

## As principais linhas da biologia forense e como auxiliam na resolução de crimes

A. E. dos Santos

*Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Sergipe, Aracaju (SE), Brasil*

*Endereço de e-mail para correspondência: [agneduardo@gmail.com](mailto:agneduardo@gmail.com). Tel.: +55-79-999403459*

*Recebido em 16/07/2017; Revisado em 01/09/2018; Aceito em 25/10/2018*

---

### Resumo

Nos últimos anos a biologia tornou-se um elemento poderoso na investigação criminal. Há várias áreas que são utilizadas na investigação forense como a Genética, Entomologia, Botânica, Toxicologia, entre outras. O objetivo básico do presente trabalho foi descrever as principais áreas e técnicas da biologia utilizadas para fins forenses, bem como um breve histórico de cada área. Para isso, recorreu-se a uma revisão de literatura dos vários trabalhos em que essas áreas e técnicas são descritas detalhadamente. Observou-se que as técnicas estão sendo aprimoradas continuamente e que no meio da investigação forense está em grande ascendência tanto para fins de investigação como pela justiça. Isso demonstra a importância e justifica os trabalhos que contribuem para aprimorar o desenvolvimento e difusão do conhecimento acerca das ciências forenses.

*Palavras-Chave:* Perícia; Criminalística; Biologia forense; Perito criminal.

---

### Abstract

In the last years, the biology has become a powerful element at criminal investigation. There are several areas being used at forensic investigation as genetics, entomology, botanic, toxicology and so on. The basic objective of this study was to describe the main techniques and areas from biology used for forensic purposes, as well as a brief history from each one of them. To do this, a literature review of several studies was used in which these techniques and areas are minutely described. It was observed that these techniques are being continuously improved and in the half of investigation the forensic is in great ascendancy both for investigation and justice purpose. It shows the importance and explains the studies that contribute to improve the development and diffusion of the knowledge about forensic science.

*Keywords:* Expertise; Criminalistic; Forensic biology; Forensics expert.

---

## 1. INTRODUÇÃO

Durante décadas, a ciência forense tem sido aliada das agências de aplicação da lei e, com os avanços da ciência e da tecnologia, essa relação tornou-se essencial para o desmembramento de inúmeros casos criminais [1].

A ciência forense é uma área bastante ampla que tem como principal objetivo auxiliar nas investigações na justiça, principalmente a criminal, e há várias subáreas como a Toxicologia Forense, Química Forense, Genética Forense, Entomologia Forense.

A partir de meados dos anos 80, os avanços nas técnicas de DNA propiciaram significativo impacto no campo da ciência forense, e foi pelas técnicas de identificação, e análise do DNA, que se verificou que esta era uma poderosa ferramenta para a identificação humana e para a investigação criminal [2].

Recentemente, parte da população começou a se interessar e dar importância para a ciência no desvendamento de crimes, fato esse que pode ser justificado pelo crescente alastramento de programas de televisão, filmes, documentários e séries sobre o assunto.

Evidências físicas que não são coletadas, documentadas e preservadas de modo apropriado não possuem valor científico em investigações criminais. Para a correta identificação de criminosos a partir da análise de DNA e a manutenção da cadeia de custódia, deve-se seguir parâmetros rígidos para todas as etapas do processo. É comum encontrar-se um número altíssimo de amostras biológicas em locais onde se desenvolveram crimes violentos e, por vezes, é possível obter-se centenas de evidências biológicas em um único [3,4].

Nesse contexto, encaixa-se o papel do perito criminal que pela definição é um indivíduo que adquiriu aptidões acima do normal relativas a um sujeito, técnica ou conhecimento. Portanto, é ele que ficará encarregado de coletar e analisar a “evidência invisível” ali presente, como cabelo, pele, fluidos corporais, fibras microscópicas, e vestígios de itens aparentemente insignificantes, mas que se revelam como importantes peças do quebra-cabeça [5].

Em relação à forma como o Brasil lida com o combate ao crime, sabe-se que as forças policiais do país agem em três vias simultâneas, sendo a primeira dada pelo policiamento ostensivo, que abrange o confronto físico direto com os criminosos, a segunda engloba a investigação realizada pela polícia civil e a última envolve a pesquisa de vestígios nas cenas do crime, sendo que essa é responsabilidade do perito criminal [5].

Dessa maneira, séries famosas como CSI, NCSI e Criminal Minds, têm feito surgir o interesse de tal forma a influenciar os telespectadores a quererem seguir a carreira. Estes programas televisivos, portanto, têm um lado positivo, mas é necessário compreender que na maioria das vezes eles não refletem a realidade.

Neste contexto, o presente trabalho apresenta um levantamento e descrição das principais áreas da biologia utilizadas na investigação forense, considerando os benefícios destas técnicas, assim como, entender a importância do biólogo forense na resolução de crimes.

## 2. METODOLOGIA

O presente trabalho é uma pesquisa qualitativa, de modalidade teórica e com análise da bibliografia formal, discursiva e conclusiva. O método de abordagem indutivo foi escolhido como procedimento monográfico, realizando o levantamento das publicações em base de dados nacionais.

Com este propósito foi efetuada uma revisão do acervo de documentos bibliográficos, baseados em artigos científicos e regulamentos disponíveis nas bases de dados disponíveis em bibliotecas virtuais e sítios da rede mundial de computadores. A busca foi realizada nos idiomas português e inglês através de palavras-chave relacionadas com o trabalho em questão como, “biologia forense”, “perícia criminal”, “perito criminal”, “genética forense” expertise; “criminalistic”, “forensic biology”, “forensics expert”.

Para revisão, considerou-se documentos publicados de 1996 a 2015. Este recorte temporal foi escolhido em função da maior disponibilidade de bibliografia e o crescente avanço que a investigação forense tem alcançado. O assunto abordado apresenta um número significativo de estudos, o que possibilitou elencar a eficiência das principais áreas e das diferentes técnicas hoje utilizadas.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na área forense, as técnicas de biologia vêm adquirindo maior grau de importância no transcorrer dos últimos vinte e cinco anos. Isso em função do desenvolvimento de técnicas cada vez mais sofisticadas e em número cada vez maior. A partir da análise obtemos os seguintes dados.

### 3.1. Genética Forense

A Genética Forense é a área do conhecimento que trata da utilização dos conhecimentos e das técnicas de genética e de biologia molecular no auxílio à justiça. A Genética Forense também é conhecida como DNA Forense.

No Brasil, a primeira análise de material genético se deu em 1994, no laboratório da Polícia Civil do Distrito Federal, conforme esclarece [6]:

(...) o caso pioneiro de utilização da genética forense só chegou aos nossos tribunais em 1994, quando dois peritos

criminais da PCDF foram encaminhados aos Estados Unidos com a finalidade de realizarem a análise de DNA em um material biológico relacionado a dois crimes praticados em Brasília.

A identificação humana por DNA é uma ferramenta poderosa para casos de paternidade, assim como investigação criminal pela tipagem de evidências biológicas coletadas em cenas de crime como estupro, homicídio, rapto, troca ou abandono de crianças e também na identificação de restos mortais em desastres ou campos de batalha. Contudo, devem-se utilizar os conhecimentos científicos, tecnológicos e métodos de análise, para que essa associação seja feita de maneira correta. Amostras físicas e biológicas que não são coletadas, documentadas e preservadas de modo apropriado não permitem obter bons resultados ou não possuem valor científico em investigações criminais [3,4].

### **3.1.1. Procedimentos de coleta do material biológico para fins forenses**

Para fins forenses o material biológico (em especial o DNA) deve ser coletado, acondicionado e manipulado com critérios rígidos e restritos para que em análises posteriores produza os resultados desejados e fidedignos. O método de coleta dependerá do estado e condição das amostras, devendo-se coletar uma quantidade significativa. Considera-se também que as amostras de DNA podem sofrer alterações que afetam a cadeia de nucleotídeos, modificando assim sua composição e estrutura, o que impossibilita o uso da amostra. Para que isso não ocorra esta deve ser mantida em ambiente o mais frio e seco possível, evitando que sua atividade biológica não seja perdida [9].

Dado a grande importância de coletar as amostras biológicas em condições adequadas para fins forenses são necessários materiais que além de caros, são também importados, o que pode em determinadas circunstâncias resultar em morosidade e dificuldade de acesso, daí a importância de preservar o material e usá-lo adequadamente ao fim propostos. Assim, o próprio perito ou a sua instituição podem produzir um "kit" de materiais para coleta, que são facilmente encontrados. O kit de coleta e preservação deve ser usado somente para essa finalidade, evitando assim contaminação do material [9].

### **3.1.2. Uso do DNA para fins forenses**

O DNA Forense é aplicado na identificação de suspeito em casos de crimes sexuais (estupro, atentado violento ao pudor, ato libidinoso diverso da conjugação carnal); identificação de cadáveres carbonizados, em decomposição, mutilados, etc.; relação entre instrumento lesivo e vítima; identificação de cadáveres abandonados; aborto provocado; infanticídio; falta de assistência

durante o estado puerperal; investigação de paternidade em caso de gravidez resultante de estupro; estudo de vínculo genético: raptos, sequestros e tráfico de menores; e anulação de registro civil de nascimento [7].

No perfil de DNA, somente algumas regiões do DNA são analisadas. As regiões escolhidas são aquelas que apresentam maior variação individual e facilidade de estudo. Essas regiões são denominadas de marcadores genéticos ou moleculares. Os marcadores moleculares podem ser utilizados para caracterizar o DNA de um indivíduo em um padrão ou perfil de fragmentos que lhe é particular. Neste caso são utilizados marcadores polimórficos, ou seja, regiões que apresentam mais de um alelo por locus; em loci forenses, o alelo mais comum tem a frequência menor que 0,6 [8].

No entanto, o uso do DNA Forense na investigação criminal não pode por si só provar a culpabilidade do criminoso, e também a inocência do mesmo, mas pode estabelecer uma ligação entre esta pessoa e a cena do crime. Atualmente a identificação humana por DNA Forense já é aceita em processos judiciais em todo o mundo, sendo possível inclusive à identificação de pessoas mortas, há centenas de anos, utilizando DNA obtido de ossos ou dentes [10].

Qualquer tipo de tecido ou fluido biológico pode ser utilizado como fonte de DNA, uma vez que são formados por células. Nas células, o DNA de interesse forense encontra-se tanto no núcleo como nas mitocôndrias [11]. Os tipos de amostras mais comuns são sangue, sêmen, cabelo, saliva, urina, pele, unha, ossos, líquidos amnióticos, vilosidade coriônica, fígado, músculo, suor, fezes.

Podem ocorrer degradação e contaminação de DNA nos laboratórios e nos locais de crime. A degradação biológica do DNA é feita por enzimas produzidas por fungo e bactérias, por causa da umidade e do calor. O DNA resiste bem ao calor (temperatura de até 100°C não o destrói), mas existe o problema da contaminação, que é a deposição de material biológico de outra pessoa na amostra. Por exemplo, num caso de estupro, quando o material coletado com swab pode conter sêmen (espermatozoide) do estupro e fluido vaginal com células da vítima [9]. Por isso, destaca-se a importância da presença de um profissional capacitado para fazer a coleta e garantir a preservação do material biológico coletado na cena do crime.

### **3.1.3. Legislação que rege a Genética Forense**

O Brasil ainda não possui uma legislação específica para análise e uso dos dados genéticos para fins forenses e o estabelecimento de bancos de perfis genéticos. Entretanto, há normas que tratam de provas periciais e as condições para que estas sejam aceitas devem cumprir uma série de requisitos, ser conduzida de maneira idônea

e seguir protocolos específicos que garantam sua qualidade e legitimidade [9].

#### 3.1.4. Bancos de Dados Criminais

É utilizado um banco de dados para fazer comparação dos perfis genéticos obtidos de suspeitos com os cadastrados no banco e identificação de criminosos a partir de outros crimes. A tecnologia em questão pode ser usada para provar a inocência ou culpa de suspeitos, identificar restos mortais e amostras biológicas.

No Brasil, o procedimento é bem mais recente: a lei que prevê a coleta de DNA de criminosos e estipula a criação de um banco de dados de perfis genéticos foi sancionada pela presidente Dilma Rousseff em maio de 2012, mas só foi homologada no final do ano passado, 2016. Até o momento, laboratórios forenses de 18 estados contribuem para a Rede Integrada de Bancos de Perfis Genéticos (RIPBG), gerida pela Polícia Federal.

### 3.2. Entomologia Forense

Entomologia forense é o estudo de insetos e outros artrópodes relacionados aos casos criminais. Ela auxilia, por exemplo, na averiguação de crimes contra vítimas de morte violenta. O entomologista forense deve possuir um bom conhecimento de taxonomia, biologia e ecologia de insetos. Esse perfil é bem raro, mas o Brasil possui um bom número de especialistas aptos para conduzir pesquisas e treinar profissionais nessas áreas do conhecimento, não só no estudo das moscas e besouros, mas também em outros grupos de animais necrófagos ou associados ao processo de decomposição cadavérica (PUJOL, 2008).

Estudos sobre a biologia, ciclo de vida e ecologia de insetos necrófagos são ainda incipientes, devido à sua complexidade, alto custo e demora na obtenção de resultados. O conhecimento taxonômico dos dípteros e coleópteros necrófagos é essencial para a Entomologia Forense, mas não suficiente. A estimativa do intervalo de morte, por exemplo, depende também de informações ecológicas e biológicas, especialmente sobre o desenvolvimento pós-embrionário de espécies das famílias Calliphoridae, Muscidae, Sarcophagidae e Stratiomyidae entre as moscas e Dermestidae, Cleridae, Histeridae e Scarabaeidae, entre os besouros [16].

O primeiro caso documentado de Entomologia Forense está relatado em um manual de Medicina Legal Chinês do Século XIII. Foi um caso de homicídio em que um lavrador apareceu degolado por uma foice. Para resolver o caso, todos os lavradores da região foram obrigados a depositar suas foices no solo, ao ar livre. As moscas pousaram em apenas uma delas, atraídas pelos restos de sangue que ainda estavam aderidos à lâmina. A conclusão foi de que aquela era a foice do assassino [12].

#### 3.2.1. A Entomologia Forense no Brasil

No Brasil, o marco inicial da entomologia forense está associado ao trabalho de Oscar Freire; em 1908, apenas quatorze anos após a publicação do trabalho de Mégnin (1894), apresentou à Sociedade Médica da Bahia a primeira coleção de insetos necrófagos e os resultados de suas investigações, em grande parte obtidas em estudos com cadáveres humanos e de pequenos animais.

Antes dele, Domingos Freire (Factos da vida dos insetos. II. Fauna dos cadáveres, 1908) publicara um artigo sobre o tema, criticado por Freire como um reflexo impessoal do trabalho de Mégnin. No mesmo ano, Roquette-Pinto publicou um estudo de caso “Nota sobre a fauna cadavérica no Rio de Janeiro” também com base em um cadáver humano (Roquete- Pinto 1908). Esses dois pesquisadores também lançaram as bases da Entomologia Forense nos trópicos. Seguiram-se a eles, entre 1911 e 1941, os trabalhos de Herman Lüderwaldt, Samuel Pessôa e Frederico Lane, descrevendo especialmente a fauna de besouros escarabeídeos necrófagos do Estado de São Paulo.

De acordo com [13,14] o Brasil é apresenta uma grande biodiversidade de fauna cadavérica. Além disso, cada bioma tem sua fauna e condições locais próprias, e esse fato exige um estudo das entomofaunas regionais, principalmente dípteros e besouros e seus padrões de sucessão em cadáveres, antes da aplicação das técnicas de entomologia forense. As estimativas devem ser aferidas de acordo com os padrões regionais e locais. Segundo [15] os insetos associados a cadáveres estão classificados como:

- Necrófagos: são determinados insetos imaturos e/ou adultos na sua grande maioria moscas e besouros (Dípteros Muscóides e Coleópteros) que se alimentam de tecido em decomposição;
- Ominívoros: insetos com uma dieta alimentar ampla, tanto dos corpos quanto da fauna associada. Formigas e vespas (Himenópteros) e alguns besouros;
- Parasitas e Predadores: os parasitas neste contexto utilizam a entomofauna cadavérica a qual retira os meios pro seu próprio desenvolvimento e os predadores são os indivíduos que se alimentam das formas adultas ou imaturas dos insetos cadavéricos. Nessas duas classificações podemos encontrar Himenópteros (parasitando ou predando), Coleópteros, Dípteros Muscóide e Dermápteros (vulgo tesourinha).
- Acidentais: são insetos que se encontram ao acaso no cadáver, explicado muitas vezes pela frequência como ocorrem naturalmente em determinadas áreas ecológicas. Aranhas, centopéias, ácaros e outros artrópodes são

exemplos de animais pertencentes a esta classificação.

### 3.2.2. Aplicações Legais da Entomologia Forense

A entomologia forense está aplicada em investigações de tráfico de entorpecentes, maus tratos, danos em bens imóveis, contaminação de materiais e produtos estocados, morte violenta, entre outros inúmeros casos que se apresentam no âmbito judicial.

A entomologia forense foi classificada por [17] em três subáreas:

- Urbana: relativa às ações cíveis envolvendo a presença de insetos em bens culturais, imóveis ou estruturas. Um típico caso seria o do comprador de um imóvel que, pouco tempo depois da compra, descobre que ele se encontra infestado por cupins e responsabiliza o vendedor do imóvel pelo seu prejuízo. A pergunta a ser respondida pela Entomologia Forense é o tempo de infestação e se ocorreu antes ou depois da compra do imóvel.
- Produtos armazenados: diz respeito à contaminação, em pequena ou grande proporção, de produtos comerciais estocados. O comprador de um lote de alimento infestado por insetos pragas pode exigir do vendedor uma compensação pelo prejuízo. O desafio para a Entomologia Forense seria determinar quando ocorreu a infestação.
- Médico-legal: refere-se a casos de morte violenta (crime contra pessoas, acidentes de massa, genocídio, etc.). A principal contribuição da Entomologia Forense, nesse caso, é a estimativa do intervalo post-mortem (IPM).

Para que haja aplicação da entomologia forense em casos de morte violenta são necessários conhecimentos entomológicos e alguns questionamentos, como por exemplo, a identidade do cadáver, como foi que ocorreu a morte, o local do acontecimento, a data da morte e até mesmo se a morte foi de maneira acidental ou criminal". Primeiramente se faz necessário a identificação do cadáver, o que nesse caso não é impossível, pois os insetos necrófagos se alimentam de tecidos em decomposição, tornando possível a extração do sangue do trato digestório dos insetos, podendo ser realizado o exame de DNA. Ainda de acordo com o autor, outro fator relevante quando se refere à aplicação da entomologia forense é a maneira que a morte ocorreu, pois dependendo das substâncias presentes no corpo, podem acelerar ou retardar o desenvolvimento dos insetos necrófagos, que é o caso do arseniato de chumbo, além da forma como a morte foi executada, ou seja, se foi por envenenamento, soterramento, carbonização entre outros.

Para Medicina Legal a data da morte é um dos dados mais complexos de serem analisados, o que cabe aos patologistas e antropólogos forenses, pois para responder a este quesito é necessário compreender o desenvolvimento da rigidez cadavérica, a evolução das fases da decomposição, o resfriamento do corpo e recentemente a fauna cadavérica. Anteriormente utilizavam a cronotanatogenese para determinar o intervalo pós-morte (IPM), pela qual a atuação de fatores intrínsecos e extrínsecos torna a estimativa mais difícil, pelo fato da aparência do cadáver variar podendo levar ao erro. Sendo assim, essa técnica foi sendo aprimorada até ser estimada pelas espécies entomológicas encontradas no local da morte.

### 3.2.3. A entomologia forense associada à toxicologia

A entomologia forense também pode estar associada a toxicologia. A entomotoxicologia estuda a aplicação dos insetos necrófagos na análise toxicológica a fim de identificar drogas e toxinas presentes em um tecido e também investiga o efeito causado por estas substâncias no desenvolvimento dos artrópodes para aumentar a precisão na estimativa de morte. O aumento de mortes relacionadas às drogas, principalmente heroína e cocaína, ou ainda mortes ligadas ao consumo acidental ou proposital de venenos ou substâncias tóxicas, justifica o grande interesse por esse ramo da medicina forense [18].

Ainda segundo o autor para uma análise toxicológica é mais vantajoso utilizar as larvas do que tecidos de um cadáver, pois assim como dípteros e coleópteros utilizam os tecidos humanos intoxicados, como alimento inserido em seu metabolismo drogas e toxinas, além de ser de fácil coleta as larvas ainda possuem menos contaminantes.

Mesmo com a aplicação eficaz dos insetos em exames toxicológicos, se faz necessário determinar o efeito das substâncias no desenvolvimento dos mesmos. Os dípteros da família Calliphoridae e Sarcophagidae, conhecidos como varejeiras são freqüentes envolvidos na estimativa do IPM, pelo fato de serem velozes e os primeiro a chegarem na carcaça [18].

De acordo com a literatura mais insetos apresentam o melhor recurso para as diversas análises concernentes às investigações médicos-criminais, e podem ser utilizados em vários casos, a saber, se as amostras não estiverem mais disponíveis devido à decomposição; casos em que a família não permita a retirada de sangue por princípios religiosos ou ainda em virtude do tempo para disponibilização das amostras, o material pode se decompor.

### 3.3. Botânica Forense

O botânico forense é o profissional que trabalha com vestígios de plantas, empregando várias técnicas de análise às provas recolhidas no local do crime, incluindo

pólen, fragmentos e resíduos de plantas, compostos químicos e DNA das plantas. Essa área tem ajudado na solução de casos de assassinatos, em mortes acidentais, ou indagando casos de mortes por meio de conexões entre a causa e a hora da morte, apontando ligações entre a identificação do criminoso e o crime, estabelecendo o local do delito e a época da morte através de pistas vegetais [19].

Em 1992, a polícia encontrou o corpo da jovem Denise Johnson no deserto do Arizona com sinais de violência. Entre seus pertences, acharam um pager cujos dados apontavam para um determinado suspeito, mas os agentes precisavam de mais provas. Na perícia do local do crime, descobriram que uma árvore, do gênero *Parkinsonia* tinha sido atingida por um veículo recentemente. A polícia também periciou a van do suspeito e encontrou nela várias sementes que podiam ser da árvore em questão, porém para identificá-las precisavam da ajuda de um botânico. Assim foi feito. A análise do DNA das sementes indicou que elas pertenciam a árvore danificada na batida e situavam o suspeito no local do assassinato. Este foi o primeiro caso de homicídio na história resolvido graças à botânica molecular.

As possibilidades de se aplicar a botânica no âmbito criminalístico são, portanto, muito mais amplas. Pode servir na investigação de toxinas vegetais e contribuir na análise do conteúdo estomacal de pessoas envenenadas. Pode servir também para rastrear o ponto de origem de um carregamento de drogas, como também no rastreamento de toxinas em caso de bioterrorismo.

### 3.3.1. Principais Técnicas Utilizadas na Botânica Forense

A aplicação de técnicas como a palinologia - estudo da classificação e dispersão dos grãos de pólen, as análises macro e microscópica de anatomia vegetal, os testes histoquímicos, e a extração e identificação de DNA para a identificação de espécimes, tem colocado as plantas como armas chaves contra o crime [19]. Dentre elas, a Palinologia é uma das mais utilizadas, pois pode ajudar a identificar o local de deposição do cadáver e ligar suspeitos e objetos em locais de crime. Os pólenes podem ser encontrados agarrados em qualquer objeto ou pessoa. São altamente resistentes à degradação mecânica, biológica e química, e encontrados em grandes números. As plantas encontradas nas vítimas ou suspeitas podem também ser identificadas por meio da Anatomia Vegetal (paredes primárias e secundárias; campos de pontoações; traqueídes ou elementos de vasos, tipo de estômatos e tricomas, inclusões de oxalato ou carbonato de cálcio, etc.) e de Testes Histoquímicos (alcaloides, taninos). Plantas podem ser identificadas utilizando-se apenas 1 mm de tecido seco e/ou 5 grãos de pólen [20].

### 3.3.2. Exemplos de Casos

A botânica forense atuou no esclarecimento de inúmeros casos importantes. Pode-se citar o sequestro do bebê de Lindbergh em 1932. No dia 12 de maio, o corpo da criança foi encontrado morto e o suspeito detido e apontado como o criminoso. Entre os itens, estava a escada usada pelo autor, que foi crucial na resolução do caso. O anatomista de madeira, Arthur Koehler, mostrou aos jurados que o próprio assassino havia construído a escada, com diferentes tipos de madeira, como o Abeto (*Abies* sp.), Pinheiro (*Pinus* sp.) e Bétula (*Betula* sp.), com suas próprias ferramentas, sendo aplainada, serrada e descompactada. Finalmente, a polícia notou que o assoalho do sótão da casa estava faltando um pedaço de madeira. Estudos sobre o padrão de crescimento dos anéis revelaram que era exatamente o da madeira da escada usada no crime. Esse julgamento foi comemorado como o primeiro caso em tribunal em que a botânica forense foi admitida como prova nos Estados Unidos. Caso encerrado e réu condenado a cadeia elétrica [20].

No Brasil a Botânica Forense teve seu desempenho no caso Nakashima em 2010, onde o corpo desaparecido no dia 23/05, foi encontrado na represa de Nazaré Paulista/SP. Dos sapatos do suspeito, foram coletadas algas do gênero *Chaetophora*, que foram identificadas como subaquática, de água doce, que ocorre em baixas profundidades, comum no local onde o corpo foi encontrado. Caso encerrado e réu condenado a 20 anos de prisão [20].

### 3.4. Toxicologia Forense

Toxicologia é a ciência que define os limites de segurança dos agentes químicos, entendendo-se como segurança a probabilidade de uma substância não produzir danos em condições específicas. A palavra tem sua origem etimológica proveniente do grego “*Toxikon*”, podendo ser definida como o estudo dos agentes tóxicos que interagem com os sistemas vivos por meio de processos químicos [21].

O histórico da toxicologia e a reação da sociedade diante de seus vários problemas podem ser divididas em várias fases [6]. Primeiramente, o homem observava o efeito de determinadas plantas e animais ingeridos por outros animais e seres humanos, e a partir dos efeitos tóxicos causados pela substância no organismo, o uso de determinadas plantas e animais era evitado (ARAÚJO, 2011). Na Idade Média, os venenos foram usados para punição e homicídio. No entanto, somente alguns produtos eram classificados venenosos, como arsênio, cianeto e ácido sulfúrico. Essa fase determina o período mais extenso e marcante na história da toxicologia [6].

Na área forense, a toxicologia é aplicada com propósitos legais, detectando e quantificando substâncias envolvidas em crimes. São utilizados como amostras de

análise em toxicologia forense órgãos colhidos em autópsia, fluidos biológicos obtidos do indivíduo e produtos orgânicos e inorgânicos suspeitos [21].

Até ao século XX, a toxicologia forense limitava-se a estabelecer a origem tóxica de um determinado crime e o profissional atuava diretamente no cadáver apenas para pesquisar e identificar o agente. Atualmente o campo de ação estende-se desde as perícias no vivo e no cadáver, até situações de saúde pública [6].

Mathieu J. B. Orfila (1787-1853) foi o primeiro a utilizar materiais coletados durante sessões de necropsia e a aplicar a química analítica para comprovar 12 cientificamente envenenamentos [22]. Assim, foi considerado o “pai da toxicologia forense”, e em 1813 publicou o primeiro livro sobre venenos e medicina legal [23]. A partir daí, nota-se que a toxicologia forense tornou-se uma ciência de extrema importância, sobretudo na área de perícia criminal.

#### 3.4.1. Legislação que rege a Toxicologia Forense

No Brasil, o exame do corpo de delito e as perícias em geral são previstos no Decreto-Lei Nº 3.689, de 03 de Outubro de 1941 – Código de Processo Penal Brasileiro (SOUZA, 2010), onde lê-se (título VII, capítulo II):

“ Art. 158. Quando a infração deixar vestígios, será Indispensável o exame de corpo de delito, direto ou indireto, não podendo supri-lo a confissão do acusado.”

A prova pericial, então, é considerada fundamental durante investigações policiais e há décadas as ciências forenses têm produzido evidências que contribuíram para o sucesso na condenação de criminosos, assim como na absolvição de inocentes [9].

A toxicologia forense ainda é uma área em desenvolvimento e está sempre incorporando as novas tecnologias disponíveis na área analítica. Além do avanço tecnológico, a toxicologia forense também se moderniza constantemente, pois novos “venenos” são descobertos diariamente [22].

#### 3.4.2. Aplicações da Toxicologia Forense

Toda atividade pericial é prevista no Código de Processo Penal. Diante de um delito/situação criminal, está determinado que a autoridade policial, o delegado de polícia, é responsável por providenciar medidas que não alterem a cena do crime, até a chegada dos peritos [22].

Para garantir a preservação das evidências, o delegado se dirige ao local e solicita o isolamento da área, evitando qualquer interferência no trabalho do perito criminal. Primeiramente, realiza-se uma observação do local como um todo, registrando informações relevantes. Somente então, inicia-se a escolha e colheita dos vestígios. A partir

desse momento, é fundamental manter o procedimento de garantia da cadeia de custódia (SOUZA, 2010).

O material coletado será enviado para os laboratórios do IC e do IML para a realização das análises pertinentes ao suposto delito. Quando necessária a análise 1 Informação obtida durante o mini-curso “Toxicologia Forense”, ministrado pela Profª. Drª. Sílvia O. S. Cazenave, durante o III Simpósio Forense realizado em Ribeirão Preto (setembro de 2011). Secretaria de Segurança Pública Polícia Militar Polícia Civil Superintendência de Polícia Técnico Científica Instituto de Criminalística (IC) Instituto Médico-Legal (IML) 14 toxicológica, os exames têm por objetivo diagnosticar intoxicações, que podem ser acidentais, voluntárias ou intencionais [24].

As análises que visam identificar e quantificar o agente tóxico são realizadas tanto em fluidos biológicos, como em água, alimentos e medicamentos. Pode ser aplicada em diversos segmentos, como dopagem no esporte e assuntos regulatórios, porém sua principal finalidade é identificar substâncias que possam estar relacionadas a uma situação criminal [22].

As atividades da toxicologia forense têm sido importantes para a sociedade como auxílio na tomada de decisões sobre a relação causa/efeito entre um determinado composto e um efeito adverso observado. Logo, na toxicologia forense é importante ter uma análise específica e sensível para a quantificação de substâncias lícitas e ilícitas em matrizes biológicas [23].

Qualquer erro no campo forense acarreta consequências de grande efeito, uma vez que podem permitir falhas na análise e interpretação da evidência. Um inocente pode ser julgado culpado, assim como um criminoso pode ser libertado [27].

Nesta área forense, vale ressaltar que as amostras são, na maioria das vezes, únicas e a perda das mesmas significa um prejuízo, inviabilizando a análise, no caso toxicológica. Portanto, assegurar a memória de todas as fases do processo garante a idoneidade do resultado e permite rebater possíveis contestações que venham a surgir [28].

Para as análises toxicológicas é imprescindível que o laboratório tenha à disposição métodos analíticos simples e inequívocos, uma vez que os resultados obtidos contribuem para a confirmação da substância em pesquisa ou análise [26].

Cabe ao toxicologista forense escolher qual técnica é mais apropriada para a análise, baseando-se em critérios como aplicabilidade, sensibilidade, seletividade, precisão e exatidão da técnica, além da disponibilidade e do custo da análise [22]. No entanto, é um desafio selecionar o método mais apropriado diante da diversidade de alternativas disponíveis.

### 3.4.3. Principais Técnicas da Toxicologia Forense

As principais técnicas de análise toxicológica incluem desde os clássicos métodos não instrumentais, como os testes colorimétricos, até outros mais sofisticados, sendo o caso dos imunoenaios e da cromatografia – cromatografia em camada delgada (CCD), cromatografia gasosa (CG) e cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) [29].

Os testes podem ser rápidos, fáceis de se realizar e de baixo custo, ou complexos e de alto custo, normalmente não sendo utilizados como técnicas de triagem [29].

### 3.4.4. Colorimétricos

Os métodos colorimétricos baseiam-se na mudança de cor em resposta a interação de uma substância com um meio ácido ou alcalino [30]. É considerado um dos métodos mais tradicionais de uso em laboratório, devido a sua simplicidade, baixo custo e rapidez. Porém, o risco de sofrer interferência de outros elementos é alto por isto são os mais indicados para teste de triagem.

### 3.4.5. Imunoenaios

Os imunoenaios são testes bioquímicos usados para detectar ou quantificar uma substância específica, o analito, em uma amostra biológica, por meio do reconhecimento de um antígeno por um anticorpo. Caracterizam-se por serem testes simples e práticos, fáceis para o preparo da amostra e apresentam resultados em tempo consideravelmente curto. Podem tanto ser aplicados in loco, utilizando testes imunocromatográficos rápidos, como por meio de métodos automatizados em laboratórios, como exemplo o teste de ELISA (Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay) [31].

O resultado, como já dito, é emitido em poucos minutos, a partir da leitura visual do dispositivo na presença ou ausência de coloração. Podem ser encontradas no mercado em versões destinadas à detecção de uma única substância ou de várias substâncias simultaneamente [22].

## 4. 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com a literatura consultada, nos últimos anos houve um grande crescimento da investigação forense no Brasil, assim como, enormes avanços relacionados às técnicas de biologia. As técnicas de identificação baseadas no DNA são consideradas a maior revolução da esfera criminal, pois tem duas vantagens fundamentais: a estabilidade química do DNA e sua ocorrência em todas as células nucleadas dos organismos humanos.

Ao perito cabe um papel fundamental em todo o processo, desde a coleta do vestígio biológico até a apresentação do laudo pericial. Por esse motivo, é necessário que o mesmo esteja sempre atualizado no que

se refere às novas técnicas e novas metodologias forenses. É do perito a principal responsabilidade no resultado apresentado, e assim sendo é extremamente importante que se evite o famoso erro humano.

E por fim, cabe considerar a importância da incorporação de metodologias tão contundentes quanto robustas em especial nos casos de crimes nos quais os tribunais certamente reconhecerão que as evidências biológicas são mais confiáveis do que as testemunhas oculares e outras provas subjetivas menos poderosas.

## 5. REFERÊNCIAS

- [1] B.A. Fisher, J. *Techniques Of crime scene investigation*. (7). Flórida: CRC, 2004.
- [2] A. Koch, F.A. Andrade. A utilização de técnicas de biologia molecular na genética forense: uma revisão; *RBAC*, **40** (1), 17-23, 2008.
- [3] E.R. Paradela, A.L.S. Figueiredo, A.L.S. Smarra. A identificação humana por DNA: aplicações e limites. In: *Âmbito Jurídico*, Rio Grande, **30**. *Âmbito Jurídico*, 2006.
- [4] E. Paradela, Ribeiro. Genética Forense: Coleta, documentação e transferência de evidências biológicas destinadas a testes forenses de DNA. *DireitoNet*. 2006.
- [5] M. Mug. Insetos Investigadores. Ciência Criminal. São Paulo: segmento. *Entomologia Forense*, **5**, 40-43, 2007.
- [6] S.R. Alves. Toxicologia forense e saúde pública: Desenvolvimento e avaliação de um sistema de informações como potencial ferramenta para a vigilância e monitoramento de agravos decorrentes da utilização de substâncias químicas. *Escola Nacional de Saúde Pública – FIOCRUZ*. 132p. 2005.
- [7] F. Leite, et al. DNA Forense: Exames de DNA Humano. *Criminalística – procedimentos e metodologias*. **1**, 242-243, 2005.
- [8] F.A.M. Duarte. Conselho Nacional de Pesquisa, Comitê sobre A Avaliação do DNA como Prova Forense. Funpec RP, 2001.
- [9] L.A. Ferreira; N.S. Passos. DNA Forense - Coleta de Amostras Biológicas em Locais de Crimes para Estudo do DNA. Maceió: UFAL, 84p. 2006.
- [10] L.C. Dolinsky, L.M.C.V. Pereira. DNA forense: Artigo de Revisão. *Revista: Saúde e Ambiente em revista*, **2**(2), 11-22, 2007.
- [11] C.C. Bezerra. Exame de DNA: Técnicas de coleta em locais de crimes. *Revista Perícia Federal*, **18**, 7-14, 2004.
- [12] M. Benecke, E. Josephi, R. Zweihoff. Neglect of the elderly: forensic entomology cases and considerations. *Forensic Science International* **146**, 195-199, 2004.
- [13] O. Freire. Algumas notas para o estudo da fauna cadavérica da Bahia. *Gazeta Médica da Bahia* **46**, 110-125, 1914.



- [14] O. Freire. Algumas notas para o estudo da fauna cadavérica da Bahia. *Gazeta Médica da Bahia* **46**, 149-162, 1914.
- [15] B. Keh. Scope and applications of forensic entomology. *Annual Review of Entomology* **30**, 137-154, 1985.
- [16] J. Pujol-Luz, P. Francez; A. Ururahy-Rodrigues, R. Constantino. The black-soldier fly, *Hermetia illucens* (Diptera, Stratiomyidae), used to estimate the postmortem interval in a case in Amapá State, Brazil. *Journal of Forensic Sciences* **53**, 476-478, 2008.
- [17] W.D. Lord, J. R. Stevenson. Directory of forensic entomologists. 2 ed. Misc. Publ. Armed Forces Pest Mgt. Board, Washington, D.C, 42 p., 1986.
- [18] L.M. Carvalho, Toxicologia e a Entomologia Forense. *Entomologia Forense*. 2 ed. v. 2. 2005.
- [19] H.M. Coyle, C.L. Lee, W.Y. Lin, H.C. Lee, T.M. Palmbach. Forensic Botany: Using Plant Evidence to aid in Forensic Death Investigation. *Croat Med J*, **46(4)**, 606-612, 2005.
- [20] J. Nunes, T. Campolina. A Importância Da Botânica Forense Na Resolução De Crimes. Disponível em: <http://www.botanica.org.br/trabalhos-cientificos/64CNBot/resumo-ins18280-id3985.pdf>. Acesso em: 08 de Dezembro de 2016.
- [21] C.D. Klaassen, M.O. Amdur, J. Doull, (ed) Casarett and Doull's Toxicology: the basic science of poisons. **5. ed.** New York: McGraw-Hill, 1111 p, 1996.
- [22] S.L. Araújo. Introdução à toxicologia. In: CURSO DE VERÃO EM FARMACOLOGIA, III. Paraná, fev. 2011. Anais eletrônicos. Disponível em: [http://insightltda.com.br/images/dinamica/pdf\\_7fe1310c8e894324299fcfd3b8f760ef](http://insightltda.com.br/images/dinamica/pdf_7fe1310c8e894324299fcfd3b8f760ef). Acesso em: 28.Ago. 2016.
- [23] S. Branch. Forensic and Clinical Toxicology. In: HODGSON, E. A textbook of modern toxicology. 3 ed. Cap. 22. 557p, 2004.
- [24] R. Rangel. Toxicologia forense. In: Faculdade de Medicina da Universidade do Porto. Noções gerais sobre outras ciências forenses. Porto: Faculdade de Medicina da Universidade do Porto, 2004. Disponível em: <http://medicina.med.up.pt/>
- [25] F.C.C. Souza. Cadeia de Custódia de evidências: Influência no laudo pericial e processo judicial. Programa de Pós-graduação em Biociências Forenses – PUCGoiás. 2010.
- [26] N.C. Karine, A.P.C. Rafael; O.F. Yoko. A Contribuição Da Toxicologia Analítica Na Aplicação Da Toxicologia Forense: Exemplos Da Cocaína E Do Álcool Etilico. *Revista de Estudos Universitários*. **36(2)**, 2009
- [27] C.C. Gontijo, A.C. Silva. Acreditação, validação e verificação em práticas forenses. *Centro Universitário de Brasília*2010. Acesso em: 12 ago. 2016.
- [28] M. Lopes, M.M. Gabriel, G.M.S. Baretta. Cadeia de Custódia: uma abordagem preliminar. *Visão acadêmica*. **7(1)**, 2006. Disponível em <http://revistas.ufpr.br/academica/article/viewArticle/9022>. Acesso em: 22.Nov.2016.
- [29] Cunha et al. Prevalência da exposição pré-natal à cocaína em uma amostra de recém-nascidos de um hospital geral universitário. *77(5)*, 2001. Disponível em:<http://www.scielo.br/pdf/%0D/jped/v77n5/v77n5a06.pdf> Acesso em: 28 out. 2016.
- [30] M.S. Gama, J.C. Afonso, De Svante Arrhenius ao peagâmetro digital: 100 anos de medida de acidez. v. 30. n. 1. 2007. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-). Acesso em: 22.Nov.2016.
- [31] R.P. Limberger, et al. Testes toxicológicos para aferição de substâncias psicoativas emcondutores. 121p. 2010.