



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS

PROGRAMA DE EDUCAÇÃO TUTORIAL (PET-FARMÁCIA)

CONSULTORIA ACADÊMICA – ÁREA: Toxicologia

Bolsista: Allessya Lara Dantas Formiga – Graduanda do 7º período

Orientado por: Prof. Dr. Sócrates Golzio dos Santos



Toxicologia Forense: aplicações e atuação do farmacêutico

1. Justificativa

A toxicologia forense é uma área em ascensão no âmbito criminal, uma vez que antigamente o toxicologista atuava diretamente na investigação de cadáveres com a intenção de pesquisar e identificar o agente tóxico. No entanto, o campo de atuação cresceu com o passar dos anos, fazendo com que os profissionais dessa área realizem perícias tanto nos indivíduos vivos, para detecção de abuso de drogas e outras substâncias ou da participação em crimes, quanto nos cadáveres (SILVA *et al.*, 2015; OLIVEIRA; SILVA, 2021).

Além disso, esse campo passou a ser reconhecido na saúde pública por seus especialistas realizarem investigações relacionadas a eventos de falsificação e adulteração de medicamentos e de acidentes químicos de massa. Por fim, profissionais de diversas áreas podem atuar na toxicologia forense como: farmacêutico, médicos, biólogos, biomédicos e químicos, fazendo com que despertasse um maior interesse por esse setor (SILVA *et al.*, 2015; OLIVEIRA; SILVA, 2021).

2. Definição

A toxicologia é a ciência que estuda os efeitos nocivos ocasionados pela interação de um organismo com substâncias químicas ou energia irradiada em condições específicas de exposição, investigando experimentalmente a

ocorrência, a natureza, a incidência, os mecanismos e os fatores de risco desses agentes. A toxicologia forense é uma área da toxicologia que atua garantido o que é proposto em lei e sua aplicação mais comum é na identificação dessas substâncias que podem causar algum dano ou até mesmo a morte do indivíduo, bem como danos a propriedades e ao meio ambiente (MARIA *et al.*, 2015; MARTINIS *et al.*, 2018).

Existe uma variedade de amostras que podem ser identificadas nesse setor como, órgãos retirados de necropsia, fluídos biológicos, substâncias químicas naturais, sintéticas, orgânicas e inorgânicas, líquidas e sólidas. Para isso é realizado um exame toxicológico que identifique a presença de qualquer xenobiótico na amostra periciada (INÁCIO; BRANDÃO, 2016).

3. Processo histórico

Historicamente, são datados usos de agentes tóxicos desde a Era Mesolítica, em que os caçadores utilizam venenos em suas flechas para facilitar a captura da sua presa. Na Idade Antiga, a medicina se baseava no trabalho dos deuses e na presença de “espíritos maus” que castigavam as pessoas com doenças. No entanto, os gregos possuíam um amplo conhecimento dos agentes tóxicos, tais como: plantas e metais e partir disso criaram uma lista de venenos (*toxicon*) e antídotos, onde descreviam detalhadamente sobre os efeitos de diversas substâncias no organismo humano e as principais condutas nos casos de envenenamento (MARTINS *et al.*, 2018).

A toxicologia evoluiu rapidamente no século XX com o advento da Segunda Guerra Mundial, pois nessa época houve o aumento da produção de drogas, praguicidas, armamentos e substâncias químicas de uso industrial, além do uso de monóxido de carbono e cianeto para provocar a morte dos judeus. Dessa forma, muitos dos produtos desse período possuíam caráter questionável e por isso foram desenvolvidos métodos de identificar essas substâncias. Contudo, nesse século, a toxicologia forense se limitava apenas a cadáveres. Mas, no século XXI, com a identificação do sequenciamento do genoma de vários organismos, incluindo o humano, houve uma mudança em todas as ciências biológicas e a toxicologia tornou-se uma ciência que reúne muitas disciplinas e profissionais (MARTINS *et al.*, 2018).

4. Conceitos

Com os avanços da Toxicologia Forense foram-se atribuídos conceitos básicos para designar os tipos de substâncias pertencentes às análises forenses, sendo os mais relevantes: Agente tóxico, Veneno, Fármaco, Droga e Xenobiótico. Com relação aos métodos os conceitos atribuídos foram de detecção, identificação e quantificação.

O **agente tóxico** configura-se como qualquer substância capaz de gerar prejuízo a um organismo vivo alterando características funcionais ou levando a morte, esses compostos podem ser de origem animal, vegetal, mineral ou sintética (MOREAU, 2017). O **fármaco** se caracteriza como um composto de estrutura química definida que apresenta ação farmacológica e finalidade medicamentosa (BRASIL, 2021). A **droga** também pode fazer referência a um medicamento ou fármaco, porém a diferença entre eles se dá devido que a droga é utilizada sem a intenção de benefício do organismo receptor (CIATOX, 2021).

O **xenobiótico**, por sua vez, se refere aos compostos químicos que são estranhos aos organismos, qualitativamente ou quantitativamente, como por exemplo os inseticidas e metais pesados, respectivamente. No que se refere aos métodos analíticos, a **detecção** é o método realizado por meio de técnicas de triagem e sua característica principal é de não fornecer resultados conclusivos sobre a presença ou ausência de agente químicos. Já a **identificação** são métodos físico-químicos que geram resultados específicos e a **quantificação** é o processo pelo qual se determina a quantidade precisa de uma substância (OLSON, 2014; MARTINS *et al.*, 2018).

5. Área de aplicação da toxicologia forense e atuação do farmacêutico neste ramo

Um dos ramos da toxicologia forense é o **post mortem** que estuda o papel de compostos na morte de um indivíduo. São aplicadas em investigações de crimes envolvendo vítimas fatais e que há suspeita de intoxicação, além de que pode ser favorável para detectar indícios abusos de drogas ou medicamentos nessas vítimas. As análises realizadas são essenciais para o encaminhamento da investigação, sendo necessário a solicitação de amostras de matrizes biológicas, como sangue, fígado e urina para determinar o xenobióticos. Outro

aspecto que deve ser levado em consideração é o fenômeno de redistribuição, que consiste em processos que afetam a concentração das substâncias presentes nos tecidos e nos fluidos após a morte, fazendo com que ocorra uma má interpretação dos achados laboratoriais (BORGIO *et al.*, 2016; GUEDES, 2020).

Outra aplicação que nas últimas décadas houve um crescente envolvimento é a toxicologia **ante mortem**. Essa, por sua vez, estuda o papel de substâncias em indivíduos vivos por meio da coleta de matrizes biológicas. Essa área é importante, visto que, em muitos casos a utilização de substâncias tóxicas geram respostas interessantes para o caso, sem que haja a morte da vítima. Um exemplo desse fato ocorre nos casos do uso de drogas para facilitar a execução de um crime, como violência sexual. Essas drogas facilitadoras de crime geralmente causam quadros de amnésia, sedação, alucinações e perda da consciência (CORREIA, 2018).

Um ramo muito conhecido da toxicologia forense é o **doping esportivo**, em que ocorre a autoadministração de drogas e medicamentos que alterem o desempenho humano. Para a detecção dessas substâncias, são coletadas amostras biológicas e nelas são observadas a presença de marcadores da substância e os produtos da sua biotransformação. A falta de cumprimento das sanções legais pode banir o atleta da prática esportiva, por isso toda as análises devem ser conduzidas de forma rigorosa, seguindo as recomendações da *World Anti-Doping Agency* (WADA) (MANTOVANI, SANTOS, YONAMINE, 2018).

Com o avanço medicinal, a toxicologia forense buscou por respostas para diferentes agentes tóxicos em diferentes indivíduos, por meio da técnica de genotipagem. Com isso, surgiu a **toxicogenômica**, área responsável por avaliar as diferenças na farmacocinética e farmacodinâmica das substâncias em diferentes perfis genéticos. Essas amostras sofrem influência de diversos fatores como idade, comorbidades, alimentação e hábitos tabágicos e alcoólicos. Essa área é utilizada nos casos em que a causa da morte não pode ser identificada com os resultados analíticos no *post mortem* (ALMEIDA; CARVALHO, 2018).

Além das análises de matriz biológica, a toxicologia forense também se aplica no auxílio de investigações sobre o uso de **armas químicas**. A rápida identificação do agente químico é essencial para minimizar os danos à vítima. A detecção e identificação dessas armas é realizada por meio da detecção dos biomarcadores de exposição, no entanto, ainda existem compostos que não possuem métodos validados em humanos ou são de alto custo para a realização (TORRES; COLASSO, 2018).

Por fim, têm-se a **toxicologia ambiental** que correlaciona a contaminação ambiental e seus respectivos responsáveis, demonstrando os mecanismos pelos quais as substâncias chegam ao local atingido. Essa identificação pode ser realizada por métodos que determinem o gradiente de concentração do composto, por um padrão de proporcionalidade específica dos componentes ou por análises isotópicas da mistura (MARTINS *et al.*, 2018).

Nessa perspectiva, a toxicologia forense é uma das principais ferramentas utilizadas na perícia criminal. Apesar dessa profissão não ser exclusiva para farmacêuticos, ele se torna um especialista na área devido a toda experiência vivida durante a graduação com a execução de práticas em toxicologia. Dessa forma o farmacêutico pode atuar tanto na perícia de campo realizando a avaliação minuciosa do local de infração penal ou pode atuar no laboratório realizando o rastreamento de drogas no sangue e falsificação ou adulterantes de medicamentos (MARIA *et al.*, 2015).

O farmacêutico atuante na toxicologia forense proporciona uma melhor identificação do agente químico causador de danos no ser humano, uma vez que o mesmo possui conhecimento em química, farmacologia, farmacognosia, cromatografia, espectrometria de massas, ressonância magnética nuclear e análises clínicas, facilitando a identificação dos xenobióticos e as causas da intoxicação (MARIA *et al.*, 2015).

6. Conclusão

Nesse sentido, conclui-se que a toxicologia forense é uma área da toxicologia de extrema importância para a sociedade, uma vez que garante o rigor da lei por auxiliar no processo de solução de crimes. Mesmo não sendo uma área de exclusividade do farmacêutico, o mesmo se encontra apto para

exercer qualquer uma das funções que são exigidas nesse setor devido ao vasto conhecimento adquirido na graduação, o que torna essa profissão muito requisitada por esse profissional.

7. Referência

OLIVEIRA, J. P.; SILVA, F. C. da. Toxicologia Forense: Uso do cabelo como amostra biológica para detecção de drogas de abuso. **Revista brasileira de criminalística**, p. 1-7, 2021.

SILVA, C. T. A. da. *et al.* Toxicologia forense. **Revista UNILUS Ensino e Pesquisa**, v. 12, n.28, p.156, 2015.

MARTINIS, B. S. de. *et al.* **Toxicologia forense**. São Paulo: Editora Blucher, 2018.

MARIA, C. *et al.* **A atuação do farmacêutico na toxicologia**. IV Simpósio de Ciências Farmacêuticas, Centro Universitário São Camilo, 2015.

INÁCIO, D. A. da S.; BRANDÃO, B. A. Toxicologia Forense: Intoxicação por Monóxido de Carbono em Carbonizados. **Brazilian Journal of Forensic Sciences, Medical Law and Bioethics**, v. 5, n. 3, p. 314-327, 2016.

MOREAU, R. L. de M. **Toxicologia analítica**. - 2. ed. - Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. DCB- Definições. Disponível em: <http://antigo.anvisa.gov.br/dcb/conceitos-e-definicoes>. Acesso em: 01 de out de 2021.

CENTRO DE INFORMAÇÃO E ASSISTÊNCIA TOXICOLÓGICA (CIATOX). GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO. Conceitos Toxicológicos. Secretaria de estado da saúde. Disponível em: <https://ciatox.es.gov.br/conceitos-toxicologicos>. Acesso em: 01 de out de 2021.

OLSON, K. R. **Manual de toxicologia clínica**. 6. ed. – Dados eletrônicos. – Porto Alegre: AMGH, 2014.

BORGIO, A. P. *et al.* **Análise de post-mortem de cocaína em cabelo utilizando a técnica de LC-MS/MS.** 2016. Dissertação (Mestrado em Ciências Médicas), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2016.

GUEDES, A. I. C. **Determinação post mortem de etanol em diferentes tipos de amostras biológicas:** desenvolvimento e validação de uma metodologia analítica por HS-GC-FID em contexto forense. 2020. Tese (Doutorado em Medicina Legal e Ciências Forense), Universidade de Coimbra, 2020.

CORREIA, Paula Catarina Rodelo. **Medicina Dentária Forense:** da presunção à individualidade. 2018. Dissertação (Mestrado em Medicina Dentária), Universidade Fernando Pessoa, faculdade de Ciências da Saúde, Porto, 2018.

MANTOVANI, C. de C.; SANTOS, M. F. de; YONAMINE, M. Suplementos nutricionais, hormônios e o controle da dopagem no esporte. *In: Biotecnologia Aplicada à Agro&Indústria*, cap. 22, 2018.

ALMEIDA, T. S. de; CARVALHO, A. F. U. Guia para a análise transcriptômica: potencial toxicológico e mecanismos de ação de produtos de origem natural. **Ciência Animal**, v.28, n.3, p.56-68, 2018.

TORRES, F. O.; COLASSO, C. Armas químicas-Agentes Neurotóxicos: Toxicologia e desenvolvimento de novos tratamentos. **Revista Brasileira de Estudos de Defesa**, v. 5, n. 2, 2018.