354886>> . Acesso em 04 Out. 2022.
- HILLIS, D.M.; DIXON, M.T. Ribossomal DNA: Molecular evolution and phylogenetic inference. **The Quarterly Review of Biology**, 66: 411-453. 1991.
- HOLLAND M.M.; PARSONS T.J. Mitochondrial DNA Sequence Analysis - Validation and Use for Forensic Casework. **Forensic Sci Rev**. 1999 Jun;11(1):21-50. PMID: 26255820.

KEH, B. Scope and applications of forensic entomology. 1985. **Annual Review Entomology**, 30: 137–154.

LIRA, Vanesca Maria Barbosa de. **A importância da Perícia Criminal na Segurança Pública do Brasil**. 2021. Disponível em: <https://jus.com.br/artigos/93329/a-importancia-da-pericia-criminal-na-seguranca-publica-do-brasil>. Acesso em 01 Out. 2022.

LEITE, Gabriela Alonge Almeida; PRADO, Florestan Rodrigo do. **Sinais abióticos: putrefação, autólise, maceração**. 2019. Disponível em: <http://intertemas.toledoprudente.edu.br/index.php/ETIC/article/view/7892/67648627>. Acesso em 19 Set. 2022.

LUZ, Bernardo Araujo da; DOMINGUES, Helane Cristina Pinheiro; NAVES, Carlos Luiz de Lima. **Medicina Forense**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2018. 200 p.

MEIRA, Klarissa Teixeira Rocha; BARROS, Rodrigo Meneses de. **Padrões de sucessão da fauna cadavérica no Brasil, uma contribuição para a prática forense**. 2015. Disponível em: <https://www2.ls.edu.br/actacs/index.php/ACTA/article/viewFile/95/88#:~:text=No%20Brasil%2C%20a%20entomologia%20forense,determinar%20o%20intervalo%20p%C3%B3s%2Dmorte.>>. Acesso em 28 Set. 2022.

MELÉNDEZ ESPINOZA, Juan Jose. **Nivel de conocimiento sobre las medidas de bioseguridad en tanatología forense de los profesionales del Ministerio Público de Ucayali**. Monografía 2018.

MILACH, S.C.K. Marcadores de DNA. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**. 1998. 5: 14-17.

MOORE, J. The pattern of evolution: methods of investigation. In: Moore, J. (ed). **An Introduction to the Invertebrates**. New York. Cambridge University Press. 2 ed. 2006.

NARRACCI, Giovanna. **Perícia Criminal**. Jusbrasil, 2018. Disponível em: <https://giovannanarracci.jusbrasil.com.br/artigos/682319618/pericia-criminal>. Acesso em 17 Ago. 2022.

OLIVEIRA-COSTA, Janyra. **Entomologia forense: quando os insetos são vestígios**. 3. ed. Campinas: Millennium, 2011.

PEREIRA, Vanessa. **A utilização da entomologia forense na perícia criminal**. Jusbrasil, 2014. Disponível em: <https://vanessap0.jusbrasil.com.br/artigos/125558874/a-utilizacao-da-entomologia-forense-na-pericia-criminal>. Acesso em 26 Ago. 2022.

PINHEIRO, D. S. et al. Variáveis na estimativa do intervalo pós-morte por métodos de

entomologia forense. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia. 2012.

POPOSKA, V.; et al. Estimation of Time Since Death by using Algorithm in Early Postmortem Period. **Global Journal of Medical research Interdisciplinary**. 2013. Disponível em: <https://globaljournals.org/GJMR_Volume13/4-Estimation-of-Time-Since-Death.pdf> Acesso em 15 Set. 2022.

PRESNELL, S. Erin; DENTON, J. Scott. Postmortem Changes. **Medscape**. Oct 13th, 2015. Disponível em: <https://emedicine.medscape.com/article/1680032-overview> Acesso em 22 Out. 2012.

ROMÃO, Wanderson et al. **Química forense: perspectivas sobre novos métodos analíticos aplicados à documentoscopia, balística e drogas de abuso**. SciELO - Brasil, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-40422011001000005>>. Acesso em 20 Ago. 2022.

SANDOVAL, Rafael Cedro de Souza. **Marcadores Moleculares Como Ferramentas Para A Identificação De Dípteros De Importância Forense (Calliphoridae, Muscidae)**. 2011. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/25788/Rafael%20C.%20S.%20Sandoval%20C%202011.%20Marcadores%20moleculares%20como%20fer.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Para%20a%20entomologia%20forense%2C%20a,em%20alguns%20casos%2C%20poderiam%20ser>>. Acesso em 21 Out. 2022.

SANTANA, Camila Santos de. BOAS, Daniel Siquieroli Vilas. Entomologia Forense: Insetos Auxiliando A Lei. **Revista Ceciliana**, 2011/2012. Disponível em: <https://sites.unisanta.br/revistaceciliana/edicao_08/5.pdf>. Acesso em 17 Set. 2022.

SILVA, Andressa Cruz e. **A Entomologia Forense na Investigação Criminal: Aplicação e Importância**. Conteúdo Jurídico, 2017. Disponível em: <<https://www.conteudojuridico.com.br/consulta/Artigos/48622/a-entomologia-forense-na-investigacao-criminal-aplicacao-e-importancia>>. Acesso em 21 Set. 2022.

SILVEIRA, Paulo Roberto. **Fundamentos da Medicina Legal**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2015.

SONG, Z.K. et al. Species identification of some common necrophagous flies in Guangdong province, southern China based on the rDNA internal transcribed spacer 2 (ITS2). **Forensic Science International**, 175: 17-22. 2008.

SOUZA, Paula Helena dos Santos e. et al. A tanatognose por observação dos fenômenos cadavéricos. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. 2018.

SOUZA, Raquel Oliveira de. **A perícia criminal no Brasil: explanação histórica, legislativa e a função do perito**. 2011. Disponível em: <<https://bdm.unb.br/handle/10483/3492>>. Acesso em 10 Out. 2022.



TRANCHIDA M.C.; et al. Soil fungi: their potential use as a forensic tool. **Journal of forensic sciences**. 2014.

THYSSEN, P.J. **Caracterização das formas imaturas e determinação das exigências térmicas de duas espécies de califorídeos (Diptera) de importância forense**. 2005. Tese de doutoramento. Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP.

VIEIRA, Elizabete da Silva. **Entomologia Forense E Práticas Aplicadas A Identificação Molecular De Insetos Em Investigações Criminais - Uma Revisão Bibliográfica**. 2019.

Disponível em:

<<https://londrina.ifpr.edu.br/wp-content/uploads/2020/03/ELIZABETE-VIEIRA-Entomologia-forense-e-pr%C3%A1ticas-aplicadas-a-identifica%C3%A7%C3%A3o-molecular-de-insetos-em-investiga%C3%A7%C3%B5es.pdf>>. Acesso em 19 Set. 2022.

ZHANG, D.X.; HEWITT, G.M. Insect mitochondrial control region: a review of its structure, evolution and usefulness in evolutionary studies. **Biochemical Systematics and Ecology**, 25: 99-120. 1997.