

**Universidade do Grande Rio “Prof. José de Souza Herdy”**

**UNIGRANRIO**

**Beatriz Trindade Augusto da Silva**

**Atuação do Biomédico na Toxicologia Forense**

**RIO DE JANEIRO**

**2025**

**Universidade do Grande Rio “Prof. José de Souza Herdy”  
UNIGRANRIO**

**Beatriz Trindade Augusto da Silva**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade do Grande Rio “Prof. José de Souza  
Herdy”, como requisito parcial para a obtenção do  
título de Bacharel em Biomedicina.

Orientador: Beatriz Kopke de Assis Dal-Cheri

**RIO DE JANEIRO  
2025**

**Beatriz Trindade Augusto da Silva**

**Atuação do Biomédico na Toxicologia Forense**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade do Grande Rio “Prof. José de Souza Herdy”, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Biomedicina.

Orientador: Beatriz Kopke de Assis Dal-Cheri

Aprovada em:

Duque de Caxias, 18 de Junho de 2025.

**BANCA EXAMINADORA**

*Beatriz Kopke de Góssis Dal-Chai*

---

Prof. Ms. Beatriz Kopke

*Nátalia de Moraes Codeiro*

---

Prof. Dra. Natália de Moraes

*Bárbara Gomes de Carvalho*

---

Prof. Ms. Bárbara Gomes

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, sem ele nada sou, por toda a força e sustento que tem me dado até os dias atuais, utilizando-me como instrumento para futuramente salvar vidas com essa profissão que tanto amo.

A minha orientadora Beatriz Kopke de Assis Dal-Cheri por ter sido presente desde o início, me dando todo o auxílio necessário e por toda a paciência que teve, tornando possível o desenvolvimento desse projeto.

Agradeço aos meus professores pelos ensinamentos que me proporcionaram ao longo da graduação.

Agradeço imensamente aos meus pais, Isabela da Silva Trindade e Alexandre Augusto da Silva que eu tanto amo, por nunca me desamparar, por todo o amor e carinho que me deram ao longo da vida.

Agradeço a minha mãe por todas as orações e por torcer por mim e ao meu pai por sempre acreditar em mim e me incentivar. Minha eterna gratidão!

Agradeço a minha irmã Yasmin Trindade Augusto da Silva, por todo o apoio nos momentos delicados, fez toda a diferença nessa caminhada!

Agradeço a minha avó Nilda Pereira da Silva, por toda a preocupação e cuidado comigo.

Quero agradecer também a duas amigas em especial, Laryssa e Suelma por terem sido presentes nos momentos que eu mais precisei, principalmente nos 2 últimos anos de graduação, poder contar com vocês para desabafar e chorar fez com que eu não desistisse, porque a luta é grande, mas a vitória é certa. Que a nossa amizade se eternize.

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	7
TOXICOLOGIA.....	8
TOXICOLOGIA FORENSE .....	9
MATERIAIS E MÉTODOS .....	10
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	10
CONCLUSÃO.....	19
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	20

## Atuação do Biomédico na Toxicologia Forense

Beatriz Trindade Augusto da Silva

Beatriz Kopke de Assis Dal-Cheri

### RESUMO

A toxicologia forense é uma área das ciências forenses que se dedica à detecção e quantificação de substâncias tóxicas em amostras biológicas, com o objetivo de contribuir para a elucidação de crimes. Essa disciplina é fundamental em investigações que envolvem envenenamento, uso de drogas, acidentes e mortes suspeitas. O biomédico, como profissional da saúde habilitado, desempenha um papel essencial nesse contexto, atuando muitas vezes como perito criminal. Entre as metodologias mais utilizadas na rotina forense estão as técnicas de química analítica, como a cromatografia em fase líquida e gasosa, e a espectrometria de massa. Esses métodos permitem identificar e quantificar com precisão substâncias presentes em fluidos e tecidos biológicos, oferecendo resultados confiáveis e cientificamente válidos. A alta sensibilidade e especificidade dessas técnicas são fundamentais para a produção de provas técnicas que subsidiem decisões judiciais. Dessa forma, este estudo destaca a importância da atuação do biomédico na toxicologia forense e sua contribuição significativa para o sistema de justiça, por meio da aplicação de metodologias modernas e eficazes no processo investigativo.

**Palavras-chave:** Biomédico; Toxicologia forense; Perícia criminal; Análise toxicológica; Ciência Forense.

### ABSTRACT

Forensic toxicology is an area of forensic science that focuses on the detection and quantification of toxic substances in biological samples, with the aim of contributing to the elucidation of crimes. This discipline is essential in investigations involving poisoning, drug use, accidents and suspicious deaths. Biomedical scientists, as qualified health professionals, play an essential role in this context, often acting as forensic experts. Among the most commonly used methodologies in forensic routine are analytical chemistry techniques, such as liquid and gas chromatography, and mass spectrometry. These methods allow for the precise identification and quantification of substances present in biological fluids and tissues, providing reliable and scientifically valid results. The high sensitivity and specificity of these techniques are essential for the production of technical evidence that supports judicial decisions. Thus, this study highlights the importance of biomedical scientists in forensic toxicology and their significant contribution to the justice system, through the application of modern and effective methodologies in the investigative process.

**Keywords: Biomedical:** Biomedical; Forensic toxicology; Criminal expertise; Toxicological analysis; Forensic Science.

## INTRODUÇÃO

A toxicologia é uma ciência que estuda os efeitos nocivos das substâncias químicas nos sistemas vivos (JESUS; SILVA, 2020). A Toxicologia Forense, ramo da toxicologia voltado para questões legais, tem como principal finalidade oferecer esclarecimentos às dúvidas que aparecem ao longo das investigações criminais (BORDIN et al, 2015).

As análises toxicológicas forenses podem ser realizadas através de diversas amostras biológicas como órgãos, tecidos e fluídos biológicos. A seleção do tipo de amostra a ser examinada depende de diversos fatores como o tipo de investigação (*ante-mortem* e *post-mortem*), além da natureza da matriz, sua integridade, os aspectos analíticos e os testes aplicados, juntamente com os resultados obtidos. Podem surgir desafios específicos, especialmente em amostras *post-mortem*, devido aos processos de autólise, redistribuição e putrefação, que podem dificultar as análises (BORDIN et al, 2015; CASTELARI et al, 2018; RODRIGUES, 2019).

Nesse contexto, todo o processo utiliza matrizes biológicas para tais avaliações. Há várias classificações de amostras que podem ser empregadas em análises forenses, das quais as principais são distinguidas para indivíduos *post-mortem*, englobando sangue periférico ou cardíaco, urina (quando acessível), cabelo, humor vítreo e outros tecidos e órgãos. Em análises forenses que envolvem pacientes *ante-mortem*, ou seja, indivíduos vivos, as opções de matrizes podem incluir: urina, sangue, pelos/cabelo, dentre outras (LOMBA et al, 2023).

No Brasil, a Toxicologia Forense é essencialmente conduzida em Laboratórios dos Institutos de Criminalística (ICs) e Médico-Legais (IMLs), que efetuam exames toxicológicos em amostras biológicas coletadas pelas forças policiais, em âmbito estadual. Já em nível federal, as análises são realizadas apenas em materiais apreendidos pela polícia, sem incluir exames em amostras biológicas (CASTELARI et al, 2028).

A capacidade da ciência de esclarecer um delito torna o estudo da toxicologia essencial. Essa disciplina permite a análise de substâncias químicas, como drogas, venenos em matrizes biológicas, possibilitando a identificação dos elementos envolvidos nos crimes cometidos. Os laudos resultantes dessa análise são reunidos a outras provas legais, auxiliando a polícia nas ações contra os infratores. Além disso, a biomedicina se integra à toxicologia, uma vez que os profissionais dessa

área possuem a capacidade de identificar e mensurar substâncias prejudiciais que afetam de forma prejudicial à saúde humana (SANCHES, 2020).

## TOXICOLOGIA

O termo "toxicologia" tem como significado literal "o estudo dos venenos". A palavra "tóxico" vem do latim *toxicus*, que quer dizer venenoso, e essa origem se conecta ao antigo grego *toxikon*, que referia-se aos venenos usados para embebedar flechas (PERPÉTUO et al, 2019).

Na cronologia da toxicologia, o Papiro de Ebers, datado de aproximadamente 1500 a. C., é reconhecido como o registro mais antigo. Este documento abrange dados sobre o funcionamento do organismo humano e sugestões para substâncias terapêuticas voltadas ao tratamento de doenças causadas por agentes venenosos, além de enumerar mais de 700 princípios ativos. Apesar de, ainda nos dias de hoje, ser criticado devido à garantia da eficácia do tratamento estar vinculada a um encantamento (PRITSCH, 2020).

Durante o século XVI, Paracelso (1493–1541), médico suíço-alemão, destacou-se na área de toxicologia ao declarar que qualquer substância pode ser venenosa, dependendo da quantidade ingerida, pois a dose é o elemento que diferencia um veneno de um remédio. Além disso, ele observou que a reação do corpo às substâncias varia conforme a quantidade administrada, um princípio essencial na toxicologia moderna (PRITSCH, 2020).

Em 1813, Matthew Orfila, cientista espanhol, tornou-se o pai da toxicologia moderna, estabelecendo uma relação sistemática entre as substâncias químicas e os seus efeitos, através de análises de tecidos e órgãos realizadas durante a autópsia (LOPES, 2017).

A toxicologia tem evoluído ao longo do tempo. Em 1908, Alice Hamilton tornou-se a primeira a vincular os perigos químicos presentes nos ambientes de trabalho a diversas enfermidades. Dessa forma, pode-se afirmar que a toxicologia acompanhou a trajetória da humanidade, que se remonta a 570 a.C. e se estende até os dias de hoje (SANTOS; PACHECO, 2023).

## TOXICOLOGIA FORENSE

As principais áreas aplicadas da toxicologia forense são a toxicologia *post-mortem*, a toxicologia *ante-mortem* e a detecção de dopagem em esportes, além da realização de testes de substâncias em locais de trabalho e no trânsito.

A toxicologia *ante-mortem* examina substâncias, principalmente psicoativas, consumidas por vítimas sem o seu consentimento, administrada por criminosos para incapacitar indivíduos durante crimes como abuso, sequestro e roubo, resultando em perda de consciência, memória, confusão, alucinações e sonolência (PRITSCH, 2020).

A pesquisa de um crime em que a vítima vem a óbito é chamada de toxicologia forense *post-mortem*. As análises examinam substâncias tóxicas, que incluem drogas ilícitas, lícitas e antidepressivos, que, devido à ingestão excessiva, podem levar ao óbito. Assim, o laudo pode concluir se a morte foi por suicídio, homicídio ou acidente (PRITSCH, 2020).

A toxicologia no ambiente de trabalho envolve testes de drogas no local ou em amostras biológicas, geralmente para monitoramento aleatório dos funcionários quanto ao uso de substâncias ilícitas. Essa área também avalia o impacto das drogas no comportamento, como dirigir sob efeito ou causar agressões facilitadas por substâncias, além de atuar no controle antidoping. Já a toxicologia *post-mortem* consiste na realização de testes toxicológicos em indivíduos falecidos, sendo uma etapa comum em autópsias (SANTOS; PACHECO, 2023).

A toxicologia forense desempenha um papel fundamental na sociedade ao desenvolver procedimentos analíticos utilizados em investigações criminais, interpretando resultados e auxiliando na avaliação da relação entre substâncias e efeitos adversos (ALENCAR et al, 2022).

O estudo que agora iniciamos tem como objetivo abordar a relevância da atuação do biomédico na toxicologia forense e as técnicas utilizadas pelo mesmo na desenvoltura do cargo. Além disso, identificar e caracterizar as principais amostras biológicas empregadas na análise forense, avaliando a eficácia de cada uma na identificação de substâncias tóxicas, tanto em contextos *ante-mortem* quanto *post-mortem*, que podem auxiliar na elucidação de delitos.

A partir da premissa de que o biomédico possui autorização legal para atuar na área da perícia criminal, neste trabalho pretende-se responder as seguintes questões: De que forma o biomédico pode contribuir para a resolução de crimes por

meio da toxicologia forense, assegurando a importância desse profissional na investigação de delitos, acidentes ou óbitos suspeitos? Quais são as principais amostras biológicas utilizadas nas análises forenses? Quais são as principais áreas de aplicação da toxicologia forense em investigações de delitos?

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

O presente estudo trata-se de uma revisão bibliográfica no formato qualitativa e narrativa, no qual foram utilizados artigos científicos publicados nas bases de dados: Google acadêmico, PubMed, Scielo Brasil, MEDLINE, ANVISA e CRBM. As palavras-chave empregadas para a seleção dos artigos foram: Biomédico; Toxicologia forense; Perícia criminal; Análise toxicológica; Ciência Forense.

Entre os critérios de inclusão, destacam-se: o período de publicação delimitado entre 2015 e 2025, a utilização exclusiva de artigos científicos originais, no português e inglês, e a relação com o tema central, a Biomedicina na toxicologia forense. Os critérios de exclusão envolveram textos incompletos, assuntos que abordem a temática sem a devida participação do biomédico ou que fuja da proposta do tema.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O biomédico desempenha um papel na perícia criminal, focando na biologia e na toxicologia forense. As técnicas e conhecimentos aplicados nesse campo têm bases que sustentam e ajudam a justiça a esclarecer os casos (PIMENTA et al, 2019).

Os peritos devem dominar técnicas e equipamentos de alta tecnologia, além de conceitos teóricos. Em casos de intoxicação e envenenamento, é essencial conhecer toxicologia, que estuda substâncias perigosas para a saúde. As análises são feitas com fluidos orgânicos da vítima e, às vezes, das roupas utilizadas (FERREIRA, 2016).

O Conselho Federal de Biomedicina (CFBM) destaca a importância do biomédico na perícia criminal, área considerada promissora e fundamental, devido à formação em genética, biologia molecular, toxicologia e química, que fundamentam

a criminalística. Apesar de não existir uma habilitação específica para perícia criminal no conselho, o biomédico possui competências para atuar em diversos setores da perícia, como análise de vestígios biológicos, toxicologia forense e identificação de perfis genéticos.

Conforme JUSBRASIL et al, (2025), Para que a investigação seja esclarecida de forma eficiente após a realização de um delito, é imprescindível realizar a perícia no local onde o crime ocorreu. Nesse sentido, a autoridade que chegar primeiro ao local, seja ela socorrista, segurança ou brigadista, deve tomar providências para que a cena não seja modificada até a chegada dos peritos. Essa orientação está prevista no artigo 169 do Código de Processo Penal (CPP).

Art. 169. Para o efeito de exame do local onde houver sido praticada a infração, a autoridade providenciará imediatamente para que não se altere o estado das coisas até a chegada dos peritos, que poderão instruir seus laudos com fotografias, desenhos ou esquemas elucidativos (CPP)(JUSBRASIL, 2025).

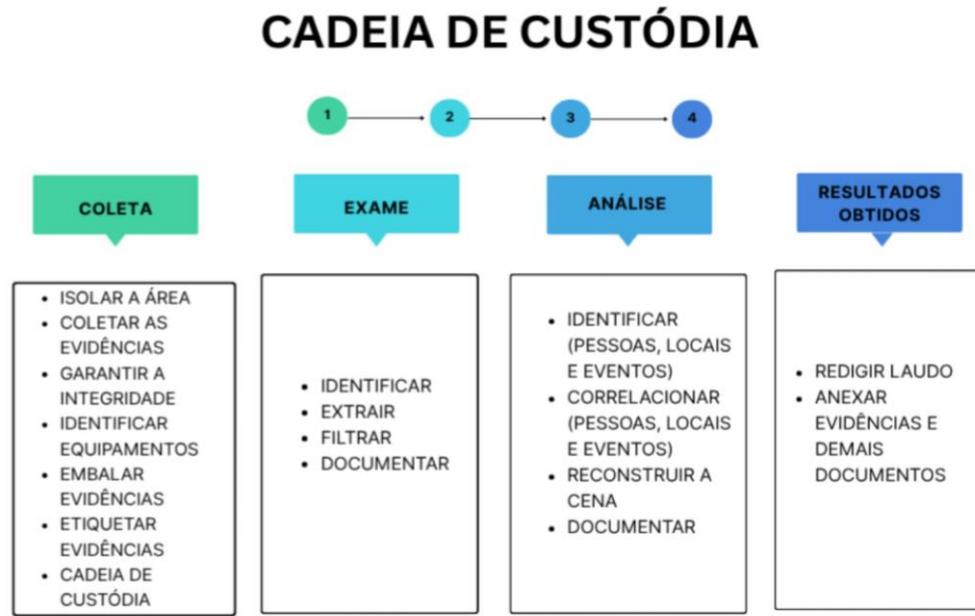
Embora cada local de crime tenha suas características específicas, qualquer lugar pode se tornar cenário de um ato criminoso. O local do crime é uma área delicada e vulnerável, por isso é fundamental tomar muito cuidado para que as provas não sejam perdidas ou destruídas (JUSBRASIL, 2025).

Primeiramente, realiza-se uma avaliação geral do ambiente, anotando detalhes importantes. Somente após essa etapa, procede-se à seleção e coleta dos vestígios. A partir daí, é essencial assegurar a integridade da cadeia de custódia durante todo o procedimento (SANTOS, 2018).

A cadeia de custódia nas instituições periciais oficiais do país é o método que assegura a confiança, autenticidade e integridade das amostras (vestígios), desde o momento da isolamento no local do crime e coleta (perícia externa). Até o encaminhamento, armazenamento, análise e devolução pelos laboratórios periciais (perícia interna). Geralmente, no Processo Penal Brasileiro, a prova pericial deve ser realizada durante a fase policial, observando o princípio da imediatidade, alertando-se que os vestígios do delito podem desaparecer ao longo desse processo (CARVALHO, 2016).

É fundamental que todo procedimento envolvendo provas, desde a coleta até a análise, seja realizado com cuidados e condições de segurança adequadas para preservar a integridade do material. Caso contrário, a validade das provas pode ser comprometida, prejudicando o processo e dificultando sua rastreabilidade (CARVALHO, 2016).

Figura 1 – Etapas da cadeia de custódia.



Fonte: Elaborado pelo autor com base em (LOPES, 2017).

Com o avanço das novas tecnologias na extração de analitos, passou a ser mais fácil e acessível o uso de diferentes tipos de amostras biológicas. Entre as matrizes mais comuns estão urina, sangue, cabelo, fluido oral, suor e humor vítreo. Todas essas matrizes serão examinadas quanto à sua composição, a forma como o analito se integra e à sua utilização nas análises forenses, levando em conta as informações que podem fornecer (BORDIN et al, 2015).

A urina é uma matriz biológica comum em análises toxicológicas forenses, devido à sua facilidade de coleta, não invasiva e com menos interferentes. Ela é utilizada para identificar metabólitos de substâncias, sendo eficaz na detecção do uso de drogas, que geralmente permanecem presentes na urina por 2 a 5 dias após o consumo, identificando apenas o uso recente (BORDIN et al, 2015).

O sangue é essencial na análise toxicológica forense, sendo o fluido corporal mais comum em cenas de crime e que indica a presença das concentrações de substâncias no organismo. Contudo, sua limitação é a janela de detecção reduzida

para drogas de abuso, que podem ser rapidamente metabolizadas e eliminadas em cerca de 24 horas. Em casos de análises post-mortem, é crucial coletar o sangue periférico rapidamente, pois a coleta de sangue cardíaco pode aumentar o risco de contaminação (LOMBA et al, 2023).

O cabelo pode ser usado para identificar o histórico do paciente, mas não é eficaz para detectar uso recente, pois a incorporação de substâncias leva dias. O período de detecção é de 90 a 180 dias, dependendo da substância. A coleta é simples e não invasiva, mas a baixa concentração de analitos requer métodos analíticos sensíveis. Recomenda-se coletar cerca de 100 mg de cabelo perto do couro cabeludo (LOMBA et al, 2023).

O fluido oral ou também chamado de saliva, frequentemente aparece em cenas de crime e pode conter drogas metabolizadas em ambientes de uso recente. Essas substâncias, como maconha e anfetaminas, podem ser detectadas na saliva por até dois dias após a exposição. No entanto, uma desvantagem é que drogas administradas por via oral podem contaminar a amostra, dificultando a análise precisa (LOMBA et al, 2023).

Outra matriz biológica alternativa a ser avaliada é o suor, que além de permitir uma coleta fácil e não invasiva, oferece uma ampla janela de detecção, de até 14 dias. Nessa matriz, é possível identificar as próprias substâncias consumidas pelo indivíduo. Contudo, há limitações devido à escassez de informações sobre o uso dessa matriz na literatura (BORDIN, et al, 2015).

O humor vítreo é uma matriz de muita importância nas análises toxicológicas postmortem, pois é estável durante a putrefação. É um líquido gelatinoso alocada no interior da câmara ocular, em ambiente estéril e protegido, útil em casos de putrefação ou carbonização parcial do corpo (BORDIN, et al, 2015).

Na tabela 1 a seguir, pode-se verificar o tempo de detecção de cada droga e identificar em que situação é mais conveniente utilizar uma amostra específica.

**Tabela 1 – Matrizes Biológicas**

Matriz Biológica	Tempo para detecção	Principais vantagens	Principais desvantagens
Urina	2 - 4 dias	Método mais reconhecido; coletada de forma não invasiva; a maioria das drogas são excretadas por essa via	Detecta somente uso de drogas recente
Sangue	24 - 48 horas	Fornecer as melhores informações a respeito do estado de intoxicação	Mais complexa e mais custosa; período curto de detecção
Cabelo	1 - 6 meses	Medida de longo prazo do uso de drogas	Alta possibilidade de contaminação pelo ambiente
Saliva	12 - 24 horas	Fácil obtenção; presença da droga em si	Curto período de tempo para a detecção
Suor	1 - 4 semanas	Medida cumulativa de drogas	Alto potencial para contaminação pelo ambiente

Fonte: Santos; Pacheco, 2023.

Embora cada tipo de amostra apresente suas vantagens, na toxicologia forense é frequente o uso de múltiplas matrizes biológicas para as análises. Por isso, o papel do biomédico toxicologista é essencial ao direcionar a coleta das amostras disponíveis em cada situação, conforme o objetivo de cada exame (SANTOS; PACHECO, 2023 apud JUNQUEIRA, SPINOSA et al., 2018).

Conforme ALENCAR et al, (2022), Na análise toxicológica para fins forenses, uma variedade de técnicas foram desenvolvidas para serem aplicadas a amostras relevantes para muitos casos. As principais técnicas analíticas utilizadas por especialistas na área de toxicologia são técnicas cromatográficas (Cromatografia Gasosa e Cromatografia Líquida de alta eficiência) e espectrométricas, (Espectrometria de massa).

PETERS apud CAVALCANTI (2016) mostra que métodos como GC-MS (Cromatografia Gasosa com Espectrometria de Massas) e LC-MS (Cromatografia Líquida com Espectrometria), empregados em estudos biológicos, são capazes de identificar o momento exato em que uma droga foi administrada. Substâncias aplicadas após a morte, com a intenção de imitar autoeliminação, permanecem nos tecidos em sua forma original. Já drogas administradas durante a vida, como

esteroides, opiáceos, anfetaminas, cocaína e medicamentos beta-adrenérgicos, tendem a estar processadas pelo organismo.

A diferença entre o período de intoxicação e o momento da morte pode ser determinada ao analisar a quantidade de metabolitos na amostra, em relação à quantidade de droga não metabolizada (CAVALCANTI, 2016).

Atualmente, a GC-MS é considerada uma referência na identificação de morfina, codeína, heroína e seus metabolitos em amostras biológicas (ALLWOOD et al., apud CAVALCANTI, 2016).

A cromatografia gasosa (CG) é uma técnica utilizada na perícia forense para verificar a exposição de cabelos ou pelos a drogas e substâncias xenobióticas. Ela analisa e separa compostos de misturas de substâncias voláteis e semivoláteis, focando na detecção de analitos com baixo ponto de ebulição. A combinação da CG com espectrometria de massa (CG-EM) é amplamente empregada devido à sua alta sensibilidade e especificidade, facilitando a identificação e quantificação de resíduos nas amostras (LOMBA et al, 2023).

Quando ajustamos a CG às análises toxicológicas, torna-se fundamental compreender sua eficácia no contexto científico atual, por ser uma técnica amplamente empregada na detecção de substâncias ilícitas no Brasil. A perícia forense frequentemente recorre a essa ferramenta em diversas situações, conforme ilustrado na tabela a seguir (ALENCAR et al, 2021).

**Tabela 2 - Cromatografia Gasosa, técnica e aplicação.**

CROMATOGRAFIA GASOSA - CO	
USO	OBJETIVO
DETERMINAÇÃO DE FÁRMACOS	DETERMINAÇÃO DE MEDICAMENTOS BÁSICOS EM PLASMA SANGUÍNEO
DETERMINAÇÃO DE CANABINOIDES	DETERMINAÇÃO DE CANABINOIDES PRESENTES NAS PLANTAS
ANÁLISE DE URINA	DETECTAR OS METABÓLITOS E COMPOSTOS INALTERADOS
ANÁLISE DE CABELO	IDENTIFICAÇÃO DE DROGAS ESPECÍFICAS
DETERMINAÇÃO DE ETANOL	DETERMINAÇÃO QUANTITATIVA DO ETANOL PRESENTE NO SANGUE E NO FLUIDO ORAL DE INDIVÍDUOS

Fonte: Elaborado pelo autor com base em (Alencar et al, 2021).

A análise da tabela 2 mostra uma diversidade de amostras, evidenciando que a CG é uma técnica ampla.

Como exemplo, citamos LIZOT apud ALENCAR, 2021 e sua pesquisa que determina e identifica 40 fármacos diferentes, específicos e básicos, no plasma sanguíneo, usando extração líquido-líquido e separação por CG acoplada a um detector de nitrogênio e fósforo, para quantificação - CG-DNP.

Conforme os resultados obtidos a partir da validação, a investigação realizada por (CAMARGO apud HENGLES e SANTOS, [s.d.]) demonstrou que a cromatografia gasosa é adequada para a determinação de Canabidiol em amostras de plasma humano coletadas de pacientes com transtorno de ansiedade.

De acordo com BAIRROS apud HENGLES e SANTOS, [s.d.] a elaboração de procedimentos de CG para a identificação de substâncias da categoria dos benzodiazepínicos em amostras de urina revelou-se uma técnica econômica e multifuncional; da mesma forma, (PANTALEÃO apud HENGLES e SANTOS, [s.d.]) enfatiza a sensibilidade, agilidade e conveniência da implementação em laboratórios forenses.

A determinação de analitos em matrizes biológicas, como sangue, é possível através da CG. A pesquisa de (FELTRACO apud ALENCAR, 2021) quantificou etanol no sangue e no fluido oral de indivíduos, no decorrer de um experimento com seis voluntários, mostrando uma redução na concentração de etanol ao longo do tempo. A análise revelou que a concentração inicial, registrada como 2,61 no tempo de 0,5 hora, diminuiu para 1,15 após 3 horas, permitindo a identificação da concentração de etanol presente nas amostras analisadas. Portanto, a CG é uma técnica importante para medir etanol, metanol, acetona e acetaldeído em sangue, usando temperatura, reagente e tempo de exposição para quantificar esses analitos de forma precisa e sensível.

A cromatografia líquida (CL) é uma evolução de técnicas cromatográficas antigas. Nos últimos anos, ela tem sido usada acoplada à espectrometria de massas pela alta sensibilidade e capacidade de detectar compostos instáveis. A cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) realiza separações rápidas de compostos presentes em diversas matrizes biológicas, para análises quantitativas. Suas desvantagens incluem a necessidade de grandes volumes de amostra e tempo elevado em alguns casos (LOMBA et al, 2023).

Substâncias usadas para facilitar atividades ilícitas são difíceis de identificar, pois a droga ativa costuma estar em doses mínimas, têm instabilidade química e curto tempo de meia-vida, resultando em rápida eliminação pelo organismo. No entanto, a técnica CL-EM/EM possui sensibilidade o suficiente para detectar benzodiazepínicos alguns dias após o uso (PRITSCH, 2020).

Um estudo de KINTZ et al., apud PRITSCH, 2020 detectou Zolpidem no sangue, urina e cabelo seis dias após o evento. Por outro lado, SWANSON et al. relataram o uso de técnicas de análise (CL-EM/EM e CG-EM) para identificar carfentanil e furanil fentanil em amostras biológicas relacionadas a dois casos de morte.

A associação da CLAE (Cromatografia Líquida de Alta Eficiência) às análises toxicológicas mostra sua eficácia e preferência na perícia forense, ela se assemelha à CG em termos de diversidade nas análises de amostras, influenciando muitos inquéritos policiais. Contudo, a perícia forense associa-se em várias situações como é no quadro a seguir (ALENCAR, et al, 2021).

**Tabela 3 - Cromatografia Líquida de Alta Eficiência, técnica e aplicação.**

CROMATOGRAFIA LÍQUIDA DE ALTA EFICIÊNCIA - CLAE	
USO	OBJETIVO
DETERMINAÇÃO DE DESIGNER DRUGS	DETERMINAR E QUANTIFICAR AMOSTRAS DE FENTANILA NO SANGUE, BILE E DO PULMÃO
DETERMINAÇÃO DE FÁRMACOS	DETERMINAÇÃO QUANTITATIVA DE FÁRMACOS EM MATRIZES ANALÍTICAS DE NATUREZA DIVERSAS
ANÁLISE DE COMPRIMIDOS DE ECSTASY	DETERMINAR E QUANTIFICAR METILENODIOXIMETANFETAMIA (MDMA) EM COMPRIMIDOS DE ECSTASY

Fonte: Elaborado pelo autor com base em (Alencar et al, 2021).

Após a análise da tabela 3, é possível identificar uma diversificação de amostra na técnica analítica de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência. As amostras incluem matrizes alternativas, drogas de abuso, sangue, urina e lavado gástrico, que ajudam a perícia em inquéritos. Artigos revisados mostram que as análises mais comuns nos laboratórios forenses são de fármacos e designer drugs.

De acordo com a pesquisa de (BULCÃO apud ALENCAR, 2021) a detecção e quantificação de amostras de fentanila no sangue, bile e pulmão foi feita através de amostras biológicas com um sistema de separação e identificação por CLAE, devido à sua sensibilidade e escassez das amostras analisadas.

Já, outra pesquisa de ORTIZ, citada por ALENCAR (2021), utilizou métodos de CLAE para detectar sildenafil e tadalafila em amostras humanas, sendo comum em exames periciais contra contrabando e falsificação de medicamentos. Os resultados mostraram variações nos percentuais dos fármacos, algumas amostras apresentando menos de 60% do que o rotulado. Concluiu-se que essas amostras eram de baixa qualidade ou falsificadas, atendendo a padrões ilegais segundo a legislação brasileira.

A espectrometria de massas (EM) é uma técnica valiosa que transforma moléculas em íons na fase gasosa. Esses íons são separados por um espectrômetro de massa segundo a razão massa-carga. A técnica ajuda a entender a estrutura molecular e os mecanismos de reações em análises toxicológicas (ALENCAR et al, 2021).

SKOOG apud ALENCAR, 2021 destaca que a espectrometria de massa é uma ferramenta analítica que se destaca no campo científico, pois fornece informações precisas sobre a composição de amostras, estruturas de moléculas e relações isotópicas de átomos em amostras complexas.

A espectrometria de massa, usada em análises toxicológicas, melhora a eficiência dos resultados, especialmente quando combinada com técnicas cromatográficas. Isso facilita as investigações policiais em nível civil e federal, sendo cada vez mais adotada pela perícia forense. Dessa maneira, a perícia forense busca associá-la em inúmeras situações como é relatado no quadro a seguir (ALENCAR et al, 2021).

**Tabela 3 - Espectrometria de Massa, técnica e aplicação.**

ESPECTROMETRIA DE MASSA - EM	
USO	OBJETIVO
DETERMINAÇÃO DE CANABINOIDES	CONFIRMAR A PRESENÇA DE CANABINOIDES PRESENTES NA PLANTA
DETERMINAÇÃO DE DESIGNER DRUGS	DETECTAR E IDENTIFICAR DETERMINADAS DROGAS ESPECÍFICAS ATRAVÉS DE AMOSTRAS DE PLASMA E URINA
DETERMINAÇÃO DE FÁRMACOS	IDENTIFICAR AS SUBSTÂNCIAS PRESENTES EM FÁRMACOS ESPECÍFICOS

Fonte: Elaborado pelo autor com base em (Alencar et al, 2021).

Após a análise da tabela 3, é possível identificar variações de amostras que podem ser analisadas através dessa técnica. A pesquisa de BORDIN, citado por ALENCAR (2021), envolve a detecção e quantificação de canabinoides em plantas semelhantes à Cannabis sativa. O estudo foi realizado por meio da elaboração de uma solução contendo quarenta tipos de plantas com características fenotípicas semelhantes, presentes no acervo do laboratório de farmacognosia da Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas).

As drogas projetistas, como a clorofenilpiperazina (CPP), podem ser analisadas pela EM, segundo a pesquisa de (LANARO apud ALENCAR, 2021). A polícia civil apreendeu comprimidos com essa substância, identificada por separação com técnicas cromatográficas e espectroscopia de massa.

## CONCLUSÃO

Este estudo destaca a atuação do biomédico na toxicologia forense, evidenciando sua importância na identificação de substâncias tóxicas em materiais biológicos. Por meio de técnicas laboratoriais e análises precisas, o biomédico contribui para a produção de laudos fundamentais à investigação de crimes. A toxicologia forense permite detectar agentes químicos e biológicos que possam ter causado danos ao organismo, enquanto a biomedicina oferece suporte com conhecimentos de genética e biologia molecular, colaborando na análise de vestígios presentes em vítimas, suspeitos ou cenas de crime. A interação entre

essas áreas fortalece a produção de evidências científicas e o esclarecimento de delitos, sendo essencial para o avanço da justiça e da verdade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR et al. Toxicologia forense: um estudo bibliográfico sobre as técnicas relacionadas a química analítica aplicadas em investigações criminais. **Revista Brasileira de Criminalística**, v.11, n.01, p. 59-64, 2022.

CAVALCANTI, Rafael Christofoli. Espectrometria de massa acoplada à cromatografia líquida e gasosa: sua aplicação nas ciências forense. **Revista Científica Acta de Ciências e Saúde**. Brasília/DF, v.01, n.05, 2016.

CARVALHO, J.L. Cadeia de custódia e sua relevância na persecução penal. **Brazilian Journal Of Forensic Sciences, Medical Law And Bioethics** 5(4), 371-382, 2016.

CRBM3 - Conselho Regional de Biomedicina 3ª região. Perícia Criminal é área promissora para biomédico. Goiânia: CRBM3; 2019.

FERREIRA, Adriana Guedes. Química forense e técnicas utilizadas em resoluções de crime. **Revista Científica Acta de Ciências e Saúde**. Brasília/DF, v.02, n.05, 2016.

HENGLES, Gabriela Milanez; SANTOS, Cleberson Williams. A técnica de cromatografia a gás adequada para fins investigativos de análises forenses. Centro de Pós-Graduação e Pesquisa Oswaldo Cruz, [s.d.].

JESUS, Samantha Stanco.; SILVA, Daniel Sachs. Toxicologia Forense e sua importância na Saúde Pública. **Revista: Ibero – Americana de Humanidades, Ciências e Educação**. São Paulo, v.7 n.7. jul. 2021.

JUSBRAZIL. Importância da perícia no local do crime na investigação criminal, 2025.

LOMBA et al. O uso de matrizes biológicas e testes analíticos presentes na Toxicologia Forense. **Revista Brasileira de Criminalística**, v.12, n.04, p. 88-102, 2023.

LOPES, Kátia Midori. Mathieu Orfila: O pai da toxicologia forense. **Revista: Revinter**, v.10, n.02. jun. 2017.

PERPETUO, Natacha Catarina Correia R. et al. Breve História da Toxicologia Vegetal: alguns usos das plantas tóxicas ao longo do tempo. **História da Ciência e Ensino Construindo interfaces**, v.20, 2019.

PIMENTA, Jailson Ricardo; FERREIRA, Antelmo de Souza. A Importância da Formação do Perito Criminal: Um Destaque para o Biomédico. 2019. v.27, n.01, p. 74-77. jun-ago. 2019.

PRITSCH. IC Toxicologia Forense: O estudo dos agentes tóxicos nas ciências forenses, **Revista Criminalística e Medicina Legal**. Curitiba – PR, v. 19-26, 2020.

RODRIGUES, MSM Atuação do biomédico na perícia criminal. Juiz de Fora, 2019. Dissertação (bacharelado em biomedicina) – Centro Universitário Presidente Antônio Carlos.

SANCHES, Ana Paula. Perícia Crimina I. UNIASSELVI, 2020.

SANTOS, Alice Alves; PACHECO, Clissiane Soares. Atuação do biomédico na toxicologia forense. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**. São Paulo, v.9, n.10. out. 2023.

SANTOS, A.E. As principais linhas da biologia forense e como auxiliam na resolução de crimes. **Revista Brasileira de Criminalística**. v. 7, n. 3, p. 12-20, 2018.

SWANSON, D.M.; HAIR, L.S.; RIVERS, S.R.S.; SMYTH, B.C.; BROGAN, S.C.; VENTOSO, A.D.; et al. Mortes envolvendo carfentanil e furanil fentanil: dois relatos de caso. **Journal of Analytical Toxicology**, v. 41, n. 6, p. 498-502, 2017.