AVANÇOS TECNOLÓGICOS NA ANÁLISE DE DNA FORENSE EM CASOS DE VIOLÊNCIA SEXUAL

Clara Beatriz dos Santos Soares, Lavínia Costa Castilho, Mariana Umbelino, Matheus Salgado de Oliveira, Thelmo Monteiro Rolin de Oliveira.

Colégio Técnico Antônio Teixeira Fernandes (Univap), Travessia João Friggi, Jardim São Dimas – 12245-020 - São José dos Campos-SP, Brasil, clara.bia2008@gmail.com, eulaviniacostaaa@gmail.com, marianaumbelino73@gmail.com, matheus.salgado@univap.br, thelmo@univap.br.

Resumo

A violência sexual constitui uma grave violação dos direitos humanos e representa um desafio para a investigação criminal, especialmente pela dificuldade na obtenção e interpretação de vestígios biológicos. Nesse contexto, a genética forense destaca-se como ferramenta para a identificação de envolvidos e o esclarecimento de crimes por meio da análise de DNA. O presente trabalho teve como objetivo analisar os avanços tecnológicos aplicados ao DNA forense em casos de violência sexual, com enfoque em técnicas como Y-STR, Mini-STR, Sequenciamento de Nova Geração e genotipagem probabilística. Foi realizada uma pesquisa quantitativa e descritiva, por meio de questionário eletrônico com 11 questões, aplicado a 49 participantes. Os dados foram analisados por frequências e porcentagens, buscando identificar o conhecimento e a percepção dos participantes sobre o DNA forense e seus avanços tecnológicos. Os resultados evidenciam a importância dessas tecnologias na identificação e interpretação de vestígios biológicos, contribuindo para maior precisão e confiabilidade na investigação de crimes de violência sexual.

Palavras-chave: Genética forense. DNA. Violência sexual. Identificação humana. Investigação criminal.

Área do Conhecimento: Técnico em Análises Clínicas.

Introdução

A violência sexual constitui uma grave violação dos direitos humanos e representa um desafio para a investigação criminal, especialmente pela dificuldade na obtenção e interpretação de vestígios biológicos (Costa; Reis, 2023). Nesse contexto, a genética forense destaca-se como importante ferramenta para a identificação humana e o esclarecimento de crimes por meio da análise de DNA (Batista *et al*., 2024). Entretanto, a análise genética pode ser prejudicada pela quantidade reduzida, degradação ou mistura dos materiais biológicos. Segundo Couto *et al*. (2021), o tempo decorrido entre a ocorrência da violência e o atendimento da vítima pode influenciar a recuperação dos vestígios. Essas limitações tornam necessário o desenvolvimento de técnicas capazes de aumentar a obtenção e a interpretação de perfis genéticos. Diante disso, tecnologias como Y-STR, Mini-STR, Sequenciamento de Nova Geração e genotipagem probabilística vêm sendo utilizadas para aprimorar a análise de amostras complexas. Assim, este trabalho teve como objetivo analisar os avanços tecnológicos aplicados à análise de DNA forense em casos de violência sexual, bem como a percepção da população sobre a importância dessas tecnologias para a investigação criminal.

Metodologia

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa quantitativa, descritiva e de caráter exploratório, realizada por meio de questionário eletrônico. Participaram voluntariamente 49 pessoas, selecionadas por amostragem não probabilística por conveniência. O instrumento foi elaborado no Google Forms e composto por 11 questões, sendo a primeira referente à faixa etária dos participantes; as questões 2 a 4 abordaram o conhecimento sobre a utilização de vestígios biológicos e do DNA na investigação de casos de violência sexual; as questões 5 a 8 trataram da importância da coleta de

vestígios, da localização de materiais não perceptíveis a olho nu, da possibilidade de obtenção de informações em materiais degradados e dos principais desafios da perícia; as questões 9 e 10 avaliaram a percepção sobre a contribuição de novas tecnologias para o esclarecimento de casos de violência sexual e sobre a confiabilidade das provas científicas apresentadas à Justiça; e a questão 11 abordou a importância atribuída à tecnologia e à perícia científica nesse tipo de investigação. A coleta de dados ocorreu entre os dias 14 e 21 de agosto de 2026, por meio da divulgação do questionário em redes sociais. Após o encerramento da coleta, as respostas foram organizadas e analisadas por estatística descritiva, considerando a frequência absoluta e a porcentagem das respostas obtidas. Os resultados das questões 9 e 10 foram posteriormente apresentados por meio de gráficos, permitindo a análise da percepção dos participantes acerca da aplicação do DNA forense e de suas tecnologias na investigação criminal.

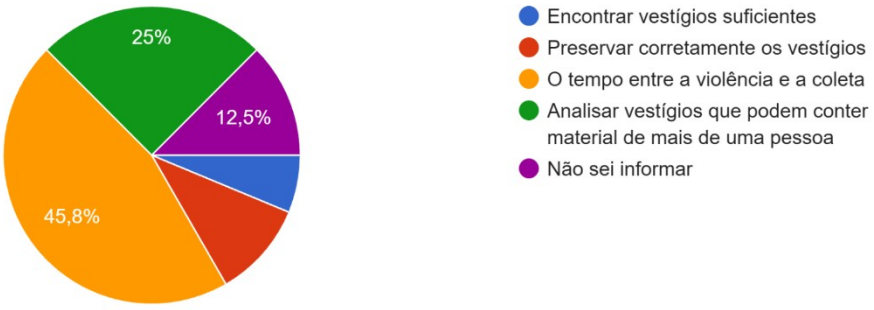
O presente estudo seguiu estritamente os preceitos éticos estabelecidos pela Resolução nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde (CNS). De acordo com o Art. 1º, parágrafo único, inciso I da referida norma, pesquisas de opinião pública com participantes não identificados não serão registradas nem avaliadas pelo sistema CEP/CONEP. Dessa forma, por garantir o anonimato total dos respondentes e se enquadrar nos critérios de dispensa de análise ética, a pesquisa prescindiu da submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa, mantendo-se em estrita conformidade com a legislação vigente.

Resultados

Os resultados obtidos por meio do questionário aplicado a 49 participantes demonstraram diferentes percepções sobre os desafios da perícia e a utilização de tecnologias na investigação de casos de violência sexual.

Os resultados apontaram que o principal desafio considerado pelos participantes está relacionado ao tempo entre a violência e a coleta, seguido de analisar vestígios que podem conter material de mais de uma pessoa (Figura 1).

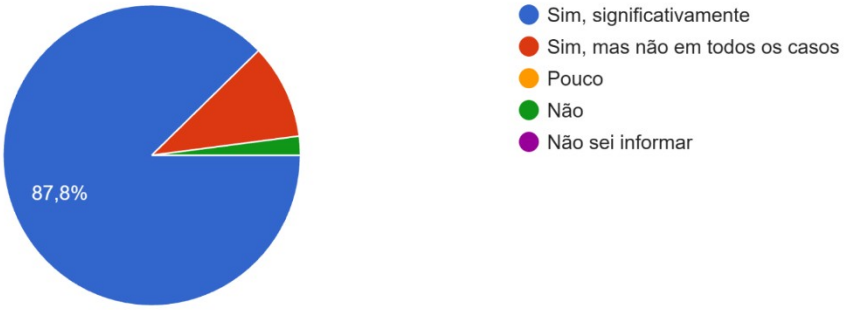
Figura 1 - Principais desafios para a perícia em casos de violência sexual.



Fonte: Autores (2026).

Observou-se que a maioria dos participantes, correspondente a 87,8%, considera que o desenvolvimento de novas tecnologias pode aumentar significativamente a capacidade da perícia de esclarecer casos de violência sexual (Figura 2).

Figura 2 - Percepção sobre o uso de novas tecnologias na perícia.



Fonte: Autores (2026).

Discussão

Os resultados obtidos evidenciam que a percepção pública identifica com precisão os desafios enfrentados na rotina da perícia forense, com destaque para a janela temporal da coleta (45,8%) e o enfrentamento de misturas biológicas complexas (25,0%). O fator tempo é crítico, pois fluidos corporais sofrem degradação ambiental acelerada por ação enzimática e microbiana, além da perda progressiva de material celular pelo decurso das horas pós-agressão (Arão, 2019; Couto *et al*., 2021). Amostras com DNA degradado frequentemente apresentam falhas na amplificação por PCR de fragmentos longos; nesse cenário, a introdução de *Mini-STRs*, cujos amplicons reduzidos não ultrapassam 150 pares de bases, torna viável a obtenção de perfis genéticos informativos a partir de matrizes celulares previamente inviabilizadas (Silva, 2018; Arão, 2019). Além disso, o desafio técnico imposto pelas misturas contendo alta proporção de material epitelial da vítima e traços reduzidos de espermatozoides do agressor encontra solução no uso dos marcadores do cromossomo Y (Y-STR) (Batista *et al*., 2024).

Portanto, o amplo reconhecimento dos participantes (87,8%) quanto ao impacto das novas tecnologias na elucidação dos crimes reflete o papel transformador da biologia molecular moderna no sistema de justiça criminal. A transição da análise convencional de STRs para plataformas integradas com sequenciamento de nova geração e modelagem probabilística eleva a sensibilidade analítica e confere segurança jurídica aos laudos periciais, consolidando a genética forense como garantidora de direitos e da justiça penal (Costa; Reis, 2023).

Dessa maneira, os resultados demonstram que os avanços tecnológicos na análise de DNA forense são percebidos como relevantes para o aprimoramento das investigações de violência sexual. A elevada concordância dos participantes quanto à contribuição dessas tecnologias reforça a importância de métodos capazes de superar limitações relacionadas à degradação e à mistura de amostras biológicas. Assim, técnicas como Mini-STR, Y-STR, Sequenciamento de Nova Geração e genotipagem probabilística podem contribuir para aumentar a qualidade das análises e fornecer informações mais precisas para a identificação de envolvidos e o esclarecimento dos casos.

Conclusão

Conclui-se que os avanços tecnológicos aplicados à análise de DNA forense apresentam importante contribuição para a investigação de casos de violência sexual, especialmente diante das limitações relacionadas à obtenção e interpretação de vestígios biológicos. A pesquisa também evidenciou a relevância da perícia científica para a identificação de envolvidos e para o fortalecimento das provas utilizadas na investigação criminal. Dessa forma, o desenvolvimento e a aplicação dessas tecnologias podem contribuir para análises mais precisas e confiáveis, reforçando a importância da genética forense na elucidação desses crimes.

Referências

ARÃO, G. O. L. e. **Banco de dados de perfis genéticos Y-específicos como ferramenta na investigação de crimes sexuais**. 2019. Dissertação (Mestrado em Genética) – Programa de Pós-Graduação Mestrado em Genética, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2019.

BATISTA, A. C. C. et al. Identificação genética: contribuição dos marcadores STR e dos bancos de perfis genéticos em investigações forenses. **Brazilian Journal of Forensic Sciences, Medical Law and Bioethics**, v. 12, n. 2, p. 105-124, 2024.

BLEKA, Ø. et al. The impact of probabilistic genotyping software on forensic DNA mixture interpretation. **Forensic Science International: Genetics**, v. 54, p. 102547, 2021.

BUCKLETON, J. et al. Probabilistic genotyping in forensic DNA analysis: current status and future perspectives**. Forensic Science International: Genetics**, v. 69, p. 103005, 2024.

DA COSTA, Altamiro Dias; REIS, Marcos Neemias Negrão. A IMPORTÂNCIA DA PROVA PERICIAL PARA O PROCESSO PENAL. Facit Business and Technology Journal, v. 1, n. 42, 2023.

COUTO, L. de O. et al. Perfil epidemiológico e médico legal das pessoas assistidas pelo Protocolo Humanizado de Atendimento às Vítimas de Violência Sexual (PHAVVS). **Brazilian Journal of Forensic Sciences, Medical Law and Bioethics**, v. 4, p. 1-15,

GILL, P. et al. Probabilistic genotyping and its application in forensic DNA interpretation. Forensic Science International: Genetics, v. 36, p. 52-63, 2018.

SILVA, G. do V. **Análise de marcadores forenses (STRs e SNPs) rotineiramente empregados na identificação humana utilizando sequenciamento de nova geração**. 2018. Dissertação (Mestrado em Química) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2018.