



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS  
PROGRAMA DE EDUCAÇÃO TUTORIAL (PET – FARMÁCIA)  
TUTORA: Profa. Dra. Leônia Maria Batista**

**2º Consultoria acadêmica – Disciplina: Toxicologia**

**Bolsista: Lívia Roberta Pimenta Souza – Graduanda do 4º período**

**Orientador: Prof. Dr. Sócrates Golzio dos Santos ([orcid.org/0000-0002-8458-8731](https://orcid.org/0000-0002-8458-8731))**

**O uso de fios de cabelo como amostra para análise e identificação de substâncias tóxicas**

**1. Justificativa**

A análise química é utilizada para diversas finalidades, como a verificação do uso de drogas em empresas, a identificação de substâncias consideradas ilícitas nos esportes, e a resolução de crimes e casos de suicídio. Nesse sentido, é necessário que a maioria das amostras sejam devidamente coletadas, armazenadas e estudadas em poucas horas com um rigoroso controle de qualidade. Desse modo, a utilização de cabelo para a realização das análises facilita o processo de identificação de substâncias, uma vez que a coleta dessa amostra é simples, não-invasiva, com pouca possibilidade de adulteração, sem a necessidade de cuidados especiais, a exemplo da refrigeração, e a capacidade de detecção de compostos após longo tempo (LIMA; SILVA, 2007).

**2. Histórico do uso do cabelo como amostra**

A utilização do cabelo para estudos toxicológicos iniciou-se por volta de 1858, quando ocorreu a detecção de arsênio em cadáveres sepultados por 11 anos. Nesse

contexto, devido à ausência de tecnologia capaz de identificar outros espécimes de compostos, até o começo da década de 50, o cabelo era usado apenas para avaliar a presença de metais pesados, tendo sua aplicação para investigações ampliada em 1945, no qual foi detectada uma substância da classe das anfetaminas. Após isso, o emprego de amostra de cabelo na área de análise toxicológica foi expandido para a descobertas de fármacos, como opioides, a partir de 1979 (GORDO, 2013).

### **3. Fisiologia e bioquímica capilar**

Ao analisar a fisiologia do cabelo, nota-se que ele está dividido em 2 porções: a parte localizada sob a epiderme é o folículo piloso e a parte exposta é a haste capilar. Toda a estrutura do cabelo está disposta em 3 camadas concêntricas formadas por colunas de células epiteliais queratinizadas, sendo a mais interna chamada de medula (responsável pelo volume capilar), a intermediária de córtex (com a função de resistência química e física) e a exterior de cutícula (a mais afetada por fatores químicos e físicos que promovem sua degradação) (DOMINGUES, 2015).

Com relação a composição bioquímica do cabelo, observa-se a predominância de proteínas, principalmente as formadas por aminoácidos tais como: cisteína, glicina, treonina, lisina, ácido aspártico e ácido glutâmico, podendo alcançar de 65% a 95% do total. Além disso, tem-se a presença de água, de 15% a 35%, lipídeos, de 1% a 9% e minerais, com cerca de 1% do total (COOPER, 2011).

### **4. Incorporação dos compostos ao cabelo**

A formação do fio de capilar tem 3 etapas consecutivas: anagênese, catagênese e telogênese. A primeira fase corresponde ao período de maior crescimento dos fios devido ao contato da raiz com os capilares sanguíneos que nutrem a região permitindo um acelerado processo de mitose. Na segunda etapa, ocorre a diminuição desse desenvolvimento e a raiz desprende dos capilares, impedindo a irrigação de sangue e nutrientes, e com isso o fio sobe para a superfície da cabeça. Por fim, a telogênese é considerada a fase repouso, isso porque o cabelo solta da derme e começa o nascimento de um novo fio no local (PRAGST; BALIKOVA, 2006).

Nesse sentido, a incorporação de substâncias ocorre principalmente na anagênese, por meio da difusão passiva que permite a passagem de componentes

tanto do sangue quanto dos tecidos circundantes para o fio capilar. Além disso, supõe-se que com o depósito de compostos que tenham afinidade com a estrutura capilar - como proteínas, lipídeos e melanina - facilite a fixação desses componentes ao cabelo, incluindo drogas e medicamentos. Os principais fatores que influenciam esse processo são: quantidade de melanina, hipofilicidade, basicidade, bem como características físicas e fisiológicas do indivíduo. Dessa forma, o cabelo abriga os compostos e os mantém quase inalterados, excluindo casos de uso excessivo de cosméticos ou de realização de procedimentos que degradam o fio capilar, como exemplo os alisamentos (BORDIN *et al*, 2015).

## **5. Procedimento analítico para análise de cabelo**

Inicialmente, o cabelo é coletado preferencialmente na região do vértice posterior da cabeça, pois é o local com menor influência do crescimento capilar, da idade, do sexo e é a área de menor impacto estético. A parte escolhida deve ser amarrada e cortada o mais próximo possível do couro cabeludo, sendo recolhido, para fins forenses, duas amostras. Em seguida, o cabelo é organizado em uma folha de alumínio e colocado em um envelope de coleta, dentro da sacola de provas, e enviado ao laboratório. O armazenamento deve ser em um local escuro, seco e na temperatura ambiente, e em casos de amostras com algum tipo de líquido, a exemplo sangue, elas devem ser secadas antes de armazenar (BOUMBA; ZIAVROU; VOUGIOUKLAKIS, 2006).

Além disso, a amostra deve passar por descontaminação a fim de eliminar resíduos como suor, poeira e cosméticos. Nesse processo, é utilizado solventes químicos, água, tampões aquosos e outros produtos a depender do nível de contaminação da amostra, podendo ser realizado diversas vezes essa etapa. Após isso, o cabelo passará por um procedimento extração, também chamado de digestão, que tem o objetivo de retirar substâncias passíveis de análise, sendo geralmente usados várias estratégias para que a maior quantidade de compostos seja extraída (BOUMBA; ZIAVROU; VOUGIOUKLAKIS, 2006).

Por fim, são utilizados métodos analíticos para a identificação dessas substâncias. As técnicas mais utilizadas são:

- A cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa em que o analito é colocado no cromatógrafo, tem seus componentes separados por coluna cromatográfica, entram no espectrômetro de massa, tem os íons gerados fragmentados e com a interação deles com o detector multiplicador de elétrons é produzida uma corrente elétrica que, após processamento gera um espectro de massa que corresponde ao composto detectado (OLIVEIRA; SILVA, 2021);
- A cromatografia líquida de alta eficiência acoplada à espectrometria de massa em que ocorre a separação dos constituintes da amostra, eluição dos solutos com base na polaridade, entrada dos constituintes no espectrômetro de massa, ionização, separação e por fim testagem com a finalidade de identificar os constituintes (OLIVEIRA; SILVA, 2021);
- É a eletroforese capilar que permite a separação dos constituintes por meio da imersão das extremidades de um capilar em uma solução tampão e aplicação de um campo elétrico que irá ser detectado por um aparelho e gerará um gráfico que será utilizado para cálculos específicos e assim será possível analisar várias substâncias em diversas matrizes (LIMA; SILVA, 2007; SPUDEIT; DOLZAN; MICKE, 2014).

## 6. Conclusão

Portanto, a partir do entendimento e validação das vantagens da análise com amostra de fios de cabelo, essa nova técnica deixou de ser usada apenas para detecção de metais pesados e tornou-se um método amplamente utilizado, principalmente na toxicologia forense. Isso porque o cabelo consegue incorporar substâncias e preservá-las devido a sua fisiologia, fazendo com que os compostos possam ser coletados e analisados mesmo após um longo tempo. Sendo assim, a amostra é recolhida, armazenada, descontaminada e passa por um processo de extração – que permite a análise e identificação de várias substâncias por meio do uso de variadas técnicas.

## 7. Referencias

LIMA, E. C.; SILVA, C. L. Cabelo como matriz analítica alternativa para a determinação de drogas de abuso. **NewsLab**, 2007.

GORDO, J. M. O. **O cabelo como amostra biológica em toxicologia forense: colheita, análise e áreas de aplicação**. Dissertação (Programa de Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2013.

COOPER, G. A. A. Hair testing is talking root. **Internacional Journal of Laboratory Medicine**, p. 516-530, 2011.

DOMINGUES, M. I. S. **Análise de cabelo – procedimentos e aplicações**. Dissertação (Programa de Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2015.

PRAGST, F.; BALIKOVA, M. A. State oh the hair analysis for detection of drug and alcohol abuse. **Clinica Chimica Acta, International Journal of Clinical Chemistry**, n. 370, p. 17-49, Set, 2006.

BORDIN, D. C. M. *et al.* Técnicas de preparo de amostras biológicas com interesses forenses. **Sci. Chrom.** v. 7, n. 2, p. 125-143, 2015.

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**, Set, 2021.

BOUMBA V. A.; ZIAVROU K. S.; VOUGIOUKLAKIS T. Cabelo como um indicador biológico de uso de drogas, abuso de drogas ou exposição crônica a tóxicos ambientais. **International Journal of Toxicology**, Mai, 2006.

SPUDEIT, D. A.; DOLZAN, M. D.; MICKE, G. A. Conceitos básicos em eletroforese capilar, *Scientia Chromatographica*, São Paulo, n. 4, p. 287-297, 2014.

PET-Farmácia UFPB