

## RESUMO DE ARTIGOS CIENTÍFICOS SOBRE A QUÍMICA FORENSE

A. L. FILHO<sup>1</sup>; G. N. BERNARDO<sup>2</sup>; G. A. FREITAS<sup>3</sup>; J. P. PASSOS<sup>4</sup>;  
K. M. RODRIGUES<sup>5</sup>; L. A. JUSTO<sup>6</sup>; D. A. R. CASTRO<sup>7</sup>.

<sup>1</sup>Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Brasil, [derp2007.am@gmail.com](mailto:derp2007.am@gmail.com)

<sup>2</sup> Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Brasil

<sup>3</sup>Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Brasil

<sup>4</sup>Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Brasil

<sup>5</sup>Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Brasil

<sup>6</sup>Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Brasil

<sup>7</sup>Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Brasi

A química forense é essencial para as investigações criminais e possui um enorme potencial educacional. Este estudo visa mostrar a relevância das técnicas analíticas na resolução de crimes, além de identificar práticas pedagógicas que estimulem o pensamento crítico. A revisão da literatura mostrou que há contribuições para a justiça, educação e Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, com foco nos setores de ensino, saúde e inovação.

**Palavras-chave:** Química Forense; Investigação Criminal; Práticas Pedagógicas; Pensamento Crítico; Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

Forensic chemistry is essential for criminal investigations and has enormous educational potential. This study aims to demonstrate the relevance of analytical techniques in solving crimes, as well as to identify pedagogical practices that stimulate critical thinking. A literature review showed contributions to justice, education, and the Sustainable Development Goals, focusing on the education, health, and innovation sectors.

**Keywords:** Forensic Chemistry; Criminal Investigation; Pedagogical Practices; Critical Thinking; Sustainable Development Goals.

### INTRODUÇÃO

A Química Forense é uma área essencial que une a ciência analítica ao sistema de justiça para a resolução de crimes e produção de provas periciais. Para estudantes em início de graduação, compreender essa aplicação prática ajuda a enxergar o impacto real da futura profissão. Além de sua relevância técnica, como na análise de resíduos de disparos de armas de fogo, o tema possui um grande potencial pedagógico ligado ao movimento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). Essa abordagem contextualizada afasta o ensino da mera memorização de fórmulas, utilizando simulações de cenas de crime para engajar alunos e estimular o pensamento crítico.

Mapear a crescente literatura científica sobre o assunto, no entanto, exige soluções tecnológicas. É

nesse ponto que a engenharia se faz presente através do Processamento de Linguagem Natural (PLN) e do uso de algoritmos como a Alocação Latente de Dirichlet (LDA). Essas ferramentas automatizam a análise de grandes volumes de dados textuais para identificar padrões e eixos temáticos com precisão. Além disso, conectar a ciência forense a debates atuais, como os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU e a equidade de gênero nas ciências exatas, reforça o papel da ciência no desenvolvimento social e inclusivo.

O objetivo deste trabalho é realizar um mapeamento sistemático e automatizado da produção científica recente sobre Química Forense utilizando programação em Python. Com isso, busca-se identificar as principais tendências da literatura, analisar a inserção do tema no ensino CTS e

compreender suas conexões com as metas da Agenda 2030 e o perfil de gênero dos autores da área.

### MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa combina duas abordagens: Uma revisão tradicional da literatura e uma análise automatizada de dados textuais através de ferramentas de Processamento de Linguagem Natural. O trabalho foi feito em três etapas fundamentais.

As etapas em questão são apresentadas nas ilustrações e na tabela abaixo:



**Figura 1.** Métodos Utilizados.

**Tabela 1.** Comparação de Métodos.

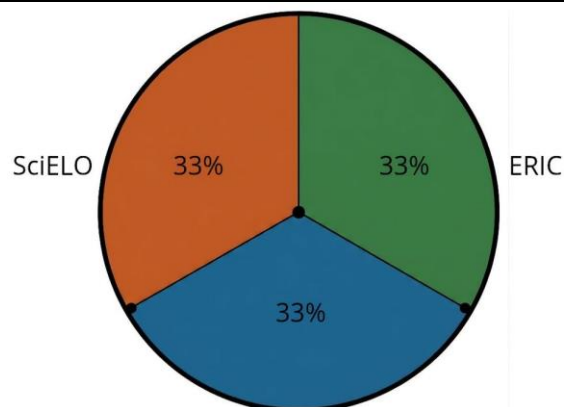
| Característica | Revisão Tradicional          | Análise Automatizada (PLN)         |
|----------------|------------------------------|------------------------------------|
| Velocidade     | Devagar/Manual               | Rápido/Automático                  |
| Alcance        | Limitado a poucos documentos | Grande volume de dados             |
| Profundidade   | Alta/Subjetiva               | Variável/ Baseada em padrões       |
| Precisão       | Depende do especialista      | Consistente/ Baseada em algoritmos |
| Custo          | Alto (tempo)                 | Investimento inicial em tecnologia |

#### 1 Seleção dos Artigos:

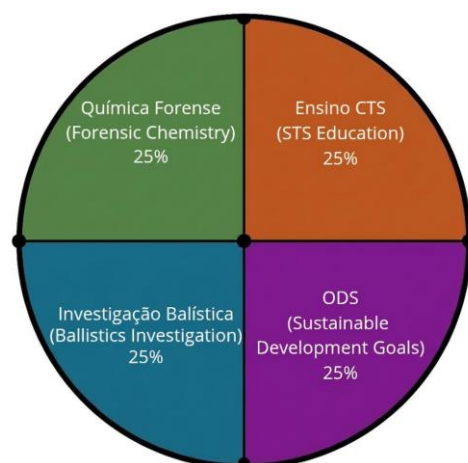
A busca pelos artigos foi feita em três grandes bases de dados acadêmicas: SciELO, Portal de Periódicos da CAPES e ERIC. O foco foi selecionar estudos publicados principalmente entre 2010 e 2025.

Para encontrar os textos, cruzamos palavras-chave estratégicas tanto em português quanto em inglês: "Química Forense" (Forensic Chemistry), "Investigação Balística" (Ballistic Investigation), "Ensino CTS" (STS Education) e "Objetivos de Desenvolvimento Sustentável" (Sustainable Development Goals).

Os gráficos a seguir mostra a porcentagem de cada dado e fonte que foi utilizada para a obtenção de conteúdo:



**Figura 2.** Distribuição por Bases de Dados.



**Figura 3.** Cruzamento de Palavras-chave (Eixos).

Só entraram na pesquisa os artigos que passaram por revisão de outros cientistas, que estavam disponíveis para leitura completa e que tratavam diretamente de química forense na perícia, na educação ou no meio ambiente.

#### 2 Análise Computacional e Divisão por Tópicos:

Depois de separar e juntar todos os artigos, usamos a linguagem de programação Python para limpar e organizar os textos. Essa limpeza envolveu tirar palavras que não agregam sentido (como "e", "de", "com", as chamadas stopwords) e padronizar os termos para sua forma raiz.

Com o texto limpo, aplicamos um modelo estatístico chamado Alocação Latente de Dirichlet (LDA). Esse algoritmo lê os textos e agrupa as palavras que costumam aparecer juntas, o que nos ajudou a identificar automaticamente os 5 grandes assuntos (eixos temáticos) mais discutidos na área. Por fim, olhou-se também para o perfil dos autores para mapear a quantidade de homens e mulheres publicando em cada setor.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise do algoritmo LDA mostrou que a Química Forense vai muito além do laboratório de crimes, funcionando como uma ponte importante para debates sociais e para a sala de aula.

### O Lado da Perícia: Balística e Análise de Crimes

Os artigos analisados confirmam que a tecnologia mudou a cara da investigação criminal. O grande foco da literatura está na eficiência de métodos para identificar resíduos de tiros (GSR) e analisar projéteis de armas de fogo.

A seguir estão algumas das técnicas utilizadas e a forma de suas aplicações:

| Nome da Técnica                                                               | Aplicação                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 - Espectroscopia no Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR ou FTI) | Utilizada na caracterização de compostos orgânicos presentes em pólvoras, resíduos de disparo (GSR) e tintas. |
| 2 - Métodos de Imagem Tridimensional (3D)                                     | Permite comparar marcas de estriamento e impactos com alta precisão.                                          |
| 3 - Cromatografia Líquida (HPLC ou LC)                                        | Análise de resíduos orgânicos da pólvora e aditivos usados na fabricação de munições.                         |

**Figura 4.** Técnicas e Aplicações em Análise Forense.

Os estudos apontam que os testes químicos antigos, que apenas mudavam de cor e podiam errar feio, estão sendo substituídos por técnicas avançadas como a Espectrometria de Massas e os Scanners 3D. Essas tecnologias conseguem reconstruir a cena do crime digitalmente e identificar substâncias com total precisão. Isso diminui a chance de erros judiciais e entrega provas muito mais robustas para os tribunais.

Na ilustração a seguir, são mostradas as formas de

## CONCLUSÃO

Em suma, através deste trabalho, ficou claro que a Química Forense não só se estabelece como uma área técnica essencial para desvendar crimes relacionados a balística e outras questões forenses, mas também desempenha um papel fundamental na educação e formação de cidadãos críticos. A pesquisa confirmou que, ao integrar tópicos de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) no ensino, a Química Forense pode realmente engajar os alunos de uma maneira nova e empolgante. As práticas laboratoriais, ligadas a investigações criminais, promovem um aprendizado ativo que vai além do modelo tradicional de ensino, incentivando a curiosidade científica e o desenvolvimento do pensamento crítico.

Além disso, a conexão da Química Forense com questões de saúde pública e a justiça social, incluindo

atuação de um especialista e perito:



**Figura 5.** Etapas da Aplicação de Técnicas em Balística Forense.

### O Lado da Escola: O Ensino de Química Mais Prático (CTS)

Na parte educacional, os dados deixam claro que usar o tema da investigação criminal no Ensino Médio funciona muito bem. Essa estratégia faz parte do movimento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), que tenta tirar a química daquela decoreba de fórmulas e ligá-la com o mundo real.

Atividades práticas como oficinas para extrair DNA, simulação de cenas de crime, jogos de interpretação e estudos de casos reais ajudam a prender a atenção dos alunos. Quando o estudante tenta resolver um "mistério", ele acaba desenvolvendo o pensamento crítico e entende que a ciência serve para resolver problemas reais da sociedade e da justiça.

### Relação com a Agenda 2030 (ONU) e Desigualdade de Gênero nas Exatas

Um dos pontos centrais da discussão foi ligar a Química Forense com as metas globais da ONU, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

a redução das desigualdades de gênero, mostra como essa área pode contribuir não apenas para um sistema de justiça mais eficiente, mas também para a promoção de uma educação mais inclusiva.

A tabela abaixo, mostra e exemplifica as sínteses e os resultados da pesquisa:

| Dimensão                   | Conclusões (O que se comprovou)                                                                                    | Resultados Obtidos (O impacto prático)                                                                                                          |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Pedagógica & Metodológica  | A integração da abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) no ensino de Química Forense é altamente eficaz.   | • Engajamento renovado e empolgante dos estudantes.<br>• Rompimento com o modelo tradicional de ensino.                                         |
| Desenvolvimento Estudantil | Práticas laboratoriais baseadas em investigações criminais estimulam o protagonismo do aluno.                      | • Promoção de um aprendizado ativo.<br>• Estimulo direto à curiosidade científica e ao pensamento crítico.                                      |
| Técnico-Científica         | A Química Forense é uma área técnica indispensável para a resolução de crimes (como balística e outras perícias).  | • Fortalecimento e validação do papel da ciência no suporte ao sistema de justiça.                                                              |
| Social & Inclusiva         | A disciplina se conecta diretamente com a saúde pública, a justiça social e a redução das desigualdades de gênero. | • Contribuição para a formação de cidadãos conscientes.<br>• Promoção de uma educação mais inclusiva e de um sistema de justiça mais eficiente. |

**Figura 6.** Síntese de Conclusões e Resultados.

---

## AGRADECIMENTOS

É com imensa gratidão que este texto é dedicado ao exímio profissional Douglas Alberto Rocha de Castro, que fez propaganda sobre a importância dessa revista.

## REFERÊNCIAS

(Artigo de Revista): RODRIGUES, Flávio Leite. Química forense, CTS e objetivos de desenvolvimento sustentável: conexões para o ensino de ciências. Periódicos Brasil: Pesquisa Científica, v. 4, n. 2, p. 332- 342, 2025. DOI:

<https://doi.org/10.36557/pbpc.v4i2.391>. Disponível em: <https://doi.org/10.36557/pbpc.v4i2.391>. Acesso em: 27 maio 2026.

(Link CAPES 1): COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR (CAPES). Portal de Periódicos CAPES: acervo e buscador. ID:

W2099881254. Disponível em: <https://www.periodicos.capes.gov.br/index.php/acervo/buscaador.html?task=detalhes&source=all&id=W2099881254>. Acesso em: 27 maio 2026.

(Link CAPES 2): COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR (CAPES). Portal de Periódicos CAPES: acervo e buscador. ID:

W4226433448. Disponível em: <https://www.periodicos.capes.gov.br/index.php/acervo/buscaador.html?task=detalhes&source=all&id=W4226433448>. Acesso em: 27 maio 2026.