

Y-STR COMO FERRAMENTA NA RESPONSABILIZAÇÃO DO AUTOR DE CRIMES SEXUAIS

Beatriz Paiva Nogueira¹

Luiz Ricardo Monsores Alves²

Leonardo de Figueiredo Vilela³

Resumo

As técnicas desenvolvidas utilizando os STRs do cromossomo Y surgiram no meio forense como uma ferramenta de grande valia para identificação de perfis genéticos em casos de violência sexual. Os marcadores Y-STR são capazes de reconhecer determinadas partes deste cromossomo que é encontrado somente em DNA masculino, tornando possível a análise em condições onde o material feminino e masculino se encontram misturados por exemplo, facilitando e promovendo resultados mais fidedignos. Visto que o crime sexual é uma grave violação dos direitos humanos presente em qualquer sociedade e traz consigo inúmeras consequências individuais e coletivas o objetivo deste estudo foi demonstrar por meio de revisão de literatura como a utilização de marcadores genéticos do cromossomo y e técnica Y-STR em casos de crimes sexuais influenciam em sua resolução, na identificação de amostras e culpabilização dos responsáveis pelos atos. A metodologia utilizada foi de pesquisa qualitativa, envolvendo consulta em diversas plataformas e revistas como o PubMed, Elsevier e FSI Genetics. Após revisão do material selecionado foi possível constatar a utilidade dos marcadores e da técnica na investigação forense e o quanto são imprescindíveis novas abordagens e estudos para transpor possíveis barreiras relativas à técnica e manter os profissionais atualizados.

Palavras-chaves: Violência sexual. Identificação forense. Y-STR.

Y-STR AS A TOOL FOR ACCOUNTABILITY FROM THE AUTHOR OF SEXUAL CRIMES

¹Graduada em Biomedicina pelo UGB/FERP.

²Graduado em Biomedicina pelo UGB/FERP.

³Doutor e Mestre em Bioquímica pelo Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Abstract

Techniques developed using Y chromosome STRs have emerged in the forensic environment as a valuable tool for identifying genetic profiles in cases of sexual violence. Y-STR markers are able to recognize certain parts of this chromosome that is found only in male DNA, making it possible to analyze under conditions where female and male material are mixed for example, facilitating and promoting more reliable results. Since sexual crime is a serious violation of human rights present in any society and with numerous individual and collective consequences, the aim of this study is to demonstrate through literature review how the use of genetic and chromosomal markers and Y-STR technique in cases of sexual crimes can influence the resolution, identification of tests and blaming those involved in the acts. The methodology used was a qualitative research, involving consultation on various platforms and magazines such as PubMed, Elsevier and FSI Genetics. After reviewing the selected material, it was possible to note the usefulness of the markers and technique in forensic investigation and how much new approaches and studies are necessary to overcome possible barriers related to the technique and to keep professionals updated.

Keywords: Sexual violence. Forensic identification. Y-STR.

Introdução

A violência sexual é uma grave violação dos direitos humanos praticada de forma criminosa principalmente como estupro, que se define por constranger, intimidar e forçar alguém a ter conjunção carnal por meio de ameaças ou violência física e mental (STANGE, 2014; VILELA; LAGO, 2007). Essa violação está presente em qualquer sociedade, independente a barreiras de etnia, idade, sexo, classe social e meio socioeconômico em que a pessoa se encontra (STANGE, 2014; VILELA; LAGO, 2007). Entretanto, é possível observar uma grande prevalência de casos em que a vítima desses crimes é uma mulher ou menina e o responsável é um indivíduo do sexo masculino (DREZETT, 2003; PAULA, 2011; DELZIOVO *et al* 2018). No Brasil em 2018 foram registrados 66.041 estupros, com 180 casos por dia dos quais 81,8% das vítimas eram mulheres e 53,8% tinham até 13 anos (FÓRUM BRASILEIRO DE SEGURANÇA PÚBLICA, 2019).

Os crimes sexuais acarretam impactos à vida de quem os sofre, desde problemas na saúde física em casos de hematomas e feridas ou a transmissão de infecções sexualmente transmissíveis, fora a possibilidade de afetar também seus mecanismos psicológicos, modo de viver e se relacionar no meio social, gerando vergonha, medo de conviver e falar sobre o ocorrido (PAULA, 2012).

Dessa forma, constatar o DNA do autor de determinado crime sexual é de importância inegável para a condenação do indivíduo, pois na maioria das vezes essa constatação é suficiente como prova de autoria. Há a possibilidade de verificar a presença de espermatozoides, os quais podem ser encontrados no conteúdo vaginal da vítima, na região anal, na cavidade oral ou em vestígios deixados durante a agressão, levando a confirmação do ato sexual e ainda posterior identificação do agressor (COLLINS, 1964; PAULA, 2012). Entretanto existem casos nos quais a identificação espermática é impossível, seja pelo tempo decorrido entre o ato violento e o exame médico-legal, por casos de azoospermia, situação de total ausência de espermatozoides no sêmen, por pequena quantidade de material ou misturas com fluídos da vítima, que dificultam a comprovação do crime impossibilitando a separação e identificação do DNA do agressor. (PAULA, 2012; DANERI, 2008; POUCHKAREV, 1998).

A fim de encontrar uma solução foram desenvolvidas técnicas utilizando STRs do cromossomo Y para identificação de perfis genéticos dos perpetradores, pois se trata de marcadores que vão reconhecer apenas partes desse cromossomo específico só encontrado em DNA masculino (BARALDI, 2008; PAULA, 2012; STANGE, 2014). Dessa maneira, mesmo em casos de poucas células restantes do agressor e com grande maioria da amostra sendo feminina, é possível encontrar, separar e amplificar o material que pode servir como prova (ROEWER, 2009; PAULA, 2012). Essa possibilidade tem grande importância no que diz respeito a obtenção de melhores resultados para a verificação das queixas de crimes sexuais, por ser uma ferramenta que atua quando a análise convencional não é efetiva (SIBELLE *et al.* 2002; ROEWER, 2009; PAULA, 2012).

Apesar dos avanços proporcionados pela identificação e utilização do DNA facilitarem a comprovação do envolvimento de suspeitos e agregarem maior autenticidade a investigação, há também limitações para seu uso, como a falta de padronização de metodologias para pesquisa do cromossomo y. Visto que ele é herdado exclusivamente do pai e é composto por duas regiões homólogas ao cromossomo X capazes de se recombinar e uma que não sofre recombinação, na qual raramente vão existir mutações. Sendo assim, uma das maiores barreiras do emprego da técnica se dá pelo fato de indivíduos de uma mesma linhagem paterna apresentarem o mesmo padrão de DNA do cromossomo Y, com raras exceções (DOLINSKY e PEREIRA, 2007; ROEWER, 2009; STANGE, 2014). Para amenizar essa problemática e começar a transpor tal barreira a individualização até mesmo de parentes próximos da linhagem paterna por meio de rápidas mutações (RM) os Y-STRs vem sendo muito estudado nos últimos anos (BALLANTYNE *et al.*, 2012).

A abordagem e desenvolvimento de novas metodologias de investigação genética aplicadas a crimes de violência sexual é de suma importância para a diminuição do presente quadro de violência contra mulher, de modo que técnicas mais precisas e eficazes aumentam o número de casos finalizados com resultados confiáveis e transmite uma maior segurança para a vítima que faz denúncia de que ela será adequadamente investigada e em caso positivo devidamente comprovada. A produção de uma revisão que se baseie nessa temática se justifica pela relevância de trazer à tona o assunto, colocando em foco a realidade vivida onde se encontram os pontos fracos e que evidenciem o que é estudado a respeito para que se tenham melhores alternativas aos protocolos até então realizados. Sendo assim objetiva-se com o trabalho demonstrar por meio de revisão de literatura de que forma a utilização de marcadores genéticos do cromossomo y e técnica Y-STR, nos casos de crimes sexuais contra a mulher, pode influenciar em uma maior resolutividade dos mesmos.

Desenvolvimento

Y-STR

Além dos STR autossômicos são também utilizados os sexuais, principalmente o Y-STR (microssatélites do cromossomo Y), muito útil em identificação de autoria em casos de estupro, nos quais não é detectada a presença de espermatozoides e as células usadas para a extração de DNA são epiteliais transferidas dos dedos ou pênis do agressor, já que a técnica objetiva localizar especificamente DNA masculino e nesses casos seria improvável detectar DNA do ofensor através de análises autossômicas, principalmente devido à presença em excesso de células femininas na amostra (PAULA, 2012; HENRY & SCANDRETT, 2019).

Essa distinção é possível por conta do estado haploide de grande parte do cromossomo Y e do fato de não apresentar muitas recombinações, conseqüentemente o Y-STR se torna um marcador único transmitido pelas gerações masculinas da mesma família e é capaz de identificar se determinado indivíduo faz ou não parte de uma linhagem familiar (PAULA, 2012; STANGE 2014; ARAUJO, 2017).

O Banco de Dados de Referência dos Haplotipos do cromossomo Y (YHDR – do inglês *Y-STR Haplotype Reference Database*) determinou 11 loci Y-STR altamente variáveis para análise forense do cromossomo Y. São eles as frequências parciais ou mínimas (DYS19, DYS389I, DYS389II, DYS390, DYS391, DYS392, DYS393, DYS385ab) e os haplótipos estendidos (frequências mínimas acrescidas dos microssatélites DYS438 e DYS439). Atualmente os kits mais utilizados na rotina de análises forenses são Powerplex® Y System (Promega Corporation) e AmpFISTR® YFiler® PCR amplification kit (Applied Biosystems™, Foster City California) (WILLUWEIT & ROEWER, 2007; SILVA, 2011; ARAUJO, 2017).

A sensibilidade, especificidade e exatidão do teste genético avaliando marcadores Y-STR foram evidenciadas em um estudo feito por Stange (2014), no qual o objetivo era identificar DNA proveniente de material masculino em amostras de

mulheres vítimas de violência sexual. Utilizando, além dos marcadores, as técnicas de PCR e análise em gel. Foram identificadas 19 amostras promissoras para genotipagem mesmo quando essas negativaram em resultados citológicos de presença de espermatozoides, considerados padrão ouro de análise, e testes de antígeno específico da próstata (PSA), comprovando assim a capacidade da análise em diminuir resultados falsos-negativos.

Além de Stange (2014) outros autores afirmam o sucesso dos Y-STR como marcadores úteis na identificação em crimes de estupro. Como por exemplo Paula (2014), McDonal *et al* (2015), Henry e Scandrett (2019). Nos três trabalhos é possível observar o uso dos Y-STRs para detecção de DNA masculino em casos de violência sexual onde não foi evidenciada a presença de sêmen pela técnica de citologia de espermatozoides.

Paula (2014) constatou que “a utilização de Y-STRs é uma ferramenta poderosa para identificação da autoria” em casos sem a presença de espermatozoides e que é muito válido implementar essa técnica na rotina dos laboratórios de genética forense. Após a execução das técnicas foi verificada a presença de DNA masculino em 65 das 150 amostras utilizadas na pesquisa, correspondendo a 43% dos casos analisados. Além de constatar a importância dos marcadores o trabalho em questão mudou a rotina do Instituto de Pesquisa de DNA Forense da Polícia Civil do Distrito Federal após apresentação dos resultados, pois normalmente as amostras com resultados negativos não seguiriam para análise genética.

Henry e Scandrett (2019) fizeram uma pesquisa de eficiência do YFiler® Plus PCR amplification kit, comparando-o com o seu antecessor AmpFISTR Yfiler®. Os resultados obtidos mostraram superioridade do kit YFiler® Plus PCR amplification, perfis de DNA encontrados em 50% das 104 amostras negativadas para presença de sêmen e o kit ainda foi capaz de identificar mais de um contribuidor nas amostras com misturas de DNA masculino.

Corroborando com os autores citados a investigação desenvolvida por McDonald *et al* (2015) comprovou a presença de pelo menos uma amostra com três

ou mais alelos Y-STR em 30% dos 47 casos analisados e 21% com pelo menos uma amostra de dez ou mais alelos Y-STR. Foram apresentados ainda dois exemplos de casos. O primeiro, uma mulher de dezenove anos alegando violência sexual com os dedos, o material foi coletado 8 horas após o ocorrido sem presença de espermatozoides, após análise genética de Y-STR foram registrados 0.0045 ng/ml de DNA masculino com perfil completo de Y-STR. Enquanto o segundo se trata de uma adolescente de 15 anos alegando violência com penetração vaginal e anal, o material foi coletado 48 horas após o incidente sem presença de espermatozoides, com defecação e banhos durante a janela de tempo e resultado positivo para um perfil parcial de Y-STR de 16 alelos correspondente com o suspeito.

RM Y-STR

A utilização de marcadores do cromossomo Y na investigação forense traz muitos benefícios, principalmente para identificação e separação das amostras de perfis genéticos masculinos que podem ser observados e usados como prova de crimes sexuais. Entretanto os kits usualmente utilizados de marcadores Y-STR possuem a desvantagem de na maioria das vezes não serem capazes de distinguir indivíduos relacionados de uma mesma linhagem paterna (BOATTINI *et al*, 2016). A fim de superar essa limitação surgiram os rapidly mutating Y-STR (RM Y-STR) que de acordo com Fernandes (2016), são considerados “futuro da análise forense dos Y-STRs” pois se espera a partir desses marcadores conseguir discriminar o material genético de homens biologicamente relacionados e aumentar ainda mais o poder discriminatório entre pessoas de diferentes linhagens genéticas.

Isso se deve ao fato de os RM Y-STR terem sido observados em estudos como de Ballantyne *et al* (2010), no qual em 13 marcadores moleculares do cromossomo Y foi observada uma taxa de mutação muito superior aos demais até então conhecidos, o que justifica a nomenclatura atribuída aos 13 marcadores de mutações rápidas Y-STR. Continuando nessa área Ballantyne e colaboradores em 2012 chegaram a

constatar uma ampla taxa de separação de pessoas de mesma linha parental, em que analisaram 156 parentes e obtiveram 66% de diferenciação, sendo 50% entre pais e filhos, 60% entre irmãos e 75% entre primos de primeiro grau e ainda extrapolando para afirmar que a diferença só aumentaria com o afastamento da relação genética, um resultado muito superior ao que se era encontrado na utilização de Y-STR convencionais que ao todo diferenciaram 15% dos parentes masculinos em qualquer nível de proximidade.

Considerações Finais

Considerando a revisão de literatura feita e o principal objetivo deste trabalho, de demonstrar por meio de revisão de literatura como a utilização de marcadores genéticos do cromossomo y e técnica Y-STR, nos casos de crimes sexuais, influencia em sua resolução, na identificação de amostras e culpabilização dos responsáveis pelos atos, conclui-se que a violência sexual contra mulher é um grave problema social que apesar de altamente condenável não é facilmente comprovado e por vezes casos desses crimes ficam em aberto ou são indeferidos por falta de provas que sustentem a denúncia, o que culmina em diversas consequências a curto e longo prazo. Isso acontece por alguns fatores, dentre eles a dificuldade na obtenção de materiais que comprovem o relatado e coloquem os principais suspeitos na cena do crime, desta forma uma das maneiras de contribuir para transpor essa dificuldade é a utilização de técnicas mais aprimoradas e específicas da perícia forense que possam fornecer as informações necessárias para a culpabilização dos responsáveis pelos atos.

Sendo assim, os Y-STRs possuem valor inquestionável para a investigação criminal, com capacidade de diminuir resultados falsos-negativos, principalmente em casos específicos nos quais as análises iniciais não apresentam resultados expressivos ou quando provas do ato criminoso não são encontradas por motivos como mistura de materiais femininos e masculinos, uso de preservativo ou demora na denúncia por exemplo. Para mais, foi possível constatar que apesar de existirem

algumas limitações o progresso no campo de análise genética traz cada vez mais estudos, pesquisas comparativas e novos kits, como a inclusão de marcadores RM Y-STR considerados potencialmente mais potentes para diferenciar até mesmo homens de uma mesma família e muito importantes para tornar as técnicas mais precisas e seguras fazendo o trabalho dos peritos criminais ser mais decisivo e categórico.

Referências

BALLANTYNE, K. N.; *et al.* Mutability of Y-Chromosomal Microsatellites: Rates, Characteristics, Molecular Bases, and Forensic Implications. **The American Journal of Human Genetics**. v. 87, p. 341–353, 2010.

BALLANTYNE, Kayne N.; *et al.* A new future of forensic Y-chromosome analysis: Rapidly mutating Y-STRs for differentiating male relatives and paternal lineages. **Forensic Science International: Genetics**. v. 6, p. 208–218, 2012.

BARALDI, Andréia M. **Utilização da técnica de identificação genética**: Panorama de realidade dos serviços oficiais de identificação brasileiros e a importância da atuação do cirurgião-dentista na equipe forense. 2008. Dissertação (Mestrado em ciências odontológicas.) Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

BOATTINI, A. Mutation Rates and Discriminating Power for 13 Rapidly-Mutating Y-STRs between Related and Unrelated Individuals. **PLOS ONE**. USA, v. 11, n. 11, 2016.

BOTSTEIN, D.; WHITE, R. L.; SKOLNICK, M.; DAVIS, R. Construction of a Genetic Linkage Map in Man Using Restriction Fragment Length Polymorphisms. **Am. J. hum. Genet.** v. 32, p. 314–331, 1980.

DANERI, R. A., *et al.* **Sexual abuse in children**. *Med Infant*, 2008, 15.4: 312-9.

DELZIOVO, Carmem Regina. *et al.* Violência sexual contra a mulher e o atendimento no setor saúde em Santa Catarina – Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, Florianópolis, v. 23, n. 5, p. 1687-1696, 2018.

DOLINSKY, Luciana C.; PEREIRA Lissiane M. C. V. Dna forense artigo de revisão. **Saúde & Ambiente em Revista**. v. 2, n. 2, p. 11-22, Duque de Caxias, RJ, 2007. Disponível em: <https://www.biologia.bio.br/curso/2%C2%BA%20per%C3%ADodo%20Faciplac/Gen>

%C3%A9tica/DNA%20forense_artigo%20de%20revis%C3%A3o.pdf acesso em: 15 de setembro de 2019.

DREZETT, Jefferson; *et al.* Influência do exame médico-legal na responsabilização do autor da violência sexual contra adolescentes. **Rev Bras Crescimento Desenvolvimento Hum.** V. 21, n. 2, p. 189-197, 2011.

FBI. Federal bureau investigation. **CODIS.** 2019 Disponível em: <https://www.fbi.gov/services/laboratory/biometric-analysis/codis> acessado em: 29 de outubro de 2019.

FÓRUM BRASILEIRO DE SEGURANÇA PÚBLICA. **Anuário Brasileiro de Segurança Pública:** 2019.

FÓRUM BRASILEIRO DE SEGURANÇA PÚBLICA. **Percepção sobre violência sexual e atendimento a mulheres vítimas nas instituições policiais.** 2016.

HENRY, J.; SCANDRETT, L. Assessment of the Yfiler® Plus PCR amplification kit for the detection of male DNA in semen-negative sexual assault cases. **Science & Justice.** Austrália, 2019.

JEFFREYS, A., WILSON, V. & THEIN, S. Hypervariable 'minisatellite' regions in human DNA. **Nature.** v. 314, p. 67–73, 1985.

MCDONALD, A. Y-STR analysis of digital and/or penile penetration cases with no detected spermatozoa. **Forensic Science International: Genetics.** v. 15, p. 84–89, 2015.

NÓBREGA, J. M.; SILVA, I. C. R. **Aplicação de técnicas de engenharia genética relacionadas à biociência forense.** Disponível em: <
<http://www.cpgls.pucgoias.edu.br/6mostra/artigos/SAUDE/JANINE%20MACHADO%20NÓBREGA%20E%20IZABEL%20CRISTINA%20RODRIGUES%20DA%20SILVA>.pdf acesso em: 20 de setembro de 2019.

PAULA, Karla Angélica Alves de. **Análise molecular com y-strs em amostras biológicas sem espermatozoides coletadas de vítimas de estupro.** 2011. Dissertação (Mestrado em ciências Genômicas e Biotecnologia) – Universidade Católica de Brasília -UCB, Brasília, 2012.

POUCHKAREV, V. P.; SHVED, E. F.; NOVIKOV, P. I. **Sex determination of forensic samples by polymerase chain reaction of the amelogenin gene and analysis by capillary electrophoresis with polymer matrix.** Electrophoresis, 1998, 19.1: 76-79.

ROEWER, Lutz. Y chromosome STR typing in crime casework. **Forensic Sci Med Pathol.** v. 5, p. 77–84, Berlin, 2009.

RUIZ, K. P. N. **Análise de Y-STRs em amostras com resultado negativo para antígeno prostático humano (PSA) coletadas de vítimas de crimes sexuais.** 2017. Dissertação (Mestrado em Biologia Molecular e Celular) Universidade federal da Paraíba, Paraíba, 2017.

SIBILLE, I. Y-STR DNA amplification as biological evidence in sexually assaulted female victims with no cytological detection of spermatozoa. **Forensic Science International.** Garches, France, v. 125, p. 212–216, 2002.

STANGE, Victor Santos. **Utilização de marcadores moleculares do cromossomo y para detecção de dna masculino em vítimas de violência sexual no estado do espírito santo.** 2014. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade Federal do Espírito Santo- UFES, Vitória, 2014.