

## **PRÁTICA DA TOXICOLOGIA FORENSE NO USO DA MÉDULA ÓSSEA PARA A DETECÇÃO DE AGENTES TÓXICOS**

*Isadora Pires Faria<sup>6</sup>*

*Lyandra Cássia Prado Aleluia<sup>7</sup>*

*Cláudio Quintino de Lima Junior<sup>8</sup>*

**RESUMO:** O presente artigo tem como principal objetivo, discorrer e detalhar sobre o tema toxicologia forense como instrumento indispensável para a detecção de substâncias danosas ao organismo, dado que, constantemente, o uso inadequado de determinados agentes químicos levam a malefícios irreversíveis. O toxicologista atua tanto com o cadáver quanto perícias no indivíduo ainda vivo, com o aspecto de investigação de reagentes que podem causar riscos na saúde pública, acidentes químicos em massa, falsificação medicamentosa, morte por superdosagem drogas ilícitas ou entorpecentes, infrações em casos de envenenamentos. Por meio da análise da amostra biológica, o especialista irá coletar provas conclusivas para concretizar o laudo técnico. Ressalta-se a importância do toxicologista forense, pois por meio das suas técnicas científicas soma-se esforços com a perícia criminal, para amparar a saúde pública em geral.

**Palavras-chaves:** Toxicologia; perícia; saúde pública; drogas ilícitas; medula óssea; investigação de entorpecentes; toxicologia forense.

**ABSTRACT:** The main objective of this article is to discuss and detail the topic of forensic toxicology as an indispensable tool for the detection of harmful substances to the body, given that the inappropriate use of certain chemical agents constantly leads to irreversible harm. The toxicologist acts both with the corpse and with expertise in the individual still alive, with the aspect of investigation of reagents that can cause risks to health, mass chemical accidents, drug counterfeiting, death by overdose of illicit drugs or narcotics, infractions in cases of poisoning. Through the analysis of the biological sample, the specialist will collect conclusive evidence to concretize the technical report. The importance of the forensic toxicologist is emphasized, because through his scientific techniques, efforts are added to criminal expertise, to support public health in general.

**Keywords:** Toxicology; expertise; public health; illicit drugs; bone marrow; drug investigation; forensic toxicology.

### **INTRODUÇÃO**

A toxicologia forense é conceituada como a aplicação da toxicologia para propósitos de identificação e quantificação do risco à exposição de agentes tóxicos,

---

<sup>6</sup> Discente do Curso de Biomedicina na Faculdade de Piracanjuba (FAP). E-mail: isadorapiresfaria@gmail.com

<sup>7</sup> Discente do Curso de Biomedicina na Faculdade de Piracanjuba (FAP). E-mail: lyandra.cassiap412@gmail.com

<sup>8</sup> Biomédico pela PUC-GO. Especialista em Docência no ensino superior pela FABEC. Mestre em Ciências Biológicas pela UFG. Professor do Curso de Biomedicina da Faculdade de Piracanjuba (FAP). E-mail: claudio.qlj@gmail.com

que podem estar relacionados em mortes ou danos à saúde humana (DORTA, 2018).

Em um conceito mais amplo, para compreender a toxicologia é necessário conhecimento multidisciplinar, que abrange estudos em farmacologia, bioquímica, fisiologia, patologia, e principalmente, a genética, na qual é fundamental para diagnósticos e laudos dentro da toxicologia forense (DE JESUS, 2021).

Tal ciência no campo forense, para obter o diagnóstico, observa a manifestação clínica do efeito nocivo de uma substância, produzido em um organismo, sendo vivo ou após sua morte, podemos citar como exemplo o envenenamento, o qual é resultado da interação entre um reagente tóxico e um corpo suscetível. O grau de toxicidade e seus agravos são medidos não só pelo elemento, como também pela dose e concentração dessa matéria, da via, tempo e frequência ao uso da substância, e a suscetibilidade do organismo (CHASIN, 2004).

Como Paracelsus, o pai da toxicologia dizia “a dose correta é o que diferencia o veneno de um remédio”, ou seja, mesmo que uma substância pareça inofensiva, se administrada de maneira indiscriminada, se torna letal (DE JESUS, 2021).

Uma técnica muito utilizada, é a detecção de substâncias químicas tóxicas provenientes da medula óssea humana, usada em casos de *post mortem* prologando, ou seja, exames feitos após a morte, para evidenciar a causa da morte (MARCELINO, 2020).

## REVISÃO DA LITERATURA

### Toxicologia e Toxicologia forense

A toxicologia estuda os efeitos adversos que podem ocorrer nos organismos vivos devido aos produtos químicos. Engloba, observar e relatar os mecanismos, sinais e sintomas, a detecção e a prevenção de agentes tóxicos (SMITH, 2015).

A toxicologia forense, portanto, utiliza as análises toxicológicas associando com a busca a verdade de um fato perante a lei, consiste também em uma ciência multidisciplinar voltada à identificação e quantificação de substâncias tóxicas, que possam causar algum dano ao organismo. Presente no campo das investigações

criminais (MARTINI, 2014).

Entender as formas de exposição, toxicocinética e toxicodinâmica dos xenobióticos é essencial para decifrar os achados, revelando assim a toxicologia forense como primordial e necessária para a interpretação do achado e perícia criminal. Todo o estudo forense no Brasil, de maneira concisa, é realizado em Laboratórios dos Institutos de Criminalística – ICs e Médico Legais – IMLs (OGA; CAMARGO; BATISTUZZO, 2014).

Por meio dessa ciência, é permitido acusar ou inocentar um réu, em eventos de homicídios com suspeitas de envenenamento, por exemplo. Entretanto para se utilizar a toxicologia forense e identificar o agente tóxico, necessita-se de uma cadeia de custódia, normas que antecede a análise. Integra a ação documentada de todo o processo em execução, desde a visualização da amostra, seguido da coleta, manejo, recipiente manuseado, incluindo o descarte final dela. Toda a segurança do processo, empenha-se em uma cadeia de custódia bem estruturada, o que resulta em uma análise precisa e segura da amostra (MARTINI, 2014).

## **Lei nº 11.343/2006 – Tóxicos**

Os crimes da Lei de Tóxicos 11.342/2006, intitulados “crimes de vestígios”, efetuados por meio da perícia, sendo que o laudo pericial é feito pelo órgão policial. As principais substâncias que provocam vício observadas, são a maconha, cocaína, heroína, morfina e solventes (OGA; CAMARGO; BATISTUZZO, 2014).

## **Profissionais forense**

Auxiliando a medicina legal para elaboração dos diagnósticos ligados com intoxicações violentas, ou seja, que causa a morte devido sua letalidade. Na análise toxicológica post mortem, em alguns casos podem ser amostras coletadas em estado de necropsia, onde o profissional necessita de cautela e atenção, para examinar a amostra, pois ainda não se sabe o que levou o indivíduo a óbito (OGA; CAMARGO; BATISTUZZO, 2014).

Quatro profissionais são de extrema importância para a área forense, sendo eles: toxicologista, investigador policial, médico legista e patologista forense. O toxicologista, investigando as mortes com suspeitas de toxicantes, determina os riscos de exposição esclarecendo dúvidas e auxiliando para o solucionamento do caso. Quem confecciona os laudos das análises toxicológicas post mortem é o investigador policial, porém somente a polícia técnica científica pode realizar estes laudos (FERRARI JUNIOR, 2012).

Todavia, o médico legista é designado para fazer o exame de corpo e delito, sendo em indivíduos mortos ou vivos (SOARES, 2012). Já o patologista forense busca entender qual fator causou a morte da pessoa, através da evidenciação do cadáver, contudo, esse processo é chamado de autópsia. Um fato a curiosidade, quando os familiares não conseguem identificar o corpo, o patologista realiza a identificação do cadáver (RANGEL, 2004).

## **Material Biológico para Análises Toxicológicas *post mortem***

Existem inúmeras amostras para se utilizar em análises, como o sangue, urina, encéfalo, coração, bile, conteúdo gástrico, e em situações de extrema decomposição podem ser coletados: cabelo, tecido muscular e como no nosso artigo apresenta, medula óssea. A quantidade de amostras biológicas, sempre irá depender do que vai ser estudado ou diagnosticado, para isso existe o FTLG (Guia para Laboratórios de Toxicologia Forense) que assegura o profissional caso precise repetir a coleta (OGA; CAMARGO; BATISTUZZO, 2014).

## **METODOLOGIA**

O presente estudo consiste em uma revisão bibliográfica, onde buscamos trabalhos em acervos acadêmicos como: Google Acadêmico, SciELO e PUBMED, com temas que abordam os principais aspectos envolvendo a toxicologia forense. A revisão bibliográfica tem o intuito de explicar e compreender os fatores que tornam a medula óssea tão eficaz para diagnóstico e estudo toxicológico. Montando assim,

informações para a prestação de assistência a acadêmicos e graduandos como fonte de pesquisas e estudos.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Medula Óssea para a Detecção de Agentes Tóxicos**

Foi realizado um estudo de revisão bibliográfica onde evidenciou que, a exposição do indivíduo a um agente tóxico por um longo período, resulta em efeitos crônicos, dificultando sua identificação. Pois atualmente, o ser humano está designado a uma rede de variações químicas no ar, nos alimentos, nos medicamentos e até mesmo na água (KLAASSEN, 2009).

Sendo assim, para os métodos para avaliação a amostra necessitava ser mais invasiva, para obter sucesso no diagnóstico. O uso da medula óssea representa uma alternativa positiva para a análise toxicológica, principalmente em situações em que as matrizes convencionais estão inviáveis para a análise, como por exemplo as carcaças em circunstâncias progressivas de decomposição ou de liquefação dos tecidos moles, restando somente o arcabouço, pode comprometer a avaliação no estado de *post mortem* e impossibilitar o aferimento da amostra para a investigação toxicológica (FUKUSHIMA, 2018). Diante de tal caso, a ossatura é imprescindível para a análise microscópica e toxicológica.

Na ciência forense, o exame de ossos, especialmente da medula óssea, é solicitado para a detecção de drogas ilícitas psicoativas, e pesticidas, relacionados em situações suicidas, intoxicação e overdoses (MCINTYCRE, 2000). Sua estrutura é conservada por até três meses após a morte, em relação a outros tecidos, isso pelo fato de ser localizado dentro do canal medular, sendo resguardada de contaminações externas e ações heterolíticas de bactérias de putrefação (CARTISER, 2011). É altamente vascularizada com níveis altos de lipídios que contribuem para o acúmulo das drogas lipofílicas, característica essa que mantém intacta no *post mortem* (CARTISER, 2011).

A primeira informação sobre o uso de amostras da medula óssea em toxicologia

forense, foi com o único intuito de estudar a cinética do álcool e seus constituintes. Mas em 1980, informações de estudos posteriores detectaram um levantamento e semelhança entre concentração de reagentes químicos na medula óssea com sangue de animais e humanos envenenados, iniciava naquele momento um novo avanço na ciência forense (WINEK, 1981).

## Técnicas Moleculares no Estudo da Toxicologia Forense – Medula Óssea

Um método conhecido para preparar amostras é o QuEChERS modificado, vindo do inglês significa rápido, fácil, econômico, eficaz, robusto, e seguro, (“*Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged and Safe*”). Este fluxograma envolve extrações em fases sólidas dispersivas (dSPE), utilizado de forma analítica e moderna (PRESTES, 2009). A cromatografia é um processo físico-químico de repartições, sendo versátil e de grande aplicação, além da alta sensibilidade e eficácia na determinação da substância em interesse, podemos citar também o CLAE (cromatografia líquida de alta eficiência) e o CG-EM (cromatografia gasosa ligada à espectrometria de massas), sendo essas as principais técnicas de identificação de reagentes tóxicos em análises forenses (CAVALCANTI, 2016).

## Epidemiologia de reagentes tóxicos

Como citado anteriormente às intoxicações e seus efeitos podem levar a circunstâncias graves, como a morte do indivíduo. As intoxicações acontecem por diversos reagentes tóxicos, alguns deles estão descritos na tabela abaixo, juntamente com o número de acometimentos provocados por eles.

**Tabela 1:** Quantificação dos diferentes agentes causadores de intoxicações:

SUBSTÂNCIA	Nº DE CASOS (%)	Nº DE CASOS: 100.000 HAB.
Álcool	1583 (66,94)	22,68
Analgésicos	78 (3,30)	1,08
Anestésicos	13(0,550)	0,18

Ansiolíticos	7(0,30)	0,10
Anticonvulsivos	86(3,64)	1,20
Antidepressivos	3(0,13)	0,04
Anti-histamínicos	3(0,13)	0,04
Antiepiléticos	3(0,13)	0,04
Antiparasitários	1(0,04)	0,01
Antipsicóticos	33(1,40)	0,46
Cafeína (*)	126(5,33)	1,78
Carbamatos	304(12,85)	4,30
Cocaína	75(3,17)	1,05
Lidocaína (*)	12(0,51)	0,17
THC	2(0,09)	0,03
CO	24(1,01)	0,34
Metais Pesados	1(0,04)	0,01
Nicotina (*)	2 (0,08)	0,03
Organofosforados	9 (0,38)	0,13
Solventes	1(0,04)	0,01
<b>Total</b>	<b>2366 (100%)</b>	<b>33,68</b>

Fonte: Alves, 2005.

A toxicologia forense apoia a investigação criminal, para levar á descoberta da verdade sobre inúmeros casos, para isso, regras e protocolos devem ser seguidos à risca, desde o recebimento do cadáver e coleta do material biológico, incluindo a análise da amostra. A tabela abaixo representa as informações obtidas pelo cadáver, e os principais dados necessários para a identificação do corpo em caso de post mortem:

**Tabela 2:** Dados para identificação do corpo em casos de post mortem:

<b>INFORMAÇÕES PRÉVIAS: Tipo do documento;</b>
Número do documento;
Delegacia policial e respectiva localização (ex: Bairro ou Município);
Digito verificador;
Número de registro no serviço de toxicologia;

---

Sexo;
Cor;
Idade;
Removido de... (ex: Hospital, via pública, residência etc.);
Circunstância ... (envolvimento com drogas, PAF etc.);
Periciado;
Pesquisa solicitada (indeterminada de tóxicos, alcoolemia, monóxido decarbono etc.);
Suspeita (inseticidas, cocaína, ansiolíticos etc.);
Uso de medicamentos;
Hospitalizado.

Fonte: Alves, 2005

## CONCLUSÃO

A toxicologia forense é um campo que abrange o estudo em todas as áreas biológicas, e que se renova a cada dia. Espera-se que esta revisão bibliográfica, ressalte a importância da utilização da medula óssea como uma opção viável para acrescentar a ciência forense, e investigação de produtos químicos tóxicos para seres humanos.

## REFERÊNCIAS

- DORTA, Daniel Junqueira *et al.* **Toxicologia forense**. Editora Blucher, 2018.
- DE JESUS, Samantha Stanco; SILVA, Daniel Sachs. Toxicologia forense e sua importância na saúde pública. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 7, n. 7, p. 767-781, 2021.
- DA SILVA, Carla Tamyres Alves *et al.* **Toxicologia Forense**. UNILUS Ensino e Pesquisa, v. 12, n. 28, p. 156, 2015.

MARCELINO, Sóstenes AC *et al.* Uso de medula óssea para detecção de produtos químicos tóxicos para a elucidação de intoxicação em patologia veterinária forense. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 40, p. 798-803, 2020.

SMITH, Yolanda. **O que é Toxicologia?** News Medical, Life Sciences e Medicine. Jun. 2015. Disponível em: Acesso em: 29 mar. 2023.

MARTINI, Natália Hameury. **Toxicologia Forense: Perícia criminal post mortem.** Portal Educação. Abr. 2014. Disponível em: <<http://www.portaleducacao.com.br/farmacia/artigos/56075/toxicologia-forensepericia-criminal-post-mortem>>. Acesso em: 29 nov. 2023.

OGA, Seizi; CAMARGO, Márcia Maria de A.; BATISTUZZO, José Antonio de O. **Fundamentos de Toxicologia**. 4.ed. São Paulo: Atheneu, 2014.

FERRARI JÚNIOR, Ettore. **Investigação policial** - análise toxicológica post mortem. In: *Âmbito Jurídico*, Rio Grande, XV, n. 99, abr 2012. Acesso em: 29 mar. 2023.

SOARES, Juliana. **O que faz um médico legista**. Nov.2012. Acesso em: 29 mar. 2023.

RANGEL, Rui. **Noções Gerais sobre outras Ciências Forenses**. Medicina Legal, 2003/2004. Disponível em:<<http://medicina.med.up.pt/legal/NocoosGeraisCF.pdf>> Acesso em: 29 mar.2023.

KLAASSEN, Curtis D.; WATKINS III, John B. **Fundamentos em Toxicologia de Casarett e Doull** (Lange). AMGH Editora, 2009.

FUKUSHIMA A.R., Gonzalez M.V.D., Florio J.C., Salomone G.M., De-Siqueira A., Carvalho V.M., Zaccarelli-Magalhaes J., Anazawa T.A., Leoni L.A.B., Nicoletti M.A., Maiorka P.C. & Spinosa H.S. **Study of aldicarb commercial granule using dissolution profile: a contribution for identification of metabolites**. Int. J. Curr. Innov. Res. 4(4):1173-1176. 2018.

MCINTYRE I.M., King C.V., Boratto M. & Drummer O.H. **Post-mortem drug analyses in bone and bone marrow**. Ther. Drug Monit. 22(1):79-83. 2000.

CARTISER N., Bévalot F., Fanton L., Gaillard Y. & Guiltton J. **State-of-the-art of bone**

**marrow analysis in forensic toxicology:** a review. *Int. J. Legal Med.* 125(2):181-198. 2011.

WINEK C.L. & Luhanik J.M. **A storage study of ethanol in rabbit and human bone marrow.** *Forensic Sci. Int.* 17(3):191-196. 1981.

PRESTES, Osmar D., *et al.* QuEChERS: um método moderno de preparo de amostra para determinação multirresíduo de pesticidas em alimentos por métodos cromatográficos acoplados à espectrometria de massas. **Química Nova.** 1620-1634. 2009.

CAVALCANTI, Rafael Christofoli. Espectrometria de massa acoplada à cromatografia líquida e gasosa: sua aplicação nas ciências forenses. **Acta de Ciências e Saúde**, v. 1, n. 1, p. 1-5, 2016.