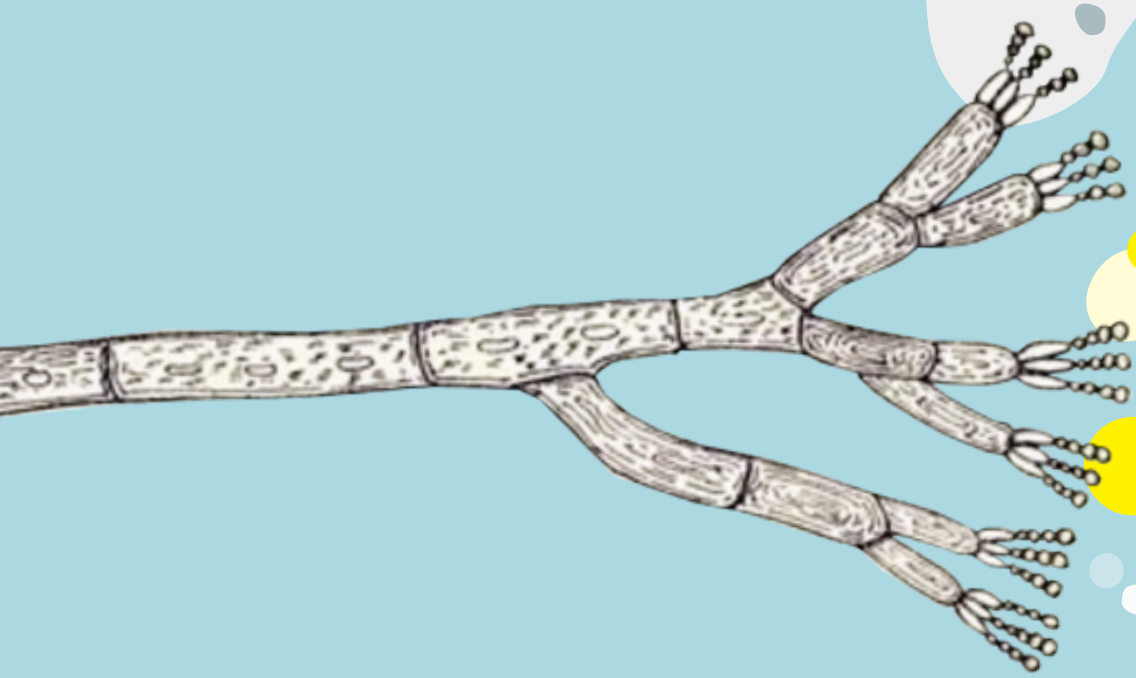
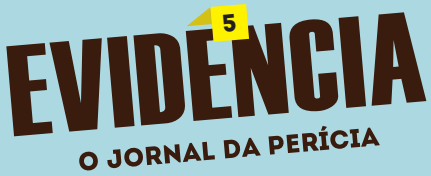


5

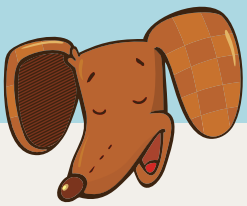
E



APOIO

Evidência nº 25 - Ano V - Dezembro de 2022

Evidência é uma publicação digital organizada por profissionais ligados às ciências forenses.
Equipe editorial: Alexandre Giovanelli, Arthur Prates, Denilson Siqueira, Elizeu Santiago, Érica de Melo Azevedo, Marcos Paulo Salles Machado, Rafael Mayer e Renato Bichara.
E-mail: jornaldapericia@gmail.com
Siga nosso perfil nas redes sociais! Acesse instagram.com/pericia_rj
Edições anteriores disponíveis em: www.policiacivilrj.net.br/evidencia.php
Endereço: Praça Tiradentes, n° 09, sala 709 - Centro - CEP 20060-070 - Rio de Janeiro - RJ



PARTICIPE.

JORNALDAPERICIA@GMAIL.COM

ISSN 2675-7486

SUMÁRIO

4 **EDITORIAL**
Alexandre Giovanelli

6 **SGPTC**
Entrevista com o Dr. Roger Ancillotti, Superintendente Geral de Polícia Técnico-Científica da Secretaria de Polícia Civil do Estado do Rio de Janeiro

12 **PROJETO DE PESQUISA E O APRIMORAMENTO DE EXAMES DE DOCUMENTOS:** UMA EXPERIÊNCIA DO SERVIÇO DE PERÍCIAS DE DOCUMENTOS (ICCE/SEPOL/RJ)
Kelly Carla Almeida de Souza Borges; Fabiana Pinheiro Carneiro; Mariana Ruiz Leiroz; Elaine Cristina Galdino Bernardo Marotta; Lívia Fernandes Santos

20 **PROJETO DE PERÍCIAS EM OBRAS DE ARTE DA POLÍCIA CIENTÍFICA DO RIO DE JANEIRO (SEPOL-RJ)** RETROSPECTIVA
Nilton Thaumaturgo Rocha Júnior e Claudia Regina Ferreira de Souza

26 **ANÁLISE PERICIAL EM CORPOS PUTREFATOS:** CONCLUSÃO DE PROJETO DE PESQUISA
Janyra Oliveira-Costa

33 **A TECNOLOGIA A SERVIÇO DA PERÍCIA:** VIOLÊNCIA SEXUAL E O BANCO ESTADUAL DE PERFIS GENÉTICOS DO RIO DE JANEIRO
Selma Lílian Sallenave Sales, Arthur de Mello Prates, Priscila Afonso Torres

37 **DNA DE CONTATO:** OTIMIZAÇÃO DE TÉCNICAS DE COLETA E AMPLIFICAÇÃO DE STR PARA AMOSTRAS PROVENIENTES DE LOCAIS DE HOMICÍDIOS
Alexandre Giovanelli, Tatiana Hessab de Castro Aranha, Alexandre Trece,Ariana dos Santos

42 **ESTUDO DE CONCORDÂNCIA DOS SISTEMAS PRECISION ID EM UMA GRANDE AMOSTRA POPULACIONAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, VISANDO A IMPLANTAÇÃO DA TECNOLOGIA NGS EM LABORATÓRIOS CRIMINAIS DE DNA**
Carolina Bottino Gruszkowski Fratani

48 **COMPOSTOS QUÍMICOS LUMINESCENTES SINTETIZADOS NO INSTITUTO DE QUÍMICA DA UERJ QUE PROMETEM ATUAR COMO EFICIENTES MARCADORES DE MUNIÇÕES:** UM AUXÍLIO PARA A SEGURANÇA PÚBLICA ESTADUAL
Lippy Faria Marques, Marcos Vinícius Colaço, Júlia Pereira de Oliveira Silva e Emmanuel Maciel Gomes

58 **SUPORTE GLOBAL ÀS ANÁLISES FORENSES DE *Cannabis* E DROGAS DERIVADAS:** GARANTIA DA QUALIDADE DOS RESULTADOS
Bruno Carius Garrido, Silvia Regina Pinheiro Lopes, Fernanda Gadini Finelli, Douglas Siqueira Almeida Chaves e Ricardo Moreira Borges

66 **ESTUDOS EM BALÍSTICA UTILIZANDO MEV EDS:** CRIAÇÃO DE BANCO DE DADOS DE PARTÍCULAS DE RESÍDUOS DE TIRO
Renata Carvalho Silva

72 **INCT-*InEAC***
Entrevista com o Dr. Roberto Kant de Lima, Coordenador do Instituto de Estudos Comparados em Administração de Conflitos

Editorial

Muitos afirmam, com grande razão, que o pai da Criminalística seria Edmond Locard (1877-1966). Embora o juiz Hans Gross tenha originalmente cunhado o termo “Criminalística” e indicado a importância da ciência para a investigação de crimes, foi Locard que efetivamente estruturou as bases teóricas e práticas dos principais procedimentos a serem observados na busca e análise de vestígios. Tanto que o famoso princípio de troca corporificado na expressão: “Todo contato deixa uma marca” até hoje é utilizado como referencial para busca de elementos materiais em cena de crime. É de Locard também a expressão: “Na investigação criminal, o tempo que passa é a verdade que foge”, que indica a importância dos procedimentos iniciais na recuperação de vestígios, em uma corrida contra o tempo.

Mas para além desses aforismos, Locard estabeleceu etapas e procedimentos para o trabalho da chamada polícia científica, através da observação atenta, metódica e rigorosa de vestígios; da formulação de hipóteses fundamentadas na ciência; da realização de experimentos para testagem dessas hipóteses e do uso de raciocínio lógico para a reconstrução de eventos criminosos. E mais, Locard elegeu o Laboratório como o local de excelência do profissional que mais tarde viríamos a chamar de perito criminal. Embora o local de crime seja a fonte original da maioria dos vestígios, é no laboratório, através de condições controladas, experimentações e análises minuciosas com uso de equipamentos que as principais informações são extraídas dos vestígios. Obviamente que essas informações devem “retornar” ao local de crime, em seu contexto original, para que o grande quebra-cabeças possa ser montado. Locard sabia disso e do papel fundamental dos laboratórios equipados para o desenvolvimento e os resultados da perícia. Cem anos depois, os laboratórios continuam tendo papel fundamental para a ciência forense. A grande diferença de hoje é que as tecnologias disponíveis evoluíram exponencialmente. Temos inúmeros equipamentos para perscrutar o infinitamente pequeno. Os instrumentos apresentam precisão incrivelmente acurada em unidades imperceptíveis ao ser humano. As teorias atuais apresentam grande grau de sofisticação e aplicabilidade, desde modelos matemáticos a testes estatísticos complexos.

Na atualidade continua valendo a capacidade, perspicácia e visão do todo do investigador de cena de crime. Mas o suporte de laboratório ampliou significativamente a capacidade de percepção e avaliação do vestígio. Em outras palavras, as tecnologias conseguem extrair muito mais informações, mesmo de vestígios mínimos.

Ciência, tecnologia, laboratório, capacidade humana. Tudo isso deve estar conjugado no trabalho do perito dos tempos atuais, sendo materializado no espaço dos laboratórios de ciência forense com o concurso de infraestrutura adequada, aquisição de equipamentos, investimento em pesquisa básica e aplicada e capacitação permanente dos profissionais que atuam em campo e laboratório.

Nessa edição especial do Evidência procuramos ilustrar um pouco dos esforços dos peritos e/ ou pesquisadores do Rio de Janeiro na estruturação de laboratórios que dessem suporte à investigação de crimes. Mas para foi preciso o aporte de recursos via financiamento público e obviamente o esforço de cientistas na produção de conhecimentos. Por isso privilegiamos aqui algumas pesquisas realizadas direta ou indiretamente com recursos provenientes dos dois últimos editais da Faperj com foco em ciência forense: um edital de 2018 e outro de 2021. Não nomearemos uma ou outra pesquisa em especial, pois todas visam o desenvolvimento de tecnologias aplicadas para análise de vestígios ou materiais relacionados a crimes e cada uma delas tem sua relevância para a ciência forense. O que queremos ressaltar é a importância do financiamento e a parceria com instituições de pesquisa. Aliado à capacidade técnica dos peritos, o financiamento e as parcerias têm produzido resultados notáveis. Queremos que vocês conheçam um pouco desses trabalhos e os nomes que deram vida às pesquisas.

Por fim, e não menos importante, entrevistamos o atual Superintendente da Polícia Técnico-Científica, Dr. Roger Ancillotti e o reconhecido pesquisador da Universidade Federal Fluminense, Dr. Roberto Kant de Lima para falarem sobre o mesmo assunto, sob óticas diferentes. Em resumo, como o gestor e como o pesquisador percebem a integração entre institutos de perícia e instituições de pesquisa? O resultado vocês poderão conferir nessa edição.

Alexandre Giovanelli

SUPERINTENDÊNCIA-GERAL DE POLÍCIA TÉCNICO CIENTÍFICA

IMPORTÂNCIA DO DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO PARA A POLÍCIA TÉCNICA

Evidência entrevistou o Dr. Roger Ancillotti, Superintendente Geral de Polícia Técnico-Científica da Secretaria de Polícia Civil do Estado do Rio de Janeiro. Confira a seguir.

Quais são os principais desafios na gestão da Polícia Técnico-científica do Estado do Rio de Janeiro?

Primeiramente, agradeço o convite e a oportunidade de divulgar as diretrizes emanadas pela Secretaria de Estado de Polícia Civil (SEPOL), por meio da recém-criada Superintendência Geral de Polícia Técnico-Científica (SGPTC). Gostaria de reiterar também, a relevante contribuição da Revista Evidência, como importante instrumento de divulgação do conhecimento policial, em especial dos temas vinculados às perícias e que constituem importantes ferramentas qualificadoras do inquérito policial. Feito este reconhecimento, gostaria de mencionar que, como macro diretrizes administrativas, tenho proposto aos nossos pares, considerando que estamos gerenciando a Polícia científica, o método como estratégia fundamental, seja na atividade finalística (pericial) ou na atividade meio (administrativa), bem como a realização de tomada de decisão tomando por base evidências claras e objetivas (relatórios, estudos, diagnósticos, pareceres, etc.) como marco balizador, pois entendo que são aspectos que colaboram para a proteção dos gestores que atuam na perícia, contribuindo sobremaneira para a solidificação da imagem institucional. Antes de entrarmos nos desafios, que constituem o objeto do seu questionamento, por derradeiro, tenho estimulado ou induzido uma terceira diretriz que se refere a implantação de uma cultura de integração das ações periciais, considerando o alto caráter de transversalidade da perícia (dentro e fora dela). Neste aspecto é de fundamental importância a revisão de processos de trabalho/procedimentos que sejam verdadeiramente integrados entre categorias funcionais, entre departamentos e demais unidades policiais, sem prejuízo dos aspectos regulatórios e/ou do Código de Processo Penal, bem como da Cadeia de Custódia e demais normas atinentes. Contudo, respondendo de forma mais objetiva acerca do seu questionamento, existem inúmeros desafios institucionais que se colocam no horizonte. Um primeiro passo que demos ao assumir a SGPTC, foi a formalização da criação da Unidade Administrativa (UA) – SGPTC, a qual se encontra em fase final na Casa Civil para publicação. Com a criação desta UA, além de contarmos com mais recursos financeiros para investimento e manutenção das nossas estruturas periciais, esta Superintendência que detêm status de Subsecretaria, terá uma maior governança para o efetivo planejamento e implementação das ações e de um projeto de polícia técnico-científica, que começou a ser desenhado a quase uma década e que foi produto de um esforço coletivo diverso(a)s colegas, que atuaram em várias administrações. Portanto, temos o desafio de, após a publicação da nossa UA, iniciar a elaboração do Planejamento Estratégico da Polícia técnica e validá-lo junto ao Planejamento Estratégico da SEPOL e do próprio Governo do Estado, com vistas a facilitar a implementação deste projeto de Polícia Técnico-científica. Este passo é fundamental para planejarmos as ações de curto, médio e longo prazo para a perícia, bem como pactuar as

ações nos diferentes níveis da estrutura de perícia (estratégico – SGPTC; tático – DGPTC; e operacional – Institutos Sede e PRPTCs), dando organização, harmonizando questões administrativas, evitando retrabalhos e antagonismos que, além de poderem prejudicar a eficiência das ações finalísticas (da perícia), podem contribuir para idiossincrasias não desejáveis em quaisquer esferas da administração pública, em especial da governança desta recém criada Superintendência. Outro desafio que acredito ser também um dos mais relevantes, se dá no campo da Gestão de Pessoas, tendo em vista o crescente déficit de pessoal. É inegável a importância da contribuição do servidor policial, independentemente da sua categoria ou classe funcional, no bom cumprimento da missão institucional. Nossa experiência profissional de algumas décadas e oriundas de visitas técnicas a outras Unidades Federativas e no Exterior, demonstra que, nosso pessoal da Gloriosa Polícia Civil, em especial da Polícia Técnico-científica, não perde em nada em termos de formação acadêmica de alto nível e capacidade de resolução de situações-problema no campo pericial. Disto isto, nos cabe a realização de um trabalho articulado com o Governo do Estado, o Departamento Geral de Gestão de Pessoas (DGGP) e com a nossa Casa de Ensino (ACADEPOL), que tem o importante papel de formar e qualificar o nosso pessoal, no sentido de resgatar a satisfação do nosso corpo pericial composto de valorosos peritos criminais, legistas, papiloscopistas, técnicos, auxiliares e demais agentes policiais, por meio de ações de valorização profissional, bem como prover os meios mínimos necessários ao bom desempenho da função pericial. Frise-se aqui, a excelente e técnica contribuição da perícia nas diversas bancas de concurso em andamento. Nesta linha, já estamos iniciando um trabalho articulado com a ACADEPOL no sentido de prover a devida prioridade e celeridade na formação do nosso pessoal da perícia, considerando o elevado déficit, em especial dos peritos legistas, sem prejuízo da qualidade deste processo, provendo um aspecto mais prático e de inclusão do pessoal recém-formado no processo de trabalho pericial. Um último desafio, não menos relevante se dá na linha da indução de uma cultura de geração de conhecimento científico, por meio de parcerias interinstitucionais, como mola indutora do desenvolvimento do campo pericial, mas como este tema dialoga com a próxima pergunta, deixarei para desenvolvê-lo a seguir.

O Senhor entende como sendo importante a cooperação científica entre as Universidades e os Laboratórios forenses?

Mas é claro que sim. Quem já teve a oportunidade, seja em participar como aluno em algum Programa de Iniciação Científica (PBIC) na graduação, já realizou algum curso de pós-graduação (Latu ou Strictu Sensus), já teve a oportunidade de elaborar trabalhos científicos em Congressos, Simpósios e demais eventos de divulgação científica, publicou algum "paper", ou mesmo já colaborou (ainda que informalmente) com algum grupo de pesquisa

na sua formação acadêmica, tem pleno conhecimento da importância e de quão virtuosas constituem as parcerias interinstitucionais (ex.: Universidades e Institutos de Pesquisas e a SEPOL). O Estado do Rio de Janeiro goza, por ter sido capital do país, do maior um parque científico-tecnológico de todas as unidades federativas do país, com Universidades e Institutos de Pesquisa, com considerável produção nos campos do ensino da pesquisa e da extensão. Penso que temos que aproveitar esta enorme capacidade científica no campo da pesquisa e desenvolvimento de uma série de situações-problemas que são enfrentadas no dia a dia da perícia. Neste sentido, os serviços periciais podem constituir um farto campo de aplicação à pesquisa e desenvolvimento nos campos da Medicina Legal/Criminalística, na medida que os nossos agentes da polícia científica que, apesar de assoberbados com a grande quantidade de solicitações de exames, tem se desdobrado diuturnamente em busca de respostas mais qualificadas e que atendam às expectativas das autoridades policiais no que concerne à uma política de melhoria continuada das apurações das infrações penais, sempre respeitando o Código de Processo Penal e demais normativas afetas. Portanto, o estímulo e a formalização destas parcerias será uma tônica da nossa administração, que somada a uma cultura de gestão de projetos, esperaremos em curto a médio prazos, atingir um patamar de geração de conhecimento, por meio da elaboração de artigos, patentes, dissertações de mestrado e teses de doutorado, colaborando também para a captação de recursos financeiros (por meio de projetos de fontes extraorçamentárias ou extra-LOA), necessários a investimentos e custeio da perícia, desonerando os cofres da SEPOL para outras ações estratégicas. Portanto, quando falamos aqui de uma política de estímulo às parcerias interinstitucionais, estamos se referindo a um ciclo virtuoso para as instituições parceiras, mas em especial à SEPOL e a sociedade fluminense que receberá serviços periciais em maior nível de excelência, corroborando ao bom cumprimento da missão institucional da polícia judiciária do Estado do Rio de Janeiro. Hoje, já dispomos de algumas parcerias exitosas com a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Estamos em processo de formalização de um Acordo de Cooperação Técnica com a Universidade Federal Fluminense (UFF) e, certamente, ampliaremos o escopo de colaborações. A proposta de mudança na estrutura da polícia técnico-científica, quando da criação da UA, posicionando o Centro de Estudos e Pesquisas Forenses, subordinado à SGPTC demonstra a importância e o caráter verdadeiramente estratégico acerca destas ações.

A FAPERJ lançou recentemente dois editais de apoio a projetos voltados para às Ciências Forenses, nos anos de 2018 e 2021. Pelas informações colhidas juntos aos colegas peritos do RJ tivemos uma boa receptividade a este Edital. Além desses editais específicos como o senhor acha que as Agências de fomento podem auxiliar no desenvolvimento dos Laboratórios Forenses?

De fato, a Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), historicamente tem sido uma parceira da Polícia Civil, sob o olhar do fomento e da geração de conhecimento científico aplicado no campo pericial. Como você muito bem pontuou, não resta a menor dúvida que a resposta por meio da participação dos nossos profissionais da perícia foi bastante exitosa e, colaborou para a resolutividade de algumas situações-problema e elevou o nome da Polícia Civil como instituição geradora de conhecimento no campo pericial, o que deve ser motivo de orgulho para todos. Entendo que tal iniciativa (captação de recursos de projetos por meio de editais oriundos de instituições de fomento e amparo à pesquisa) devem ser cada vez mais estimulados pela administração superior e a SGPTC deverá enveredar esforços tanto no sentido de se aumentar a quantidade de submissões internas e por meio de parcerias (via ACT), bem como articular junto ao Governo do Estado no sentido de sensibilizar a importância da manutenção destes Editais para o enfrentamento da violência em nosso Estado. As agências de fomento também podem auxiliar de forma subsidiária, na formação do nosso pessoal, por meio de ACT com a Instituição de Ensino Superior parceira, nos moldes do que já acontece em outras organizações, em especial as de cunho acadêmico. Contudo, no nosso caso em especial, sempre é fundamental articulação intra institucional, com todas as instâncias administrativas que dialogam com o tema da valorização e qualificação profissional (ex.: DGGP e ACADEPOL), para que tenhamos um profissional da perícia formado, reconhecido e valorizado em todos os aspectos. Este é mais um desafio ou piloto que se der certo na perícia, poderá ser ampliado para outras áreas da polícia judiciária. Não esqueçamos também de outras agências de fomento nacionais como a Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), além da possibilidade de tratativas junto a própria Secretaria Nacional de Segurança Pública (SENASP) que poderão colaborar sobremaneira para o engrandecimento das ações periciais no âmbito da SEPOL. As ACTs no âmbito internacional, também devem constituir um horizonte a ser perseguido, constituindo uma importante ferramenta de valorização profissional e elevação da imagem institucional. Esta ação deve portanto, ser objeto de planejamento estratégico desta SGPTC, tendo em vista a alta capacidade técnica dos nossos profissionais da perícia.

O senhor considera que os institutos de perícia devem desenvolver algum nível de pesquisa científica? Se sim, quais desafios o senhor entende que ainda devem ser superados?

Sim, claro que considero que a polícia científica deva fazer ciência. De forma mui respeitosa ao relevante questionamento do colega, penso que estamos diante de um clássico caso de pleonasmo (risos). Passado este breve momento de descontração, lamentavelmente, sem querer ser chato, mas já o sendo (risos). Terei que reiterar alguns aspectos relatados nas respostas anteriores, mas tal mantra (diretrizes) deve preventivamente, ser recitado a todos nós operadores da perícia nas diversas esferas e no dia a dia do trabalho. Eu acredito verdadeiramente que fazer ciência, se especializar verdadeiramente, através da comprovação técnica de cursos realizados no decorrer da formação acadêmica, em uma dada área do conhecimento técnico dentre as inúmeras, incontáveis e novas potenciais áreas aplicadas à Medicina Legal/Criminalística. Só um parênteses: é humanamente impossível se especializar em todas as áreas que envolvam a perícia!!! Voltando...: controlar variáveis, lançar mão de metodologia disponível e/ou desenvolver métodos/ensaios e, após, compará-los com um padrão-ouro, prover ou ter o devido cuidado em relação à boa guarda dos dados brutos adquiridos para eventuais auditagens/questionamentos. Dispor de disciplina intelectual para rotineiramente organizar os dados anteriormente mencionados, processar os mesmos, lançando mão de estratégias matemáticas/estatísticas adequadas a uma dada hipótese. Elaborar projetos científicos, artigos, resumos em congressos, disparar processos de depósitos de patentes, orientar alunos sejam como preceptores de ACTs com Instituições de Ensino Superior (IES) ou Institutos de Pesquisa ou os futuros colegas mais novos oriundos da ACADEPOL, além de inúmeras outras atividades de formação e produção vinculadas à pesquisa e ao "fazer ciência", sem prejuízo da atividade pericial (ex.: laudos requisitados x laudos liberados), não constitui uma estrada tranquila a ser percorrida pelos nossos valorosos profissionais e muitos de nós já nos colocamos entre a "cruz e a espada". No sentido de harmonizar/padronizar ações com vistas a prevenir/dirimir o fenômeno citado anteriormente, a SGPTC tem proposto uma metodologia de gestão respaldada na pactuação e respeito administrativo aos diferentes níveis da estrutura da polícia técnico-científica (estratégico – SGPTC; tático – DGPTC; e operacional – Institutos Sede e PRPTCs), onde a atividade finalística (perícia) deve ser a nossa razão de ser. Contudo, também temos imprimido esforços no sentido de sensibilizar gestore(a)s dos níveis tático e operacional acerca da real necessidade de implementarmos o ciclo virtuoso da geração do conhecimento no campo pericial, por meio da realização de pesquisas e parcerias, como dito anteriormente. Esperamos que, em um curto e médio prazos, com a chegada dos nossos novos colegas por força da finalização concurso, tenhamos uma breve atenuação do déficit de pessoal e consigamos vencer os desafios aqui mencionados, os quais em conjunto com os significativos investimentos que já estão em execução e culminarão em efetiva melhoria/adequação dos ambientes de trabalho, por meio da realização de reformas das unidades periciais (ex.: reformas dos Institutos Sede e PRPTCs), poderemos desempenhar com maior desenvoltura e excelência a missão institucional da polícia técnico-científica. Saudações periciais e salve a Gloriosa!!!

5

PROJETO DE PESQUISA E O APRIMORAMENTO DE EXAMES DE DOCUMENTOS:

UMA EXPERIÊNCIA DO SERVIÇO DE PERÍCIAS DE DOCUMENTOS (ICCE/SEPOL/RJ)

Kelly Carla Almeida de Souza Borges[1]; Fabiana Pinheiro Carneiro[2]; Mariana Ruiz Leiroz[3]; Elaine Cristina Galdino Bernardo Marotta[4]; Lívia Fernandes Santos[5]

1 - Engenheira Florestal (UFRRJ), Mestre em Ciências Ambientais e Florestais (UFRRJ), Doutora em Ciências Ambientais e Florestais (UFRRJ)
2 – Engenheira Química (UERJ), Especialista em Química Ambiental (UERJ), Especialista em Perícia Criminal (UNESA), Mestre em Ciências – Química Orgânica (UFRJ)
3 – Farmacêutica (UFRJ), Pós graduada em Perícia Criminal (UNESA), Mestre em Ciências - Química Analítica (UFRJ)
4 – Química Industrial (UFF), Mestre em Ciências, em Química (UFRJ)
5 - Engenheira Civil (UFRJ), Mestre em Ciências – Engenharia Civil, área de concentração: Estruturas e Materiais (UFRJ)

Apresentação

As fraudes documentais apresentam-se cada vez mais aprimoradas no decorrer dos anos, o que dificulta não só a constatação da falsidade como também a identificação do *modus operandi* adotado pelos falsários. Considerando que o Serviço de Perícias de Documentos (SPD) do Instituto de Criminalística Carlos Éboli (ICCE) atende à demanda de todo o Estado do Rio de Janeiro sobre os mais variados exames relacionados a documentos públicos e particulares, a capacitação e a busca por equipamentos de alta tecnologia são metas incessantes do SPD.

A perícia vem, ao longo de vários anos, sofrendo com a escassez de recursos para adequação e modernização de sua infraestrutura e instalações e para aquisição e manutenção de equipamentos modernos de análise, o que prejudica sobremaneira a prestação de serviços mais eficientes à sociedade. Com recursos mais modernos e aperfeiçoamento das técnicas utilizadas, os exames podem conferir maior robustez aos laudos, proporcionando grande embasamento técnico-científico e oferecendo uma resposta mais célere, agregando maior eficiência aos inquéritos policiais e favorecendo a elucidação de crimes.

Nesse contexto, os Peritos do SPD se organizaram de forma a contornar as dificuldades existentes, buscando meios de obter aprimoramento técnico-científico aliado à aquisição de novos e modernos equipamentos, trazendo um ganho significativo à perícia. Para tanto, foram elaborados projetos de pesquisa, os quais foram submetidos às instituições de fomento à pesquisa para editais abertos relativos às ciências forenses ou áreas correlatas.

Dentre os projetos apresentados, o projeto "**Análise forense de documentos de identificação sob o ponto de vista das fraudes materiais e ideológicas no Estado do Rio de Janeiro**" submetido à Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), foi aprovado no ano de 2018 e executado durante os anos de 2019 a 2021.

Relevância do Projeto

Nos últimos 15 anos, milhares de Carteiras Nacionais de Habilitação (CNH) e Carteiras de Identidade (CI) foram examinadas no Serviço de Perícias de Documentos (SPD) do Instituto de Criminalística Carlos Éboli (ICCE), apresentando diversas modalidades de falsificação.

Foi constatado que o(s) tipo(s) de alteração e/ou falsificação desses documentos tem se aprimorado bastante ao longo dos anos e os exames periciais precisam ser capazes de detectar as fraudes documentais com precisão a fim de minimizar os danos provocados à sociedade.

Tais documentos, por atestarem a identificação de pessoas e serem válidos em todo o território nacional, são o ponto de partida para diversos crimes, sobretudo estelionato, causando prejuízos financeiros ao Estado e à sociedade.

Com isso, a análise forense de CNHs e CIs por meio de um levantamento sobre a forma como essas fraudes documentais são realizadas, a frequência com que ocorrem e a proporção do prejuízo causado ao erário pode consistir em uma ferramenta de resolução de problemas com impacto direto para a Segurança Pública do Estado do Rio de Janeiro.

O objetivo do projeto foi identificar as modalidades de falsificação de Carteiras Nacionais de Habilitação (CNHs) e Carteiras de Identidade (CIs), sobretudo aquelas confeccionadas em suporte que contêm elementos de segurança produzidos pelas gráficas de segurança autorizadas, porém ideologicamente falsas, no sentido de avaliar o número de ocorrências relacionadas a esta prática e possíveis medidas de segurança a serem adotadas pelos órgãos emissores destes documentos, bem como fornecer subsídios à inteligência e análise criminal, auxiliando o Estado a coibir tais crimes.

Foram analisados documentos de identificação expedidos pelo Departamento de Trânsito do Estado do Rio de Janeiro – DETRAN-RJ, Carteira Nacional de Habilitação (CNH) e Carteira de Identidade (CI), todos provenientes de requisições de exames periciais das 187 Delegacias de Polícia e das Varas Criminais do Estado do Rio de Janeiro.

Para os exames, os documentos foram submetidos aos os equipamentos: Comparador Espectral de Vídeo 4307 (Regula), Estereoscópio Stemi 305 (Zeiss) e Estereoscópio Leica S9i, buscando identificar os elementos de segurança gráfica presentes nos suportes, tipo e características das impressões adotadas e possíveis vestígios de alterações.

Os documentos examinados foram, então, classificados em: documentos autênticos, documentos alterados, documentos confeccionados em suporte autêntico com dados falsos e documentos falsos.

Foram considerados **documentos autênticos** aqueles que apresentam todos os elementos de segurança gráfica de acordo com a legislação específica para cada documento. A confirmação dos dados de personalização foi realizada por meio de acesso ao banco de dados DETRAN-RJ. Os **documentos alterados** foram aqueles confeccionados em suporte autêntico (oficialmente emitidos), apresentando alguma alteração nas informações de personalização, tais como fotografia, assinatura, data de nascimento, Unidade da Federação, categoria de habilitação etc. Inclui-se ainda nessa categoria os documentos cujos dados de personalização encontram-se impressos na película protetora e não no suporte.

Os casos de **documentos confeccionados em suporte autêntico com dados falsos** são aqueles que apresentam todos os elementos de segurança gráfica de acordo com a legislação específica para cada documento e não apresentam alterações materiais no suporte, exibindo, contudo, divergência no tipo e/ou qualidade de impressão dos dados de personalização. Divergência essa também constatada por meio de consulta ao sistema do DETRAN-RJ. Estes foram classificados, portanto, como **ideologicamente falsos**.

Foram considerados **falsos** os documentos cujos suportes eram desprovidos de quaisquer elementos gráficos de segurança.

Em seguida, foi observada a correlação dos resultados obtidos nos documentos considerados ideologicamente falsos e as gráficas de segurança responsáveis pela confecção dos suportes e, neste caso, as gráficas foram identificadas por letras nos resultados encontrados.

Os dados foram agrupados por gráfica e conclusões dos exames documentoscópicos para CI e CNH, e os resultados expressos em porcentagem.

Resultados

No período compreendido entre fevereiro de 2019 e dezembro de 2021 foram analisados 851 (oitocentos e cinquenta e um) documentos que constam como expedidos no Estado do Rio de Janeiro, dentre estes 555 (quinhentos e cinquenta e cinco) são Carteiras de Identidade e 296 (duzentos e noventa e seis) são Carteiras Nacionais de Habilitação e, com base nos documentos encaminhados e examinados, foram identificadas seis principais gráficas responsáveis pela fabricação dos suportes.

Dentro do critério de classificação adotado, foi observado que 41,36% das CNHs e 49,01% das CIs analisadas foram confeccionados em suportes falsos, ou seja, não são provenientes de gráficas de segurança, conforme Fig. 1. Os documentos confeccionados em suportes

autênticos representam 41,02% para CNH e 35,13% para CI. Aqueles que apresentam suporte autêntico, entretanto, contêm dados de personalização falsos, equivalem 13% das CNHs e 8% das CIs examinadas. Já os documentos alterados correspondem a 5% das CNHs e 8% das CIs.

A Fig.2 ilustra os resultados obtidos para os documentos confeccionados em suporte autêntico com dados falsos, relacionando-os às gráficas de segurança responsáveis pela confecção dos suportes, as quais foram identificadas por letras.

Dentre as principais características observadas nos documentos ideologicamente falsos, destaca-se a ausência de numeração tipográfica ainda que exibam os outros elementos de segurança compatíveis com aqueles observados nos respectivos paradigmas. Outra prática muito frequente que tem sido observada é a aposição dos dados de personalização sobre película transparente e posterior fixação sobre o suporte autêntico.

A análise dos resultados permitiu identificar que a maior parte dos documentos confeccionados em suporte autêntico, mas ideologicamente falsos examinados pelo SPD foram confeccionados pelas gráficas "A" e "E", tanto para CIs quanto para CNHs.

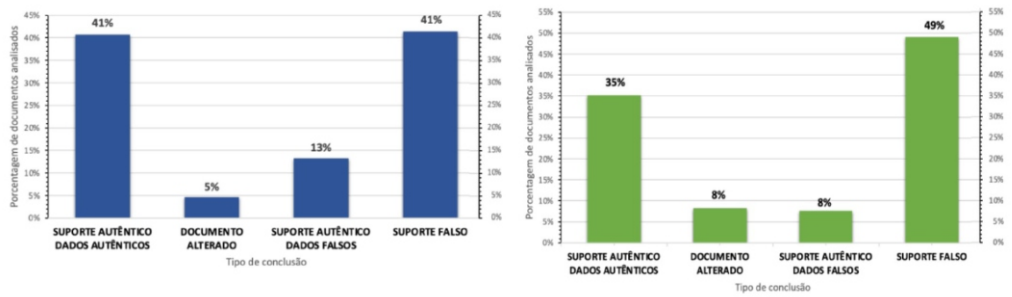


Figura 1 – Percentual por critério de classificação adotado do total de CNH e CI examinadas .

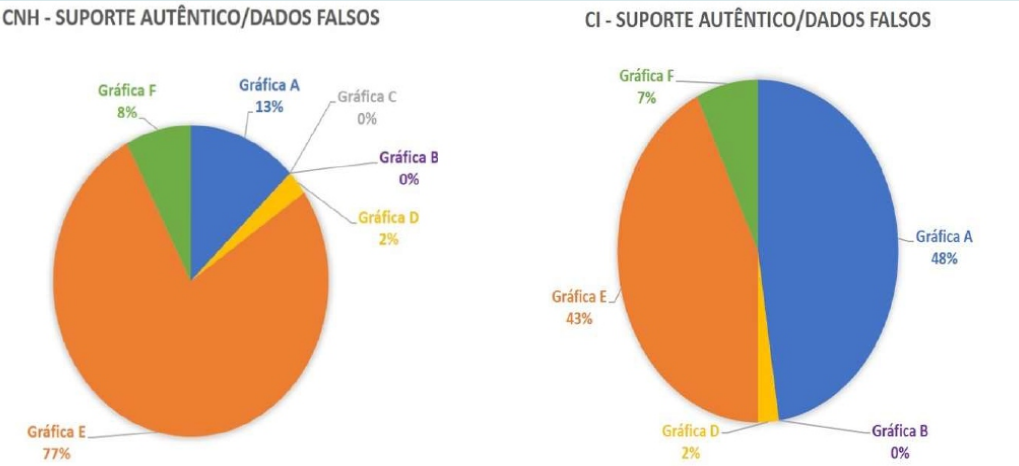


Figura 2 – Percentual do total de CNH e CI confeccionadas em suporte autêntico e dados falsos, classificados por gráfica.

Discussão

O suporte alterado pode estar relacionado ao documento oficialmente emitido e que foi modificado fisicamente, seja por lavagem química, raspagem ou outro método utilizado para remoção dos dados de personalização originais e posterior aposição de novos dados, sendo estes fictícios ou não, o que constitui a fraude material.

Por outro lado, a fraude ideológica ocorre principalmente de duas formas: 1. mediante o uso de documento de identificação falso (Certidão de Nascimento e afins) para confecção de CIs e/ou CNHs emitidas de forma regular, pelo órgão oficial; 2. mediante o uso de suporte extraviado da gráfica de segurança, provido integral ou parcialmente dos elementos de segurança próprios, com posterior aposição dos dados de personalização de interesse do agente falsário, que se utiliza do fácil acesso aos equipamentos de impressão do tipo toner.
No caso de uso do suporte extraviado, os resultados do presente trabalho apontam para um número maior de documentos espúrios confeccionados pelas gráficas “A” e “E”. Esse dado pode ser de grande valia à inteligência e análise criminal, porque pode direcionar a investigação a fim de identificar onde estão as possíveis falhas de segurança, sejam aquelas de responsabilidade da gráfica ou do órgão emissor dos documentos.

Fraudes utilizando documentos com suporte autêntico e dados de personalização falsos podem ser provenientes do desvio desses suportes durante transporte até o órgão de identificação ou mesmo após terem sido recebidos pelo órgão de identificação.

No Brasil há a estimativa de que circulam mais de 16 milhões de carteiras de identidade falsas [6]. Já para os casos de CNH, de acordo com o ex-membro da Diretoria da Associação Nacional dos Detrans e ex-Diretor-presidente do Detran do Amapá, João Gomes, a oferta de CNHs originais tem fortes indícios de serem falsificadas em razão da sistemática que envolve a emissão de uma habilitação no país [7]. No Rio de Janeiro, o Detran afirmou estar "ciente dos casos e, além da apuração interna, já enviou o material à Polícia Civil para a devida apuração criminal. Nos últimos dois anos, cinco casos foram encaminhados pela Corregedoria do Detran à Delegacia de Repressão aos Crimes de Informática (DRCI) para investigação" [7].

Considerações Finais

É oportuno mencionar que o referido projeto gerou impactos muito positivos para o Instituto de Criminalística Carlos Éboli da Secretaria de Polícia Civil do Rio de Janeiro, considerando que foi reconhecido pela Secretaria de Polícia Civil como um projeto relevante, tendo sido contemplado com o segundo lugar do Prêmio Boas Práticas, decorrente da aplicação do Sistema de Metas e Acompanhamento de Resultados do Instituto de Segurança Pública, referente ao 19º Ciclo - 2º semestre de 2018, conforme consta no Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro, página 22 de 06 de dezembro de 2019.

No ano de 2022 o trabalho foi submetido e aprovado para apresentação na forma de pôster no XXVI Congresso Nacional de Criminalística, o evento mais tradicional da Perícia Criminal e Ciências Forenses da América Latina, ocorrendo simultaneamente aos eventos: IX Congresso Internacional de Pericial Criminal e a XXVI Exposição de Tecnologias Aplicadas à Criminalística. Na ocasião desses eventos, o trabalho apresentado resultante desse projeto foi premiado em segundo lugar entre os melhores trabalhos apresentados de sua categoria - Documentoscopia, Contabilidade e Merceologia, recebendo menção honrosa.

Tais resultados mostram o quão relevante é a integração da Perícia com projetos de pesquisa, considerando que editais na área forense, ao permitirem a participação de Institutos de Criminalística, podem ser ferramentas valiosas para a capacitação dos peritos, bem como para a melhoria da infraestrutura dos Serviços de Perícias.

A elaboração de projetos de pesquisas realizados pelos Serviços de Perícias ainda não é uma prática muito comum adotada pelos Institutos de Criminalística. O presente trabalho, além de atingir os objetivos propostos, aborda a iniciativa de apresentar um caminho de inovação, tanto no que diz respeito à capacitação dos profissionais envolvidos, quanto na forma de aprimorar a infraestrutura dos Serviços com o apoio de órgãos de fomento por meio da submissão de projetos de acordo com os editais divulgados na área forense. Com a elaboração deste projeto foi possível atingir os objetivos de modernização e criação de infraestrutura, capacitação, financiamento para participação em cursos e eventos, tais como, congressos, seminários e simpósios na área de Documentoscopia, além de possibilitar a divulgação do trabalho realizado na unidade como produção de conhecimento. A Tabela 1 apresenta resumidamente as melhorias estruturais obtidas para o SPD.

Tabela 1 – Equipamentos do SPD: antes e depois da aprovação e realização do projeto FAPERJ.

Infraestrutura do Serviço de Perícias de Documentos até o ano de 2018
- 1 estereoscópio, produzido pela Wild Heerbrugg, adquirido há mais de 20 anos; - 1 Vídeo Comparador Espectral (VSC-5000) Foster Freeman, adquirido em 2007 (Pan-Americano) fora de uso por falta de manutenção; - 01 Documentoscópio DO M1 DF Vasconcelos - Lupas espectrais, marca Régula.
Infraestrutura do Serviço de Perícias de Documentos a partir de 2019
- 1 Comparador Espectral de Vídeo (VSC 4307) marca Régula, adquirido com verba da Intervenção Federal em 2018; - 1 Microscópio Smartzoom 5 – marca Zeiss; - Estação de trabalho com computador e esteromicroscópio marca LEICA, modelo S9i; - 2 Estereomicroscópios trinoculares STEMI com e sem câmera – marca Zeiss - Bancadas de granito para acomodação dos equipamentos; - 20 Lupas de mão com luz branca e luz UV; - 20 Microscópios para celular Smartscope; - 2 Lupas portáteis com luz branca e UV, com câmara escura, para exames externos; - 1 Impressora colorida HP; - 2 Computadores DELL para equipamentos e tratamento de dados; - 1 Mesa digitalizadora para capturar assinaturas; - Reforma da parte elétrica do setor e aquisição de aparelhos de ar condicionado; - Aquisição de cadeiras ergométricas e armários; - Participações em Congressos na área de Documentoscopia.

A Figura 3 mostra os equipamentos disponíveis no Laboratório do Setor de Perícia de Documentos até o ano de 2018 e as Figuras 4 e 5 ilustram a melhoria da infraestrutura com parte dos equipamentos e bancadas adquiridos.

Figura 3 – Laboratório de Perícia de Documentos - Equipamentos disponíveis até o ano de 2018: Comparador Espectral de Vídeo (VSC-5000) da Foster & Freeman (fora de uso), documentoscópio DO M1 DF Vasconcelos e Estereoscópio Wild Heerbrugg.

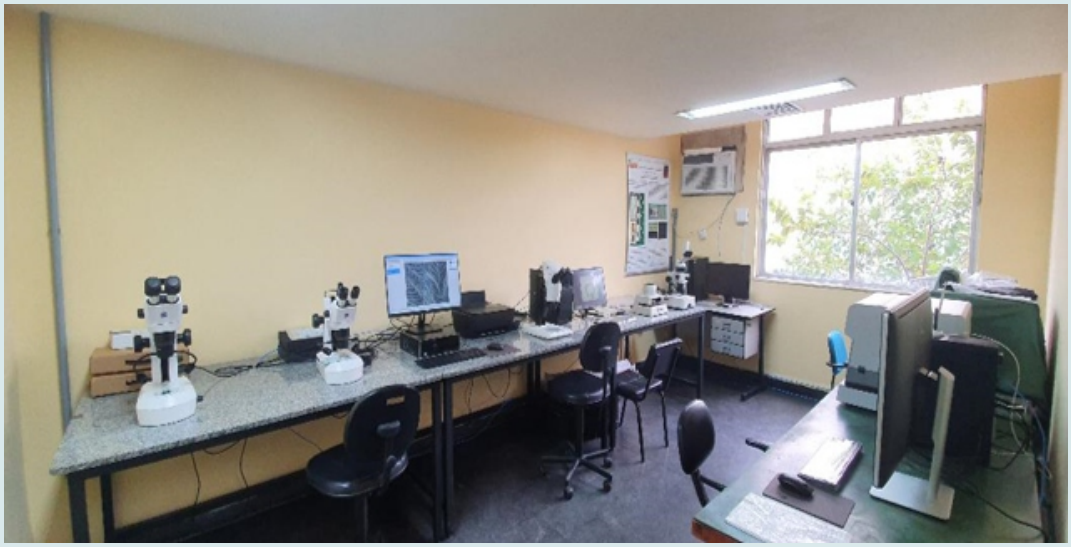


Figura 4 - Nova infraestrutura do Laboratório de Perícia de Documentos após a aquisição de equipamentos novos, por meio de financiamento através do Gabinete de Intervenção Federal - VSC Regula 4307 e do Projeto FAPERJ – Microscópio Smartzoom, Estereoscópios Leica iS9 e STEMI Zeiss, microcomputadores, impressora, bancadas, cadeiras.

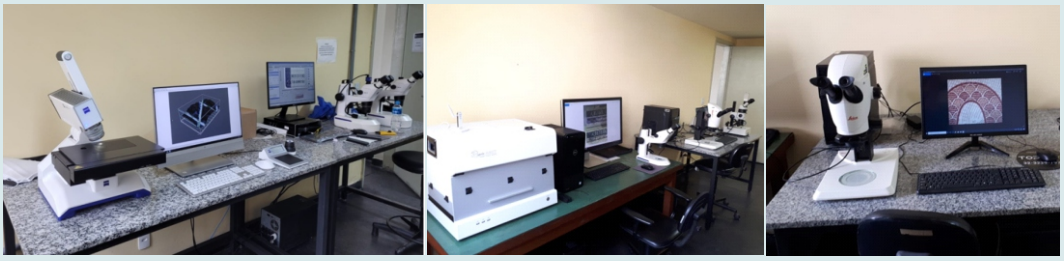


Figura 5 – Nova infraestrutura do Laboratório de Perícia de Documentos após a aquisição de equipamentos novos, por meio de financiamento do Gabinete de Intervenção Federal - VSC Regula 4307 e do Projeto FAPERJ – Microscópio Smartzoom, Estereoscópios Leica iS9 e STEMI Zeiss, microcomputadores, impressora, bancadas, cadeiras.

Espera-se uma atuação cada vez maior e mais participativa dos peritos em congressos, publicações científicas em revistas indexadas e revistas especializadas em ciência forense, juntamente a outras instituições de ensino e pesquisa, buscando novas parcerias além das fronteiras da Polícia Técnica Científica da SEPOL, bem como da produção de um rico banco de dados para salvaguardar informações pertinentes e marcantes para estudos criminalísticos futuros.

É imprescindível destacar que os Peritos envolvidos nos projetos, produziram os trabalhos sem prejuízos de suas funções e de forma a sempre agregar ao trabalho de rotina dos exames periciais.

Sendo assim, o estímulo à pesquisa, a elaboração de projetos e posterior submissão para órgãos de fomento podem contribuir, de forma eficaz, para o desenvolvimento de tecnologia, o aprimoramento das técnicas periciais, elevando o número de laudos efetivamente conclusivos, o que afeta diretamente a sociedade no que diz respeito ao combate ao crime.

Referências bibliográficas

[1] PEREIRA, J.F.Q.; SILVA, C.S.; BRAZ, A.; PIMENTEL, M.F.; HONORATO, R.S.; PASQUINI, C.; WENTZELL, P.D. Projection pursuit and PCA associated with near and middle infrared hyperspectral images to investigate forensic cases of fraudulent documents. Microchem. J., 130:412-419 (2017).

[2] SILVA, E.S.C.; FEUERHARMEL, S. Documentoscopia: aspectos científicos, técnicos e jurídicos. Ed. Millennium, Brasil (2013) 537.

[3] MINISTÉRIO DO TRABALHO E PREVIDÊNCIA. COMBATE ÀS FRAUDES: Força Tarefa desarticula esquema de fraudes a benefícios assistenciais no Rio de Janeiro. 2020. Retirado em 04/03/2022, de https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/assuntos/assuntos-previdencia/noticias/previdencia/combate-as-fraudes/combate-as-fraudes-forca-tarefa-desarticula-esquema-de-fraudes-beneficios-assistenciais-no-rio-de-janeiro.

[4] JUSTIÇA E SEGURANÇA. Número de golpes de falsos empréstimos consignados cresce nos últimos meses. 2021. Retirado em 07/03/2022, de https://www.gov.br/pt-br/noticias/justica-e-seguranca/2021/11/numero-de-golpes-de-falsos-emprestimos-consignados-cresce-nos-ultimos-meses

[5] BITTAR, P.; SILVEIRA, W. Associações de aposentados relatam fraudes contra idosos na concessão de empréstimo consignado - INSS estuda identificação biométrica para evitar a concessão de empréstimos não solicitados. Agência Câmara de Notícias. 2021. Retirado em 07/03/2022, de https://www.camara.leg.br/noticias/781193-associacoes-de-aposentados-relatam-fraudes-contra-idosos-na-concessao-de-emprestimo-consignado/

[6] PORTAL ANTIFRAUDE. Como identificar uma identidade falsificada. 2019. Retirado em 03/03/2022, de http://www.portalantifraude.com.br/2019/06/como-identificar-uma-identidade-falsificada/

[7] SANTIAGO, A. CNH quente. 2020. Retirado em 04/03/2022, de https://www.uol.com.br/carros/noticias/redacao/2020/03/16/cnh-quente-como-a-de-b-henrique-e-vendida-na-web-sem-autoescola-ou-prova.htm?cmpid=copiaecola&cmpid=copiaecola

PROJETO DE PERÍCIAS EM OBRAS DE ARTE DA POLÍCIA CIENTÍFICA DO RIO DE JANEIRO (SEPOL-RJ)

RETROSPECTIVA

Nilton Thaumaturgo Rocha Júnior e Claudia Regina Ferreira de Souza

Equipes do SPMJ/ICCE e do Liscomp IFRJ-Paracambi no Museu Nacional de Belas Artes/RJ, examinando a obra "Manteau Rouge", Autorretrato de Tarsila do Amaral (1923).

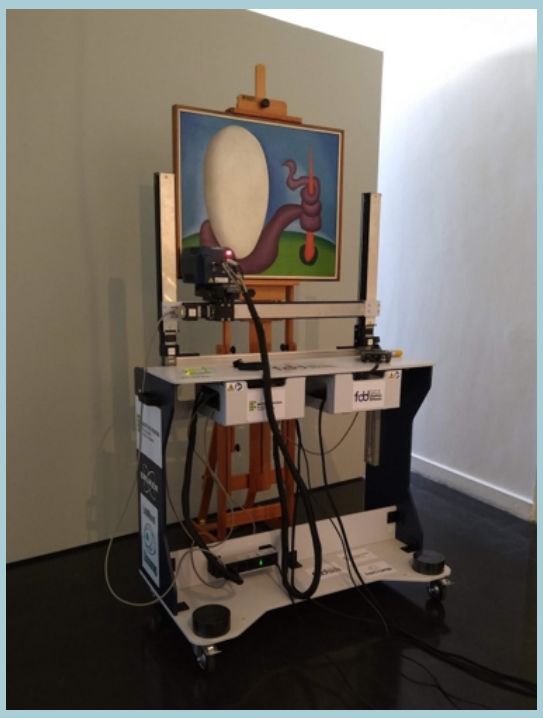
Obras de arte são notoriamente utilizadas no cometimento dos crimes de lavagem de dinheiro, estelionato, corrupção, violação de direitos autorais, evasão de divisas, ocultação de patrimônio/sonegação fiscal e financiamento de atividades ilícitas, como tráfico de drogas ou de armas e até terrorismo (Referência Interpol). Ao analisar o mercado da arte, percebe-se que há uma série de fatores que o torna bastante atrativo para aqueles que desejam utilizá-lo para fins ilícitos: a confidencialidade que envolve o mercado; os elevados valores das transações; a falta de experiência dos agentes policiais em relação ao funcionamento do mercado; e a portabilidade, a facilidade que envolve o transporte e movimentação das obras (SANCTIS, 2015).

Conforme estabelecido pela Estrutura Organizacional Básica da Secretaria de Estado de Polícia Civil (SEPOL) (Decreto nº 46.885, de 19 de dezembro de 2019), no Estado do Rio de Janeiro, o Serviço de Perícias de Merceologia e Jogos (SPMJ) do Instituto de Criminalística Carlos Éboli (ICCE), do Departamento Geral de Polícia Técnico-Científica (DGPTC), da Superintendência Geral de Polícia Técnico-Científica (SGPTC), é o responsável pelos exames de autenticação e avaliação pecuniária em bens de consumo de luxo, como obras de arte (RIO DE JANEIRO, 2019a).

Apesar dessas competências, até a formalização desse projeto, o SPMJ jamais contou com uma estrutura laboratorial para análise, identificação, autenticação e avaliação dos bens mencionados. Sendo assim, os exames em obras de arte eram considerados prejudicados, devolvendo-se os materiais sem que fossem respondidos os quesitos elaborados pelas autoridades policiais ou pelos agentes do judiciário. Para agravar esta problemática, ao longo dos anos, diversos casos de grande repercussão pública tiveram suas demandas negadas pelo ICCE/SPMJ, devido à falta dessa estrutura laboratorial (exs. casos envolvendo políticos de destaque no cenário fluminense e nacional; casos de lavagem de dinheiro por empresários de renome; casos de captura de quadrilhas de roubos de objetos de arte). Notoriamente, percebe-se ainda, uma tendência de aumento desses crimes e, consequentemente, uma alavancagem da demanda do SPMJ, relacionada diretamente às facilidades tecnológicas, como por exemplo os leilões virtuais de objetos de arte (referência).

Em dezembro de 2019, foi aprovado o Planejamento Estratégico Institucional da SEPOL, denominado "Programa Virando o Jogo na SEPOL", que orienta os projetos e identifica oportunidades de inovação da Polícia Civil do Estado do Rio de Janeiro (Resolução SEPOL nº 83, de 06 de dezembro de 2019). Este Planejamento possui como um dos seus Objetivos Estratégicos (OE2): "Incrementar os mecanismos de combate à corrupção, ao crime organizado e à lavagem de dinheiro" (RIO DE JANEIRO, 2019b).

Baseando-se no suporte conferido pelo Planejamento Estratégico, a Assessoria do Gabinete da Direção do ICCE em conjunto com o SPMJ, buscaram parcerias institucionais que auxiliassem na resolução de suas demandas. Nesse âmbito, no primeiro semestre de 2021, iniciaram-se as tratativas para um Acordo de Cooperação Técnico-Científica com o Instituto Federal do Rio de Janeiro, Campus Paracambi (IFRJ). Esta parceria se iniciou como fruto de um projeto conjunto, aprovado pela Fundação Carlos Chagas Filho de Apoio à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro - FAPERJ (Edital N.º 13/2021) (RIO DE JANEIRO, 2021).
Esse Acordo de Cooperação Técnica nº 7/2022, foi assinado em 10/06/2022, publicado na Seção 3 do Diário Oficial da União (D.O.U.) nº 161 de 24/08/2022. Além disso, foi publicado também na Parte I do Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro (D.O.E.R.J.) nº 143 de 04/08/2022 (Processo SEI nº 36-0007/000060/2022).



À esquerda: Equipes do SPMJ/ICCE e do Liscomp IFRJ-Paracambi no Museu de Arte Contemporânea da USP/SP, examinando a obra "Costureiras" de Tarsila do Amaral (1938-1950). À direita: Macromapeamento por fluorescência de raios-X (MA-XRF) realizado na obra “Urutu” de Tarsila do Amaral (1928), disponibilizada pelo Museu de Arte Moderna do Rio de Janeiro (MAM-RJ).

Essa parceria possibilitou o desenvolvimento de uma metodologia de abrangência transdisciplinar (THAUMATURGO, 2022), que agrega sinergisticamente: estudos artísticos/históricos, estudos macroscópicos, estudos grafotécnicos, estudos merceológicos e estudos laboratoriais físico-químicos não destrutivos. Esses últimos utilizam as técnicas de microscopia óptica (MO), espectroscopia por fluorescência de raios-X (XRF), macromapeamento por espectroscopia de fluorescência de raios-X (MA-XRF), e espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR).

Graças a essa metodologia, implementada pelos Peritos Criminais do SPMJ/ICCE em conjunto com os Professores/Pesquisadores do IFRJ, em pouco mais de um ano, desde o início da vigência do projeto FAPERJ, em julho de 2021, foram obtidos muitos resultados relevantes:

● Nove Peritos Criminais capacitados em curso de extensão com 42hs de carga horária, intitulado "Análises Forenses de Obras de Arte por Técnicas Físico-químicas". Esse curso foi realizado no Laboratório de Instrumentação e Simulação Computacional (Liscomp) do IFRJ-Paracambi.

● Atendimento efetivo de sete procedimentos policiais, envolvendo análises forenses completas de 38 obras de arte.

● Colaboração de cinco instituições museológicas de renome, para exames em obras autênticas utilizadas como padrões: Museu de Arte Moderna do Rio de Janeiro (MAM-RJ); Museu de Arte do Rio (MAR); Museu Nacional de Belas Artes (MNBA); Museu de Arte Contemporânea da Universidade de São Paulo (MAC-USP); e Instituto Casa Roberto Marinho.

● Três premiações concedidas pela comunidade forense: terceiro lugar na premiação por Boas Práticas SEPOL 2021/2; primeiro lugar de melhor trabalho na área de química forense no XXVI Congresso Nacional de Criminalística em maio de 2022; segundo lugar de melhor laudo de perícia criminal do Brasil no período de 2020 até 2022/1 pela Sociedade Brasileira de Ciências Forenses (o laudo ICCE-RJ-SMJ-014545-2022 concorreu com laudos de todas as polícias estaduais e da polícia federal. Além disso, concorreu com todas as áreas da Criminalística).

● Quatro artigos de divulgação científica, publicados no Periódico Evidência, edições 18 (out/21), 20 (fev/22), 21 (abr/22) e 22 (jun/22).

● Seis trabalhos apresentados em Reuniões Científicas: 1° Seminário Internacional de Pesquisadores na Área de Segurança Pública (Ministério da Justiça, Brasília, nov/21 - 1 trabalho); XXVI Congresso Nacional de Criminalística (Campinas, mai/22 - 4 trabalhos); Escola Brasileira de Arqueometria (set/22 - 1 trabalho).

● Três artigos científicos atualmente no prelo para serem publicados em periódicos indexados (já disponíveis no SSRN): Science and Justice (1 trabalho) e Revista Brasileira de Criminalística (2 trabalhos).

● Aprovação de três projetos em dois editais de emendas parlamentares do Deputado Federal Paulo Ganime (1 projeto no edital 2021 e 2 projetos no edital 2022).

● Atuação em casos envolvendo obras de arte de grandes expoentes do patrimônio histórico cultural do Brasil: Tarsila do Amaral, Di Cavalcanti, Portinari, Guignard, Ivan Serpa, Iberê Camargo, Ismael Nery, Cícero Dias, entre outros.

É importante ressaltar ainda que a equipe já participou efetivamente de casos de grande repercussão, como a "Operação Sol Poente", deflagrada pela DEAPTI em agosto de 2022, sendo capaz de produzir laudos robustos, cientificamente alicerçados, que serão imprescindíveis para a instrução processual na Justiça.

À esquerda: Peritos Criminais Nilton Thaumaturgo, Chefe do SPMJ/ICCE e Claudia Souza, Coordenadora do Projeto de Perícias em Obras de Arte pelo ICCE. À direita: os Peritos aparecem em conjunto aos Professores/Pesquisadores do Liscomp IFRJ-Paracambi, da esquerda para a direita, Dr. André Pimenta, Dr. Renato de Freitas (Coordenador do Projeto pelo IFRJ) e Dr. Valter Felix.

A profícua parceria institucional está em plena vigência. A equipe encontra-se nesse exato momento com três casos em andamento, cujos laudos estão dependendo da disponibilidade de padrões adequados para o confronto de dados.

As perspectivas futuras são as melhores possíveis para o aprimoramento da Polícia Científica do Rio de Janeiro. Com a aquisição de novos equipamentos pela SEPOL, a equipe está trabalhando na implementação de seu próprio Laboratório de Perícias em Obras de Arte. Inicialmente, esse laboratório será montado ainda durante a vigência do Acordo de Cooperação Científica entre SEPOL/IFRJ, para que os Professores/Pesquisadores do Liscomp possam acompanhar e orientar os Peritos Criminais do SPMJ. O objetivo é que, tão logo a vigência do Acordo termine, possamos ter autonomia completa nos exames periciais em obras de arte demandados pela SEPOL e pela Justiça do Rio de Janeiro.

Hoje, a Polícia Científica do RJ é pioneira em exames periciais em obras de arte, utilizando uma metodologia transdisciplinar única nas polícias de todo o Brasil, em virtude da aplicação de técnicas analíticas não destrutivas, tornando-se referência nacional nesta área, conforme já vem sendo amplamente reconhecido pelos seus pares em reuniões científicas pelo país.

Tudo isso demonstra a capacidade de excelência existente nos quadros da Polícia Científica-RJ que, quando devidamente equipada, mostra-se capaz de atingir patamares elevados na qualidade de seu produto final: o laudo pericial. Essa peça técnica é importantíssima para conferir à sociedade um retorno concreto de nosso trabalho, impactando diretamente nos índices de elucidação e diminuição dos crimes relacionados à obras de arte.

Referências bibliográficas

F. Lucena. Falsificação de obras de arte ganha mais força com leilões online. Diário do Rio, 11 set. 2019. Retirado em 20/12/2021, de
https://diariodorio.com/falsificacao-de-obras-de-arte-ganha-mais-forca-com-leiloes-online.

F.M. Sanctis. Lavagem de dinheiro por meio de obras de arte - uma perspectiva judicial criminal, Del Rey, Brasil (2015) 67-77.

N. Thaumaturgo, C.R.F. Souza, T.J.N.A. Fialho, R.S. Liarth, A.P. Oliveira, D. Guimarães, V.S. Felix, A.R. Pimenta, A.L.C. Oliveira, A.L.C. R.P. Freitas. Forensic Analysis of Brazilian Paintings of the 20th Century by Physicochemical Techniques. Available at SSRN: https://ssrn.com/abstract=4114581 or http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4114581

RIO DE JANEIRO (Estado). Decreto nº 46.885, de 19 de dezembro de 2019. Altera e Consolida a Estrutura Organizacional Básica da Secretaria de Estado de Polícia Civil. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro: ano XLV, n.º 241, Poder Executivo, Parte I, p. 07, 20 de dezembro de 2019a.

RIO DE JANEIRO (Estado). Resolução SEPOL nº 83, de 06 de dezembro de 2019. Aprova o Planejamento Estratégico Institucional da Secretaria de Estado de Polícia Civil do Estado do Rio de Janeiro. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro: ano XLV, n.º 236, Poder Executivo, Parte I, p. 19, 13 de dezembro de 2019b.

RIO DE JANEIRO (Estado). Edital nº 13/2021. Programa de Apoio a Projetos de Inovação no Campo da Segurança Pública - Ciências Forenses 2021. Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro: junho de 2021.

5

ANÁLISE PERICIAL EM CORPOS PUTREFATOS:

CONCLUSÃO DE PROJETO DE PESQUISA

Janyra Oliveira-Costa[1]

1Laboratório de Entomologia Forense Médico-Legal – Instituto Médico Legal Afrânio Peixoto

Introdução – relevância do projeto

O processo de decomposição cadavérica dificulta a realização de diversas análises forenses. A infestação de bactérias e fungos atrapalham a obtenção de um perfil genético capaz de identificar a vítima ou o agressor, fluidos e substâncias necessárias aos exames toxicológicos também desaparecem no cadáver sendo mais fácil obter essas respostas através dos insetos (GUNATILAKE; GOFF, 1989; INTRONA et al., 1990; GOFF et al., 1991; GOFF et al., 1992; CARVALHO et al., 2001; CURY, 2005; ESTRADA et al., 2005).

Assim, pode haver degradação do material genético a ser analisado em materiais muito decompostos (UTSUNO; MINAGUCHI, 2004), dificultando as análises moleculares. A entomogenética é a parte da entomologia forense que obtém o material genético necessário a realização desse tipo de exame, diretamente do corpo dos insetos que se alimentaram dos corpos. Repogle *et al.* (1994) demonstraram a possibilidade de extrair DNA humano de insetos hematófagos; Clery (2001) e Chamoun *et al.* (2019; 2020) demonstraram a possibilidade de isolar DNA do agressor no trato digestório de larvas que se alimentaram de matéria decomposta de cadáveres, em casos de crimes sexuais. Assim, apesar de existirem poucos estudos sobre a recuperação e identificação de DNA humano ingerido por larvas de moscas saprofíticas, sabe-se que dípteros apresentam um divertículo esofágico, que funciona como um reservatório alimentar livre de enzimas digestivas, preservando o alimento ingerido. Na prática, nos últimos anos, a autora tem tentado obter perfil genético humano do conteúdo digestório de larvas necrófagas que se alimentaram dos cadáveres de meninas vítimas de crimes sexuais e, apesar de ter logrado êxito em encontrar perfil de Y-STR, comprovando o crime sexual, o perfil obtido é característico de materiais biológicos muito contaminados, impossibilitando a identificação do agressor. Desta forma, se tornou imprescindível a melhoria da técnica empegada.

Outra questão muito crítica em cadáveres purefatos reside em "Quando a morte se deu?" e em investigações envolvendo mortes em circunstâncias desconhecidas, a determinação do intervalo pós-morte (IPM) é de suma importância para a correta interpretação da dinâmica do fato. Contudo, circunstâncias intrínsecas e extrínsecas fazem variar a marcha e a fisionomia particular dos fenômenos putrefativos. Desta forma, não se pode imaginar problema de mais difícil solução e que exija maior reserva dos peritos do que a cronologia da morte. Em uma perícia, o grande desafio dos médicos legistas é dizer com exatidão o

IPM, pois quanto maior for esse intervalo mais difícil é para determiná-lo pelos meios usuais da medicina legal, fazendo com que a Entomologia Forense se tornasse o meio mais eficaz de estimativa (CATTS; HASKELL, 1990).

Há duas maneiras de estimar o IPM através da entomologia, por meio do cálculo da idade dos insetos que colonizam o corpo, obtendo-se o tempo de colonização que, geralmente, coincide com o IPM mínimo, e por meio do padrão de sucessão entomológica previamente estabelecido, obtendo-se o período de atividade daquele grupo, concomitantemente, nos corpos, inferindo o IPM máximo (OLIVEIRA-COSTA, 2011a).

O tempo mínimo de colonização, no entanto, é válido apenas para a primeira geração a colonizar o corpo, pois apenas os imaturos da primeira geração corresponderão às primeiras posturas realizadas após a morte. E para que os insetos analisados pertençam à primeira geração associada ao cadáver, nas condições climáticas tropicais do Brasil, é necessário que o IPM não ultrapasse a segunda semana após a morte (OLIVEIRA-COSTA, 2014). Para os períodos mais tardios da decomposição, recomenda-se o uso do padrão de sucessão da comunidade de insetos (AMENDT *et al.,* 2007), sendo que a análise de tais padrões é considerada precisa por pouco tempo (LEFEBVERE; GAUDRY, 2009). Quando o processo de decomposição está muito adiantado, em que só restam poucos vestígios entomológicos como, por exemplo, pupários abertos e exúvias, não se pode fazer muito em relação à estimativa de IPM utilizando os métodos citados acima, tornando a análise de hidrocarbonetos imprescindível.

O corpo dos insetos é revestido por uma cutícula, que pode ser subdividida em três camadas distintas; a endocutícula, exocutícula e epicutícula. Dentre as funções atribuídas a última camada, destacam-se, principalmente, a proteção contra dessecação, proteção contra agentes externos deletérios de origem química (substâncias tóxicas) ou biológicas (patógenos) e contêm feromônios (BLOMQUIST et al., 1987; MARQUES, 2012; MORET; MOREAU, 2012). Diversos estudos recentes têm demonstrado a importância da análise dos componentes desta camada, em especial dos hidrocarbonetos (HC), componente majoritário da mesma, seja como forma de identificação de espécie (YE *et al*., 2007; BARBOSA *et al*., 2017) ou como forma de determinação de idade, tanto de imaturos, da mesma forma que os métodos tradicionais de determinação, quanto de pupários e exúvias para aplicação em cenas de crimes antigas (ZHU *et al.,* 2006, 2007; BRAGA *et al*., 2016; MOORE *et al*., 2016, 2017).

Objetivos

Objetivos Geral Fornecer uma contribuição aos exames periciais realizados pela Polícia Técnico-Científica, através da obtenção de dados que possibilitem as investigações relacionadas aos crimes contra a vida, especialmente quando o estado de decomposição do corpo está adiantado, através da aplicação e avaliação de métodos entomológicos inovadores de entomogenética e análise de Hidrocarbonetos - HCs.

Objetivos específicos

Aprimorar as técnicas de obtenção de perfis genéticos humanos, por via entomológica, em cadáveres putrefatos;

Testar a aplicabilidade do método entomológico na estimativa da idade dos vestígios entomológicos através da análise de hidrocarbonetos.

Disponibilizar para a comunidade pericial uma ferramenta de identificação para obtenção de perfil genético do agressor em casos de cadáveres putrefatos de vítimas de crimes sexuais através da análise Y-STR e STR autossômico.

Testar a aplicabilidade dos métodos em entomologia envolvendo análises de hidrocarbonetos cuticulares para identificação taxonômica

Principais resultados

A primeira meta técnica do projeto foi o desenvolvimento de métodos inovadores de obtenção de perfil genético de agressores obtido a partir de cadáveres decompostos de vítimas de crime sexual, por via entomológica que foi possibilitado pela técnica de HRM (High Resolution Melting) que apresentou vantagens sobre a análise tradicional por ser de mais rápida execução, além de exigir menos etapas de manipulação e ter custo reduzido. Observamos que a análise de marcadores do cromossomo Y por HRM possibilitou sua aplicação em casos de violência sexual com mistura de DNA da vítima e do suspeito. Desta forma, essa técnica para separação do material genético masculino de outros materiais da amostra tem o caráter inovador proposto por esse projeto, que pretende desenvolver nova estratégia para auxiliar os exames periciais em casos de violência sexual.

Os resultados mostraram que foi possível obter perfis genéticos passíveis de identificação humana até o terceiro dia de intervalo pós-morte - IPM, em larvas de primeiro, segundo e terceiro instares, indicando que estes estágios específicos de desenvolvimento são mais adequados à obtenção de DNA humano a partir do inglúvio, em qualidade e quantidade detectável para análises moleculares. Embora DNA humano tenha sido encontrado em larvas de segundo e terceiro instar, gerando perfis genéticos funcionais para identificação

humana, foi observada perda progressiva de alelos por dia de IPM, a partir do IPM 2). Quanto a pupas, a quantidade de DNA obtido foi exígua, não gerando perfis funcionais. A perda progressiva de alelos, observada neste trabalho, pode ser explicada pelo fato de que as larvas pós-alimentares abandonam a fonte de alimento e, consequentemente, a alimentação cessa, fazendo com que o inglúvio se esvazie devido à digestão, o que afeta os resultados das análises genéticas. A primeira meta técnica foi alcançada, em parte, através das pesquisas realizadas durante o mestrado de Renata Meirelles Rosa Pinheiro, Perito Criminal, cujo artigo já foi submetido a uma revista científica. A segunda parte será concluída pela pesquisa de doutorado de Alípio dos Santos Rocha, Perito Legista.

A segunda meta técnica foi o desenvolvimento de um banco de dados de perfis de hidrocarbonetos para espécies de interesse forense para consulta pela comunidade pericial, que foi obtido para três espécies de importância forense: *Chrysomya albiceps, C. megacephala* e *C. putoria*. A terceira meta técnica foi o desenvolvimento de métodos inovadores de cronotanatognose, em IPM avançados, por análise de HCs, também obtido.
A segunda e terceira metas técnicas foram alcançadas através das pesquisas realizadas durante o mestrado do terceiro proponente, o Perito Criminal André Bello Bourdeaux Rego Machado. Avaliamos as alterações nos perfis dos pupários das espécies estudadas ao longo do tempo após a emergência dos adultos, como ferramenta de datação de estimativa de intervalo *postmortem* (IPM), verificando que houve variação no decorrer do tempo em relação às proporções de hidrocarbonetos presentes, permitindo utilizá-las nas estimativas de intervalo post-mortem de futuros laudos do Laboratório de Entomologia Forense do IMLAP. Os pupários das três espécies do gênero *Chrysomya* de ocorrência registrada para o Brasil são facilmente distinguíveis por meio dos perfis de HCs, permitindo seu uso como ferramenta taxonômica, mesmo com o passar do tempo e após a emergência dos adultos. Assim, demonstrou ser uma excelente ferramenta de identificação, especialmente, porque a perícia é uma aplicação multidisciplinar na qual muitos profissionais não têm conhecimentos entomológicos suficientes para uma identificação morfológica.

No início do projeto, tínhamos como meta científica a aprovação de, pelo menos, 04 (quatro) artigos científicos em conferências nacionais, internacionais ou periódicos. Terminamos a pesquisa com um saldo de 11 trabalhos publicados em conferências, sendo um minicurso, quatro palestras e seis em forma de pôster. Além disso, tivemos dois capítulos de livro e um artigo.

Como metas acadêmicas, sugerimos a orientação de 02 (duas) dissertações de mestrado e 01 (uma) tese de doutorado. O Perito Criminal André Bello Bourdeaux Rego Machado concluiu o mestrado pela FIOCRUZ e Renata Meirelles Rosa Pinheiro pelo Museu Nacional – UFRJ. O Perito Legista Alípio dos Santos Rocha (segundo membro da equipe desse projeto) está cursando o doutorado no curso de Pós-Graduação em Biociências na Universidade do

Estado do Rio de Janeiro. Além da orientação acadêmica, como meta sócio-ambiental, os três peritos foram treinados, sendo os mestres em análise entomológica e o doutorando em entomogenética.

Considerações

As pesquisas realizadas permitirão reunir subsídios para programas de educação em serviço, além de elencar um conjunto mínimo de habilidades e saberes esperados na formação acadêmica dos profissionais envolvidos na área, facilitando a inserção da comunidade pericial na área entomológica. Além disso, os resultados desse projeto estão sendo utilizados para o desenvolvimento de trabalhos acadêmicos e publicação de resultados em periódicos de divulgação científica de primeira linha, contribuindo para a qualificação dos pesquisadores e programas de pós-graduação.

Uma grande contribuição social é diminuição no índice de investigações de homicídio não elucidadas, pois como a comunidade pericial sabe que "não há crime insolúvel, o que existe é uma investigação malfeita". E investigação malfeita é produto da decadência do sistema de segurança pública implantado no país, que começa com um local de crime mal preservado e termina com a notória prioridade governamental voltada aos elementos de segurança que traduzem truculência, em detrimento da ciência (ABC peritos oficiais).

Desta forma, o investimento em pesquisa na área de segurança pública, especialmente, relacionada a investigações de homicídio, refletirá diretamente na melhoria das condições sociais uma vez que aumentando a eficiência das investigações policiais pode-se reduzir o índice de criminalidade. Pois, a prova técnica garante o princípio do contraditório e da ampla defesa (OLIVEIRA-COSTA, 2011b).

Referências bibliográficas

AMENDT, J. et al. Best practice in forensic entomology—standards and guidelines. International Journal of Legal Medicine, v. 121, n. 2, p. 90–104, mar. 2007.

AMORIM, J.A. RIBEIRO, O.B.Distinction among the Puparia of Three Blowfly Species (Diptera: Calliphoridae) Frequently Found on Unburied Corpses, 2001.

ABC - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIMINALÍSTICA. Peritos Oficiais. Disponível em: http://www.abcperitosoficiais.org.br/index.php/noticias?start=20. Acesso em 07 julho 2018.

BARBOSA, R. R. et al. Cuticular hydrocarbon profiles as a chemotaxonomic tool for three blowfly species (Diptera: Calliphoridae) of forensic interest. Journal of Natural History, v. 51, n. 25–26, p. 1491–1498, 11 jul. 2017.

BLOMQUIST, G. J.; NELSON, D. R.; DE RENOBALES, M. Chemistry, biochemistry, and physiology of insect cuticular lipids. Archives of Insect Biochemistry and Physiology, v. 6, n. 4, p. 227–265, dez. 1987.

BRAGA, M. V. et al. Effect of age on cuticular hydrocarbon profiles in adult Chrysomya putoria (Diptera: Calliphoridae). Forensic Science International, v. 259, p. e37–e47, fev. 2016.

CARVALHO, L. M.; LINHARES, A. X.; TRIGO, J. R. Determination of drug levels and the effect of diazepam on the growth of necrophagous flies of forensic importance in southeastern Brazil. Forensic Science International, v. 120, n. 1–2, p. 140–144, 15 ago. 2001.
CATTS, E. P.; HASKELL, N. H. Entomology & Death: A Procedural Guide. Clemson, SC: Joyce's Print Shop, 1990.
CHAMOUN, C.A. COURI, M.S. LOURO, I.D. GARRIDO, R.G. MOURA-NETO, R.S. OLIVEIRA-COSTA, J.In vitro recovery and identification of Y-STR DNA from chrysomya albiceps (Diptera, calliphoridae) larvae fed a decomposing mixture of human semen and ground beef, Genetics and Molecular Research. 18 (2019). https://doi.org/10.4238/gmr18189.
CHAMOUN, C.A. COURI, M.S., GARRIDO, R.G. MOURA-NETO, R.S. OLIVEIRA-COSTA, J. Recovery & identification of human Y-STR DNA from immatures of chrysomya albiceps (Diptera: Calliphoridae). Simulation of sexual crime investigation involving victim corpse in state of decay, Forensic Science International. 310 (2020). https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2020.110239.
CLERY, J. M. Stability of prostate specific antigen (PSA), and subsequent Y-STR typing, of Lucilia (Phaenicia) sericata (Meigen) (Diptera: Calliphoridae) maggots reared from a simulated postmortem sexual assault. Forensic Science International, v. 120, n. 1–2, p. 72–76, 15 ago. 2001.
CURY, T. L. Determinação dos efeitos da Anfetamina e da Metanfetamina na taxa de desenvolvimento de Chrysomya megacephala (Díptera:Calliphoridae). Artigo Experimental—Campinas, SP: UNICAMP, 2005.
d'Almeida, J.M. De Mello, R. P. Comportamento de Dípteros Muscóides Frente a Substratos de Oviposição, em Laboratório, no Rio de Janeiro, RJ, Brasil, Mem Inst Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro. 91 (1996) 131–136
ESTRADA, D. A.; THYSSEN, P. J.; LINHARES, A. X. Efeito do fenobarbital no desenvolvimento de Chrysomya putoria (Diptera: Calliphoridae) e sua importância para a estimativa do intervalo pós-morte. Anais do 2o Seminário Internacional de Ciência e Tecnologia na América Latina. Anais... In: 2o SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA NA AMÉRICA LATINA. Campinas, SP: Coordenadoria de Relações Institucionais e Internacionais da UNICAMP, 2005
GOFF, M. L. et al. Effect of heroin in decomposing tissues on the development rate of Boettcherisca peregrina (Diptera, Sarcophagidae) and implications of this effect on estimation of postmortem intervals using arthropod development patterns. Journal of Forensic Sciences, v. 36, n. 2, p. 537–542, mar. 1991.
GOFF, M. L.; BROWN, W. A.; OMORI, A. I. Preliminary observations of the effect of methamphetamine in decomposing tissues on the development rate of Parasarcophaga ruficornis (Diptera: Sarcophagidae) and implications of this effect on the estimations of postmortem intervals. Journal of Forensic Sciences, v. 37, n. 3, p. 867–872, maio 1992.
GUNATILAKE, K.; GOFF, M. L. Detection of organophosphate poisoning in a putrefying body by analyzing arthropod larvae. Journal of Forensic Sciences, v. 34, n. 3, p. 714–716, maio 1989.
INTRONA, F. et al. Opiate analysis in cadaveric blowfly larvae as an indicator of narcotic intoxication. Journal of Forensic Sciences, v. 35, n. 1, p. 118–122, jan. 1990.
LEFEBVRE, F.; GAUDRY, E. Forensic entomology: a new hypothesis for the chronological succession pattern of necrophagous insect on human corpses. Annales de la Société entomologique de France (N.S.), v. 45, n. 3, p. 377–392, 1 jan. 2009.
MARQUES, C. B. Anatomia Interna e Fisiologia. In: RAFAEL, J. A. et al. (Eds.). Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia. Ribeirão Preto, SP: Holos, 2012.
MOORE, H. E. et al. Age estimation of Calliphora (Diptera: Calliphoridae) larvae using cuticular hydrocarbon analysis and Artificial Neural Networks. Forensic Science International, v. 268, p. 81–91, nov. 2016.
MOORE, H. E. et al. The potential use of cuticular hydrocarbons and multivariate analysis to age empty puparial cases of Calliphora vicina and Lucilia sericata. Scientific Reports, v. 7, n. 1, dez. 2017.

MORET, Y.; MOREAU, J. The immune role of the arthropod exoskeleton. Invertebrate Survival Journal, v. 9, p. 200–206, 2012.
OLIVEIRA-COSTA, J. Estimativa de Intervalo Pós-Morte - IPM. In: OLIVEIRA-COSTA, J. (Ed.). . Entomologia Forense – Quando os insetos são vestígios. Campinas, SP: Millennium, 2011a. p. 17–42.
OLIVEIRA-COSTA, J. (ED.). Entomologia Forense: Quando os insetos são vestígios. 3. ed. Campinas, SP: Millennium, 2011b.
OLIVEIRA-COSTA, J. Entomologia Forense para Estimativa de IPM. In: HERCULES, H. C. (Ed.). Medicina Legal: Texto Atlas. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ: Atheneu, 2014. p. 741–760.
REPOGLE, J. et al. Identification of host DNA by amplified fragment length polymorphism analysis: preliminary analysis of human crab louse (Anoplura: Pediculidae) excreta. Journal of Medical Entomology, v. 31, n. 5, p. 686–690, set. 1994.
UTSUNO, H.; MINAGUCHI, K. Influence of template DNA degradation on the genotyping of SNPs and STR polymorphisms from forensic materials by PCR. The Bulletin of Tokyo Dental College, v. 45, n. 1, p. 33–46, fev. 2004.
YE, G. et al. Cuticular Hydrocarbon Composition in Pupal Exuviae for Taxonomic Differentiation of Six Necrophagous Flies. Journal of Medical Entomology, v. 44, n. 3, p. 7, 2007.
ZHU, G. H. et al. Development changes of cuticular hydrocarbons in Chrysomya rufifacies larvae: potential for determining larval age. Medical and Veterinary Entomology, v. 20, n. 4, p. 438–444, dez. 2006.
ZHU, G. H. et al. Puparial case hydrocarbons of Chrysomya megacephala as an indicator of the postmortem interval. Forensic Science International, v. 169, n. 1, p. 1–5, jun. 2007.

A TECNOLOGIA A SERVIÇO DA PERÍCIA:

VIOLÊNCIA SEXUAL E O BANCO ESTADUAL DE PERFIS GENÉTICOS DO RIO DE JANEIRO

Selma Lílian Sallenave Sales, Arthur de Mello Prates, Priscila Afonso Torres

Selma Lílian Sallenave Sales é Perita Criminal, lotada no Instituto de Pesquisa e Perícia em Genética Forense (IPPGF / DGPTC / SEPOL)
Arthur de Mello Prates é Perito Legista, lotada no Instituto de Pesquisa e Perícia em Genética Forense (IPPGF / DGPTC / SEPOL)
Priscila Afonso Torres é Perita Legista, lotada no Instituto de Pesquisa e Perícia em Genética Forense (IPPGF / DGPTC / SEPOL)

O Projeto

A violência sexual é vista como um fenômeno complexo e de difícil solução, envolvendo não somente a questão judicial, mas, constituindo-se também em um grave problema social e de saúde pública [1].

O Anuário Brasileiro de Segurança Pública 2020 a 2021 mostrou que em 2020 tivemos 62.917 ocorrências de estupro no país. Em 2021, esses números foram maiores, com 66.020 notificações, um aumento provavelmente relacionado à frequência maior de registros feitas progressivamente durante o avançar da pandemia [2].

Segundo dados do ISP (Instituto de Segurança Pública), o número de casos de estupro no Estado do Rio de Janeiro foi de 4746 pessoas em 2020, subindo para 5110 em 2021 e 4749 ate outubro de 2022. Esses números são, no entanto, considerados subnotificados, já que o constrangimento e o abalo emocional e físico das vítimas, aliados à sensação de impunidade devido à dificuldade em punir o agressor podem ser considerados fatores que contribuem para essa subnotificação [3].

Os dados apresentados apontam os limites dos registros criminais de estupro e o imenso desafio à prevenção e combate à violência sexual no Brasil e Estado do Rio de Janeiro. Os números existentes sugerem que a violência sexual ainda constitui um obstáculo de grande envergadura, sendo, portanto, de imensa importância seu enfrentamento.

O Instituto de Pesquisa e Perícias em Genética Forense (IPPGF) que representa o órgão oficial de perícias em Genética Forense da Polícia Civil do Estado do Rio de Janeiro (PCERJ) atua na resolução de casos que envolvem em sua maioria, identificação de cadáveres, resolução de crimes de violência sexual, amostras colhidas em local de crime e/ou veículos e situações diversas.

Neste contexto, a importância da investigação laboratorial pericial está na identificação de sêmen em amostras provenientes de evidências criminais. Tais amostras podem ser encontradas isoladas ou, como na maioria das vezes, combinadas com outros materiais, sejam estes biológicos ou não: sangue, pus, secreção vaginal, vaselina, lubrificantes, fezes,

urina, terra, entre outros. Peças de vestuário íntimo da vítima e do suposto autor, vestimentas em geral, roupas de cama, paredes, tapetes, cadeiras, sofás, toalhas, papéis higiênicos e solo, estão entre os suportes em que mais frequentemente são observadas manchas contendo sêmen. O suabe vaginal, anal ou oral, ou mesmo o suabe coletado em outras regiões do corpo da vítima, como faces internas das coxas, regiões glúteas e baixo ventre, são da mesma forma, de extrema importância como prova técnica [4, 5] .

A maior dificuldade no emprego do exame de DNA em casos de crimes sexuais através da técnica de PCR multiplex reside na frequente mistura de material biológico do agressor e da vítima. Isto porque a presença simultânea de sêmen e células epiteliais da vítima pode prejudicar a identificação do perfil genético do agressor, sobretudo quando a quantidade de células femininas é bem superior [6, 7]. Assim, desenvolver estratégias para a obtenção de perfis de DNA a partir de regiões STRs autossômicas e/ou STR sexuais (cromossoma Y), tem aumentado a perspectiva para a resolução de crimes. Da mesma forma, a geração de bancos de DNA que possam auxiliar na eficácia e rapidez desta mesma resolução, representa um enorme potencial de redução da criminalidade [8,9]. Estudos comprovam que aumentar a probabilidade de punição efetivamente reduz a quantidade de crimes cometidos [10, 11, 12].

Atualmente, o Banco de Perfis Genéticos do Estado do Rio de Janeiro possui cerca de 3400 perfis genéticos inseridos, dos quais 38% são de familiares de pessoas desaparecidas, 19% são de restos mortais não identificados, 7% de vestígios (incluindo vestígios de crimes sexuais) e 33% de condenados por crime hediondo e 3% outros. Embora o Rio de Janeiro tenha sido o primeiro estado a possibilitar a identificação de uma pessoa desaparecida com o auxílio do Banco Estadual, e venha se mantendo entre os primeiros lugares do Brasil na inserção de perfis genéticos relacionados a desaparecidos, está clara a necessidade de aumentar a inserção de perfis de evidências criminais, principalmente crimes de violência sexual e homicídios. Essa categoria, não representa atualmente nem 10% das amostras do Banco.

Desta forma, os dados aqui apresentados apontam os limites dos registros criminais de estupro e o imenso desafio à prevenção e combate à violência sexual no Brasil e Estado do Rio de Janeiro. Os números existentes sugerem que o tema ainda constitui um obstáculo de grande envergadura, sendo, portanto, de imensa importância seu enfrentamento através do incremento das estratégias existentes, bem como do desenvolvimento de novas.

Objetivos

1) Verificar a especificidade da técnica na obtenção do perfil genético das amostras em relação à extração de DNA pelo método EZ01 (Qiagen) frente à mistura com diferentes fluidos biológicos (sangue, fezes, secreção vaginal e urina);

2) Verificar a sensibilidade da técnica na obtenção do perfil genético das amostras em relação à extração de DNA pelo método EZ01 (Qiagen) frente a suportes de tecidos de algodão, lycra e jeans;

3) Determinar os perfis de STR-Y e STR autossômico de amostras sêmen-positivas de casos abertos, utilizando a técnica de PCR multiplex (PPY 23 e PP Fusion 6C) objetivando uma possível inserção no Banco Estadual de DNA do Rio de Janeiro a fim de potencializar a busca de criminosos;

4) Diminuir à demanda reprimida de casos abertos de violência sexual do IPPGF, nos quais a investigação não logrou êxito em apontar um suspeito para exame de confronto;

Principais resultados e recomendações

1- O teste de sensibilidade e de especificidade não demonstrou alterações na análise do DNA obtido, nem em relação ao tipo de fluido biológico que se apresentava misturado ao sêmen (sangue, urina, secreção vaginal e fezes) e nem em relação ao tipo de suporte (algodão, lycra e jeans).

2 - Na maioria das amostras analisadas (70%) foi possível obter perfil genético parcial ou completo de boa qualidade, independente do suporte ou da idade do material, demonstrando que esses parâmetros parecem não influenciar de forma marcante.

3 - Como esperado, a frequência de misturas de perfis contendo material masculino e feminino foi de quase 100% nas amostras provenientes das roupas íntimas femininas e o fato do método de extração diferencial utilizado não ter se mostrado eficiente na separação das frações de ambos os sexos, diminuiu muito a chance de inclusão desses perfis no banco.

4 - A ausência da amostra de referência da vítima e/ou suspeito foi o fator que mais contribuiu para a não inserção dos perfis no Banco de DNA, corroborando a necessidade de criar estratégias de rotina obrigatória de coleta prévia de amostra de referência no momento do exame de corpo delito.

Produção gerada no desenvolvimento do projeto até 2022

1. Apresentação no Seminário "Crimes Sexuais" promovido pela ACADEMIA DE POLICIA SYLVIO TERRA (ACADEPOL/SEPOL) em março de 2022, à distância, com o trabalho: **"A Tecnologia a Serviço da Perícia: violência sexual e o Banco Estadual de perfis genéticos".**

2. Apresentação no Congresso Nacional de Genética (CONAGEN), realizado no período de 04 a 06 de outubro de 2021, à distância, com o trabalho: **"A Tecnologia a Serviço da Perícia: violência sexual e o Banco Estadual de perfis genéticos".**

3. Apresentação no Projeto "NÓS MULHERES" promovido pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, realizado em agosto de 2021, à distância, com o trabalho: **"O DNA a serviço da Perícia: crimes sexuais".**

4. Apresentação no Seminário Desvendando o DNA: IPPGF 15 anos realizado em novembro de 2020, à distância, com o trabalho: **"Genética e Tecnologia no combate aos crimes sexuais".**

5. Apresentação na Reunião "LIVE RIBPG na REDE" promovido pela Rede Integrada de Bancos de Perfis Genéticos (MJSP) realizado em 26 de novembro de 2020, à distância, com o trabalho: **"IPPGF 15 anos: projeto de violência sexual".**

6. Publicação de entrevista na revista da FAPERJ, em 30 de julho de 2020. https://siteantigo.faperj.br/?id=4036.2.4 Título: "**Peritos criminais criam projeto para aprimorar investigação de crimes de violência sexual".**

Referências bibliográficas

[1] Lima, A. C e Deslandes S. F. Violência sexual contra mulheres no Brasil: conquistas e desafios do setor saúde na década de 2000. Saúde Soc. São Paulo, v.23, n.3, p.787-800, 2014.

[2] Anuário brasileiro de Segurança Pública 2020-2021. Disponível em: https://forumseguranca.org.br/wp-content/uploads/2022/06/anuario-2022.pdf?v=5 Acesso em 12 de dezembro de 2022.

[3] Instituto de Segurança Pública do Rio de Janeiro. Dados disponíveis no site: SP - disponível no endereço eletrônico: http://www.ispvisualizacao.rj.gov.br/ Acesso em 12 de dezembro de 2022.

[4] Menacker, T.A e cols. The Use of Forensic Evidence in Sexual Assault Investigations Perceptions of Sex Crimes Investigators, Violence against woman,v.18, 2016.

[5] Teixeira, W.R.G. A Importância do Swab na Perícia de Estupro. Revista do Instituto de Medicina Social e de Criminologia de São Paulo. nº 1, 1998a.

[6] Roewer, L. The use of the Y chromossome in forensic genetics - current practices and future perspectives. International Congress Series 1239, 279-280, 2003.

[7] Kayser M. Forensic use of Y-chromosome DNA: a general overview, Human Genetics. 2017; 136(5): 621–635

[8] Banco de DNA identifica suspeito de crimes sexuais em série. Disponível em: http://www.gazetadigital.com.br/editorias/cidades/banco-de-dna-identifica-suspeito-de-crimes-sexuais-em-serie/471940. Acesso em 01 de novembro de 2018

[9] Após 24 anos, teste de DNA leva estuprador à prisão nos EUA... https://noticias.uol.com.br/internacional/ultimas-noticias/the-new-york-times/2017/05/05/após -24-anos-teste-de-dna-leva-estuprador-a-prisao-nos-eua., Acesso em 01 de novembro de 2018

[10] Lei nº 12.654/2012. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12654.htm. Acesso em 01 de novembro de 2018.

[11] Decreto nº 7.950/2013. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Decreto/D7950.htm. Acesso em 06 de novembro de 2018.

[12] FBI Disponível em: http://www.fbi.gov/hq/lab/codis/clickmap.htm. Acesso em 01 de novembro de 2018.

DNA DE CONTATO:

OTIMIZAÇÃO DE TÉCNICAS DE COLETA E AMPLIFICAÇÃO DE STR PARA AMOSTRAS PROVENIENTES DE LOCAIS DE HOMICÍDIOS

Alexandre Giovanelli, Tatiana Hessab de Castro Aranha, Alexandre Trece, Ariana dos Santos

Alexandre Giovanelli é Perito Criminal, lotado no Laboratório de Perícias de Entorpecentes e Psicotrópicos (LPEP / DGPTC / SEPOL).
Tatiana Hessab de Castro Aranha é Perito Criminal, lotada no Instituto de Pesquisa e perícia em Genética Forense (IPPGF / DGPTC / SEPOL)
Alexandre Trece é Perito Papiloscopista, vice-Diretor do Instituto de Identificação Félix Pacheco (IIFP / DGPTC / SEPOL).
Ariana dos Santos é Perito Criminal, lotada na Delegacia de Homicídios da Capital (DHC / DGHPP / SEPOL).

O Projeto

Nos últimos anos, o uso de técnicas associadas ao material genético encontrado em cena de crime tem apresentado grande avanço. Em 1997 foi reportado pela primeira vez que perfis genéticos completos poderiam ser obtidos a partir de objetos tocados por um suspeito. A partir daí diversos tipos de objetos foram investigados quanto à possibilidade de coleta de DNA, incluindo documentos, munições, ferramentas, roupas, luvas, óculos, relógios, veículos, portas. Essa área de desenvolvimento vem sendo denominada de DNA de toque, DNA de contato ou DNA vestigial. Amostras deste tipo apresentam concentrações de DNA frequentemente bem abaixo do limiar recomendado de detecção e/ou interpretação do perfil genético obtido. Por isso mesmo, em quaisquer das etapas de processamento das amostras, a perda de frações de DNA ou a possibilidade de contaminação, podem inviabilizar a obtenção de perfil genético satisfatório. Um fator importante para o sucesso na obtenção de material proveniente de DNA de contato é o método empregado na recuperação de DNA. Diversos métodos de coleta de DNA são utilizados em locais ou objetos relacionados a crimes, sendo os mais comuns: uso de suabes de vários tipos, uso de adesivos, raspagem e o corte de segmentos de tecido.

Dentre estes, o primeiro grupo de dispositivo de coleta é o mais comum em diversas agências de investigação forense, no Brasil e no mundo, as quais utilizam o método conhecido como de duplo suabe. Vale ressaltar que a eficiência de recuperação de DNA de contato pode ser influenciada pelo tipo de suabe utilizado. Os suabes confeccionados em fibras sintéticas (*rayon, nylon, polyester*), em geral, apresentam maior eficiência na absorção de soluções e na liberação de células aderidas à sua superfície. No entanto, essa maior absorção não necessariamente está associada com uma maior taxa de recuperação de DNA. Além disso, o tipo de substrato pode ter um impacto direto sobre a eficiência de certos tipos de suabe.

No Brasil, existe uma demanda crescente de DNA de contato coletado a partir de veículos envolvidos em roubos e homicídios. Nesse caso especificamente, a coleta de DNA e de impressões digitais são eficientes ferramentas para a investigação policial. No entanto é preciso o estabelecimento de critérios para a escolha mais eficiente do método a ser

utilizado. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de diferentes tipos de procedimento na recuperação de DNA de contato a partir de superfícies variadas e a partir de levantadores articulados utilizados para a coleta de impressões digitais.

Objetivos específicos

a) Estabelecer o dispositivo de coleta mais eficiente para recuperação de DNA de contato a partir de suportes de impressões digitais latentes e a viabilidade do uso de PCR direta;

b) Estabelecer o dispositivo de coleta (tipo de suabe) mais eficiente para recuperação de DNA de contato a partir de diferentes superfícies de veículos;

c) Propor procedimentos que otimizem a coleta de vestígios de DNA em locais de crime, de acordo com testes efetuados no laboratório e de referências da literatura.

Principais resultados e recomendações

1. Recuperação de DNA de contato a partir de levantadores articulados para coleta de impressões.

A) O método tradicional de extração orgânica para amostras com pouco DNA foi mais eficiente do que a metodologia de PCR direta;
B) A PCR direta apresenta limitação, provavelmente relacionada ao diâmetro do suabe a ser inserido no tubo com reagentes de PCR, bem como de interação entre a amostra e a superfície do suabe, possivelmente relacionada à liberação de material genético para a solução ou a alteração de alguma etapa da ciclagem de DNA.

C) A taxa recuperação de DNA a partir de cartões de coleta de impressões digitais foi extremamente baixa. Isso porque o uso destes levantadores promove a perda de DNA em decorrência da necessidade de manipulações sucessivas em laboratório, bem como uma possível inibição da PCR pelo pó revelador. O ideal é que, antes da coleta de impressão digital, seja feita uma análise em relação à opção de coleta de impressão ou coleta de DNA. Se for feita a coleta de impressão e se verificar, posteriormente, a necessidade da tentativa de recuperação de DNA, recomenda-se o uso de recorte do tape de impressão, seguido por extração orgânica.

2. Recuperação de DNA de contato a partir de diferentes suabes e superfícies.

A) O suabe PurFlock®, mostrou maior eficiência na recuperação de alelos do doador do que os demais (algodão e 4N6FLOQSwabs™), principalmente em situações em que houve pequena quantidade de DNA. Esse suabe é o mais indicado para a coleta em veículos envolvidos em crime, sendo que o suporte poderia se restringir ao câmbio e eventualmente ao volante. A desvantagem do volante é a grande superfície a ser amostrada em relação à manopla do câmbio e a dificuldade de determinação da área tocada pelo suspeito, uma vez que a forma de segurar no volante varia de uma pessoa para outra, o que poderia interferir na taxa de recuperação de DNA.

B) O presente estudo corrobora a necessidade de avaliações sobre o material e métodos de coleta de amostras biológicas levando em conta todo o processo de coleta, extração e amplificação em conjunto. O presente estudo também aponta para a necessidade de teste de métodos de extração com os mesmos dispositivos de coleta, de forma a adequar o processo à realidade de cada laboratório.

C) O suabe de algodão apresentou performance razoável e poderia ser utilizado em casos menos exigentes ou em que se espera encontrar maiores concentrações de DNA. Enquanto o suabe PurFlock® poderia ser utilizado em superfícies específicas. Tal opção se justifica pela diferença no custo dos suabes, sendo o Purflock® muito mais oneroso.

3. Proposta de procedimentos para a coleta de DNA em locais de crime.

A) Em setembro de 2019 foi realizada uma capacitação geral e inicial para todos os peritos do estado acerca da coleta de DNA em local de crime, incluindo os peritos da Divisão de Homicídios. Adicionalmente foi sugerido pela administração a inclusão de módulos administrativos para inclusão de ensino de competências voltadas para os policiais em geral (inspetores e investigadores de polícia). A capacitação ocorreu em sala de aula, com uso de material didático e com o apoio do Centro de Estudos e Pesquisas Forenses (CEPF) do Departamento de Polícia Técnico Científica (DGPTC). O curso foi oficialmente realizado pela instituição, conforme Figura 3, e foi objeto de elogio institucional através do SEI 360007/000072/2020.

B) As sugestões de padronização de procedimentos foram consolidadas no livro técnico, intitulado: “Coleta de DNA em locais de crime: procedimentos e aplicações”. O material é composto por parte textual e diversas ilustrações, obtidas tanto da rotina do laboratório, como dos experimentos realizados para o presente Edital da Faperj e referências da literatura especializada. O livro apresenta os seguintes registros:

ISBN (livro físico): 978-65-252-4629-1 ISBN (e-book): 978-65-252-4630-7
DOI: 10.48021/978-65-252-4629-1

Produtos gerados no desenvolvimento do presente projeto

1. Apresentação no Congresso Internacional Interforensics, realizado no período de 02 a 05 de novembro de 2021, em Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil, com o trabalho: "Eficiência de suabes na recuperação de DNA de contato em veículo" (comprovante em anexo).

2. Apresentação no I Congresso Brasileiro de Genética Multidisciplinar (CONBRAGEM), realizado no período de 15 a 18 de julho de 2021, à distância, com o trabalho: "DNA de contato em locais de crime: potencialidades e limitações" (comprovante em anexo).

3. Publicação de trabalho completo, na forma de capítulo de livro, do I CONBRAGEM, com organização de Carliane Rebecca Coelho da Silva e Igor Luiz Vieira de Lima Santos, Editora Science, Campina Grande, ISBN: 978-65-00-33702-0. Capítulo intitulado: "DNA de contato em locais de crime: potencialidades e limitações" (comprovante em anexo).

4. Publicação de artigo científico na revista internacional Journal of Forensic Sciences, em março de 2022, no volume 67, número 2, pg 707-711. https://doi.org/10.1111/1556-4029.14932. Título: "Touch DNA recovery from vehicle surfaces using different swabs", autores: Alexandre Giovanelli; Rodrigo Grazinoli Garrido, Alípio Rocha, Tatiana Hessab. (comprovante em anexo).

5. Publicação de livro, intitulado: "Coleta de DNA em locais de crime: procedimentos e aplicações.

Referências bibliográficas

Van Oorschot RAH, Jones MK: DNA fingerprints from fingerprints. Nature 1997, 387:767.

Sewell J, Quinones I, Ames C, Multaney B, Curtis S, Seeboruth H, Moore S, Daniel B: Recovery of DNA and fingerprints from touched documents. Forensic Sci Int Genet 2008, 2:281-285.

Dziak, R; Peneder, A; Buetter, A and Hageman, C. Trace DNA Sampling Success from Evidence Items Commonly Encountered in Forensic Casework. J Forensic Sci, 2017 1-7

Burrill, J.; Daniel, B.; Frascione, N. A review of trace "Touch DNA" deposits: Variability factors and na exploration of cellular composition. Forensic Science International: Genetics 39 (2019) 8–18.

Bonsua, D.O.M; Higginsc, D.; Austina, J.J. Forensic touch DNA recovery from metal surfaces – A review. Science & Justice 60 (2020) 206–215.

Oorschot, RAH; Ballantyne, KN; Mitchell, RJ. Forensic trace DNA: a review. Investigative Genetics 2010, 1:14

Cavanaugh, SE; Bathrick, AS. Direct PCR amplification of forensic touch and other challenging DNA samples: A review Forensic Science International: Genetics 32: 40–49, 2018

Alketbi, S.K. The Affecting Factors of Touch DNA. J Forensic Res 2018, 9:3

Hess, S.; Haas, C. Recovery of Trace DNA on Clothing: A Comparison of Mini-tape Lifting and Three Other Forensic Evidence Collection Techniques. J Forensic Sci, 2016 Jan;62(1):187-191.

Hui Dong, Jing Wang, Tao Zhang, Jian-ye Ge, Ying-qiang Dong, Qi-fan Sun, Chao Liu, Cai-xia Li. Comparison of preprocessing methods and storage times for touch DNA samples Croat Med J. 2017;58:4-13

Sweet D, Lorente M, Lorente JA, Valenzuela A, Villanueva E (1997). An improved method to recover saliva from human skin: the double swab technique. J Forensic Sci 42:320–322.

Hartless, S.; Walton-Williams, L.; Williams, G. Critical evaluation of touch DNA recovery methods for forensic purposes. Forensic Science International: Genetics Supplement Series 7 (2019) 379–380.

Comtea, J.; Baechlerb, S.; Gervaixa, J.; Locke, E.; Milonf, M.P.; Delémontc, O.; Castellaa, V. Touch DNA collection – Performance of four different swabs. Forensic Science International: Genetics 43 (2019) 102-113.

Haase, H.T.; Mogensen, H.S.; Petersen, C.B.; Petersen, J.F.; Holmer, A.; Børsting, C.; Pereira, V. Optimization of the collection and analysis of touch DNA traces. Forensic Science International: Genetics Supplement Series 7 (2019) 98–99.

Bruijns, B.B.; Tiggelaar, R.M.; Gardeniers, H. The Extraction and Recovery Efficiency of Pure DNA for Different Types of Swabs. J Forensic Sci, 2018 Sep;63(5):1492-1499.

Verdon, T.J.; Mitchell, R.J.; van Oorschot, R.A.H. Swabs as DNA Collection Devices for Sampling Different Biological Materials from Different Substrates. J Forensic Sci, 2014 Jul;59(4):1080-9.

Fridman, C.; Gonçalves, F.T.; Francisco, D.O. Efficiency of Casework Direct Kit for extraction of touch DNA samples obtained from cars steering wheels. Forensic Science International: Genetics Supplement Series 7 (2019) 16–18.

Hammer, Øyvind., Harper, David .A.T., Ryan, Paul .D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. Palaeontologia Electronica v. 4, n. 1, 9p, 2001.

Alketbia, S.K; Goodwina, W. The effect of surface type, collection and extraction methods on touch DNA. Forensic Science International: Genetics Supplement Series 7 (2019) 704–706.

5

ESTUDO DE CONCORDÂNCIA DOS SISTEMAS PRECISION ID EM UMA GRANDE AMOSTRA POPULACIONAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, VISANDO A IMPLANTAÇÃO DA TECNOLOGIA NGS EM LABORATÓRIOS CRIMINAIS DE DNA

Carolina Bottino Gruszkowski Fratani

Perita Legista, lotada no Instituto de Pesquisa e Perícia em Genética Forense (IPPGF / DGPTC / SEPOL)

Apresentação e objetivos do projeto

A Genética Forense é um campo da Biologia que visa estabelecer a identidade do doador de uma amostra biológica – por exemplo, sangue, sêmen, ossos, cabelos, dentes, músculo e saliva – relacionada a alguma investigação criminal através da análise de seu DNA. Tais investigações incluem exames de paternidade/vínculo genético, identificação de vítimas de desastres de massa, identificação de pessoas desaparecidas, crimes de violência sexual, etc (Alvarez-Cubrero et al, 2012; Budowle & van Daal, 2008; Butler, 2005).

A metodologia mais empregada hoje envolve o estudo de regiões microssatélites – *short tandem repeats*, ou STRs – após a amplificação do material genético numa reação de PCR e análise dos fragmentos de DNA através de eletroforese capilar. Estas regiões são compostas de sequências repetitivas em tandem de 4 ou 5 pares de bases, cujo número de repetições varia de indivíduo para indivíduo. Por serem regiões altamente polimórficas, o mapeamento de 10 a 17 STRs costuma fornecer o poder de discriminação necessário para uma identificação inequívoca (Butler, 2005). Esta técnica, embora largamente utilizada, apresenta algumas limitações, tais como a necessidade da utilização de padrões auxiliares nas análises (peso molecular e escada alélica), além do fato de que os fragmentos são identificados apenas por seu tamanho, desconsiderando a sequência do DNA. Além disso, em muitos casos a própria natureza da amostra forense é limitante, pois devido à exiguidade do material ou seu estágio de degradação, não há material disponível em quantidade suficiente para proceder com várias análises.

Neste contexto, as plataformas de sequenciamento massivo paralelo (SMP) de DNA auxiliariam a rotina forense, com redução de tempo e gastos. O termo foi criado em 2000 pelo grupo de Sydney Brenner (Brenner et al, 2000), e hoje uma técnica SMP pode ser definida como um método de alta capacidade usado para determinar a sequência de nucleotídeos de uma porção do genoma de um indivíduo, usando tecnologias de sequenciamento de DNA que são capazes de processar múltiplas sequencias em paralelo (Brujins et al, 2018). Técnicas de SMP – também chamadas NGS (*next generation sequencing*, ou sequenciamento de nova geração) – já são utilizadas em larga escala em laboratórios do mundo todo, especialmente em estudos e exames voltados para Genética Clínica e Oncogenética. No contexto forense, uma das vantagens desta tecnologia é que uma vez que a amostra de DNA de pessoas envolvidas em um crime, como por exemplo estupro, é analisada e o tamanho da repetição determinado, é possível discriminar também a sequência de nucleotídeos dos alelos. Podemos observar uma igualdade no polimorfismo do tamanho e diferenças na sequência de nucleotídeos das regiões repetitivas – os chamados isoalelos. Este tipo de informação é muito útil para diferenciar amostras e melhorar a deconvolução de misturas (Bottino et al, 2015; de Knijff, 2018).

O processamento das amostras – que hoje já pode ser totalmente automatizado – se inicia com a formação de bibliotecas de DNA e sua amplificação. Nesta etapa, cada amostra recebe um identificador ("barcode") que, por ser único, permite a análise de várias amostras simultaneamente. Em seguida, estas bibliotecas são sequenciadas em um dos equipamentos disponíveis no mercado, tais como as plataformas Ion Torrent PGM/S5 (Life Technologies), usadas neste trabalho. Por fim, a análise dos resultados é uma etapa crucial, possível graças ao apoio de softwares específicos (Biswas et al, 2014; Seo et al, 2013).

Desde 2013, muitos trabalhos tem demonstrado a utilidade de técnicas SMP para a Genética Forense, inclusive na análise de regiões STR autossômicas (Bottino et al, 2015; Fordyce et al, 2015; Gettings et al, 2015; 2016; 2018; Novroski et al, 2016; Warshauer et al, 2013; 2015; Devesse et al, 2018). Entretanto, para que tal potencial se traduza em resultados efetivos para as investigações e para a Justiça, é necessário que sejam caracterizados, em diversas populações, novas frequências alélicas levando-se em consideração os polimorfismos não detectados pela técnica convencional de eletroforese capilar. Seguindo as exigências da Sociedade Internacional de Genética Forense (ISFG), é necessário genotipar um mínimo de 500 indivíduos não relacionados para que as frequências alélicas de marcadores STR autossômicos possam ser consideradas representativas da população (Carracedo et al, 2014). Desta forma, para que a técnica de SMP seja implementada com sucesso na rotina pericial do Estado do Rio de Janeiro, se faz necessário caracterizar a diversidade genética de sua população conforme as diretrizes vigentes.

Desta forma, o objetivo principal deste projeto é verificar a concordância entre 2 metodologias de genotipagem de STRs autossômicos (eletroforese capilar e sequenciamento massivo paralelo) em uma grande amostra populacional do Estado do Rio de Janeiro, detectando novos polimorfismos e estabelecendo suas frequências alélicas. Espera-se, com isso, auxiliar na futura implantação da tecnologia MPS, não apenas no IPPGF-RJ, mas em todos os serviços de Perícia Oficial em Genética Forense do Brasil.

Desenvolvimento e resultados preliminares

Resumidamente, amostras de DNA de 500 indivíduos não relacionados, entre homens e mulheres, residentes no estado do RJ, foram selecionadas aleatoriamente a partir de amostras coletadas no Instituto de Pesquisa e Perícias em Genética Forense (IPPGF), da Polícia Civil do Estado do Rio de Janeiro (PCERJ) para a elaboração de exames periciais. Todas as coletas foram voluntárias e realizadas mediante assinatura de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, no qual os doadores autorizam o uso de suas amostras de DNA para pesquisas e estudos populacionais. As amostras incluíam suabes orais, suabes de sangue a amostras de sangue em papel FTA.

A análise de marcadores STR autossômicos para identificação humana foi feita, simultaneamente, por 2 metodologias:

> Eletroforese capilar; com o kit Globalfiler (Life Technologies), seguida de análise no ABI 3500 (Life Technologies) e análise dos eletroferogramas no software Gene Mapper ID-X (Life Technologies);

> Sequenciamento massivo paralelo; com o kit Precision ID Globalfiler STR Panel v2 (Life Technologies), sendo parte sequenciada no equipamento Ion Torrent PGM (Thermo Fisher Scientific), e parte no equipamento Ion Genestudio S5 (Thermo Fisher Scientific). As análises finais e obtenção dos genótipos foram realizadas com emprego do plugin HID Genotyper™ plugin (Thermo Fischer Scientific) e dos softwares IGV e STRait Razor 3.0, conforme descrito (Seo et al, 2013; Fordyce et al, 2015; Woerner et al, 2017).

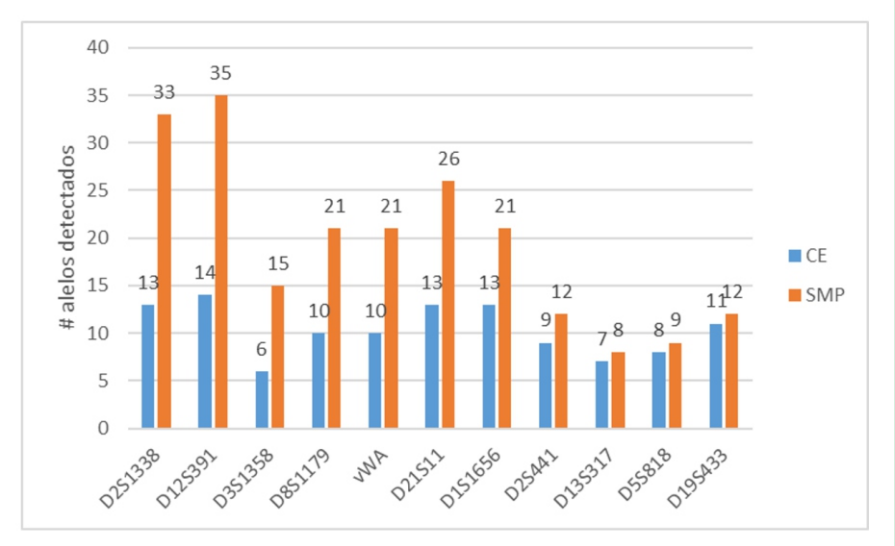
Após a obtenção dos perfis genéticos das amostras pelas duas técnicas, foi verificada a concordância entre eles, bem como a presença de alelos com polimorfismos de sequência – chamados isoalelos. Os cálculos de frequências alélicas e parâmetros forenses (heterozigozidade, probabilidade de identidade, poder de discriminação e poder de exclusão) foram realizados utilizando a ferramenta online STRAF 1.0.5 (http://cmpg.unibe.ch/shiny/STRAF/) (Gouy & Zieger, 2017). .

Embora o kit Globalfiler permita a análise simultânea de 24 marcadores do tipo STR por CE, e o kit Precision ID Globalfiler STR Panel v2 permita a análise de 35 marcadores por SMP, apenas 20 marcadores STR autossômicos estão presentes em ambos os kits: D3S1358, vWA, D16S539, CSF1PO, TPOX, D8S1179, D21S11, D2S441, D19S433, TH01, FGA, D22S1045, D5S818, D13S317, D7S820, D10S1248, D1S1656, D12S391, D2S1338 e D18S51. Sendo assim, apenas estes marcadores foram considerados neste projeto, uma vez que o objetivo era analisar a concordância entre as técnicas.

Dentre os marcadores genéticos analisados, 8 não apresentaram polimorfismos de sequência, ou seja, não apresentaram variações nas regiões repetitivas que os caracterizam: CSF1PO, D10S1248, D16S539, D22S1045, D7S820, FGA, TH01, TPOX. Os demais marcadores genéticos analisados - D12S391, D13S317, D19S433, D1S1656, D21S11, D2S1338, D2S441, D3S1358, D5S818, D8S1179, vWA – que apresentaram tais polimorfismos possuem uma característica em comum: em geral, marcadores com repetições compostas ou complexas apresentam mais polimorfismos.

A figura 1 mostra a comparação do número de alelos detectados por CE e por SMP. Com a primeira técnica, são considerados apenas o tamanho dos alelos, como reflexo do número de repetições. Já no SMP, além do tamanho, também são consideradas as sequências dos nucleotídeos, diferenciando mesmo polimorfismos pontuais. Destacam-se os locais genéticos D2S1338, D12S391 e D3S1358, com incrementos de 150% ou mais no número de alelos detectados na comparação entre as técnicas.

Figura 1: Comparação do número de alelos detectados por eletroforese capilar (CE) e por sequenciamento massivo paralelo (SMP) nos locais genéticos que apresentaram polimorfismos de sequência em suas regiões repetitivas – isoalelos.



Com relação às frequências alélicas e cálculo de parâmetros forenses, alterações em tais parâmetros foram verificadas somente nos locais genéticos em que foram detectados isoalelos. De modo geral, pode-se observar aumento na heterozigosidade (+6,27%), no poder de discriminação (+2,6%), e no poder de exclusão (+16,03%), e ao mesmo tempo redução na probabilidade de identidade (-31,17%).

Considerações finais

Diversos trabalhos já demonstram que a análise de STRs autossômicos por sequenciamento massivo paralelo (SMP) é uma técnica bastante sensível e robusta, aplicável às análises forenses de rotina. Em relação à técnica atualmente usada (eletroforese capilar), o SMP apresenta diversas vantagens, tais como: é uma técnica que utiliza os mesmos marcadores genéticos e processos de interpretação similares, facilitando a incorporação dos resultados à rotina pericial; não necessita padrões externos às amostras (como marcadores de peso molecular e escada alélica); é plenamente aplicável a amostras exíguas e degradadas, frequentemente encontradas na rotina forense; e é possível automatizar grande parte do processo, agregando facilidade e reprodutibilidade às análises.

Ao incluir a análise dos marcadores STR por sua sequência, a técnica de SMP permite a detecção de isoalelos em diversos marcadores genéticos. Neste projeto, o SMP permitiu detectar um número maior de alelos do que os detectados por eletroforese capilar (CE), chegando a um aumento de 2,5x em alguns locais genéticos (D2S1338, D12S391 e D3S1358).

A detecção de um número maior de alelos se reflete nas alterações verificadas nos parâmetros forenses avaliados, com aumento da heterozigosidade, do poder de discriminação e do poder de exclusão, bem como diminuição na probabilidade de identidade. Isso indica que a análise de marcadores STR por SMP pode contribuir muito na discriminação de indivíduos e nas análises forenses mais desafiadoras, especialmente envolvendo amostras com mistura de DNA de 2 ou mais indivíduos.

É importante ressaltar que os resultados deste projeto ainda não estão concluídos. Algumas dificuldades acabaram atrasando a conclusão das atividades, em especial a pandemia da COVID-19. Apesar das dificuldades, este projeto já está mostrando resultados animadores. Em setembro de 2020, os resultados parciais obtidos até aquele momento foram apresentados na 11ª Reunião do Grupo Científico Latino-Americano de Trabalho sobre Identificação Humana (GCLAITH), evento que ocorreu durante o 31º Simpósio Internacional sobre Identificação Humana (ISHI). A apresentação foi muito bem recebida pelos espectadores, em sua maioria peritos e pesquisadores da área de Genética Forense. Isto reforça o quanto a aplicação do SMP na Genética Forense tem despertado interesse e desponta como uma grande contribuição para a área, especialmente no curto e médio prazos. Desta forma, com a conclusão deste trabalho, espera-se fornecer parte do embasamento teórico necessário à implementação da técnica de SMP na rotina forense do país e do Rio de Janeiro.

Referências bibliográficas

ALVAREZ-CUBRERO, M. J. et al. Genetic identification of missing persons: DNA analysis of human remains and compromised samples. Pathobiology : journal of immunopathology, molecular and cellular biology, v. 79, n. 5, p. 228–38, jan. 2012.

BISWAS, A. et al. Next generation sequencing in cardiomyopathy: towards personalized genomics and medicine. Molecular biology reports, v. 41, n. 8, p. 4881–8, ago. 2014.

BOTTINO, C.G. et al. STR genotyping using ion torrent PGM and STR 24-plex system: Performance and data interpretation. Forensic Science International: Genetics Supplement Series, n. 5, p. e325–e326, 2015.

BRENNER, S. et al. Gene expression analysis by massively parallel signature sequencing (MPSS) on microbead arrays. Nature Biotechnology, n. 18, p. 630-4, 2000.

BRUJINS, B. et al. Massively parallel sequencing techniques for forensics: A review. Electrophoresis, n. 39, p. 2642–2654, 2018.

BUDOWLE, B.; VAN DAAL, A. Forensically relevant SNP classes. BioTechniques, v. 44, n. 5, p. 603–8, 610, abr. 2008.

BUTLER JM. Forensic DNA Typing. 2nd ed. Burlington: Elsevier Academic Press, 2005, 660 p.

CARRACEDO, A. et al. Update of the guidelines for the publication of genetic population data. Forensic Science International: Genetics, v. 10, p. A1–A2, 2014.

DE KNIJFF, P. From next generation sequencing to now generation sequencing in forensics. Forensic Science International: Genetics, v. 38, p. 175–180, 2019.

DEVESSE, L. et al. Concordance of the ForenSeq™ system and characterisation of sequence-specific autosomal STR alleles across two major population groups. Forensic Science International: Genetics, v. 34, p. 57-61, 2018.

FORDYCE, S. L. et al. Second-generation sequencing of forensic STRs using the Ion TorrentTM HID STR 10-plex and the Ion PGMTM. Forensic science international. Genetics, v. 14, p. 132–40, jan. 2015.

GETTINGS, K. B. et al. STR allele sequence variation: Current knowledge and future issues. Forensic Science International: Genetics, n. 18, p. 118-130, 2015.

GETTINGS, K.B. et al. Sequence variation of 22 autosomal STR loci detected by next generation sequencing. Forensic Science International: Genetics, n. 21, p. 15–21, 2016.

GETTINGS, K.B. et al. Sequence-based U.S. population data for 27 autosomal STR loci. Forensic Science International: Genetics, n. 37, p. 106-115, 2018.

GOUY, A., & ZIEGER, M. STRAF - A convenient online tool for STR data evaluation in forensic genetics. Forensic Science International: Genetics, n. 30, p. 148-151, 2017.

NOVROSKI, N. M. M. et al. Characterization of genetic sequence variation of 58 STR loci in four major population groups. Forensic Science International: Genetics, n. 25, p. 214-226, 2016.

SEO, S. B. et al. Single nucleotide polymorphism typing with massively parallel sequencing for human identification. International journal of legal medicine, v. 127, n. 6, p. 1079–86, nov. 2013.

WARSHAUER, D. H. et al. STRait Razor: a length-based forensic STR allele-calling tool for use with second generation sequencing data. Forensic science international. Genetics, v. 7, n. 4, p. 409–17, jul. 2013.

WARSHAUER, D. H. et al. STRait Razor v2.0: the improved STR Allele Identification Tool--Razor. Forensic science international. Genetics, v. 14, p. 182–6, jan. 2015.

WOERNER, A. E. et al. Fast STR allele identification with STRait Razor 3.0. Forensic science international. Genetics, v. 30, p. 18-23, 2017.

COMPOSTOS QUÍMICOS LUMINESCENTES SINTETIZADOS NO INSTITUTO DE QUÍMICA DA UERJ QUE PROMETEM ATUAR COMO EFICIENTES MARCADORES DE MUNIÇÕES: UM AUXÍLIO PARA A SEGURANÇA PÚBLICA ESTADUAL

Lippy Faria Marques (PQ)[1*], Marcos Vinícius Colaço (PQ)[2], Júlia Pereira de Oliveira Silva (PG)[1] e Emmanuel Maciel Gomes (PG)[1]

1 Grupo de Química de Coordenação e Espectroscopia de Lantanídeos (GQCEL), Instituto de Química, Universidade do Estado do Rio de Janeiro – Rio de Janeiro – RJ, 20.550-013, Brasil,
2 Laboratório de Física Médica (LabFisMed), Instituto de Física, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro – RJ, 25.550-013, Brasil.

* Autor correspondende: Tel.: +55-21-23340563
E-mail: lippymarquesuerj@gmail.com

Palavras chave: luminescência; compostos químicos; segurança pública; marcadores de munições.

Introdução: quem são os elementos lantanídeos?

Os lantanídeos (Ln) formam um grupo de elementos químicos metálicos, localizados no sexto período da Tabela Periódica, com início no elemento Ce (com número atômico, Z=58) até o Lu, com Z=71, possuindo propriedades químicas bastante semelhantes, devido aos seus próximos raios atômicos [1]. O estado de oxidação mais estável para esses elementos metálicos é o trivalente (Ln^{3+}), o que acarreta uma configuração incompleta no orbital *4f* para alguns íons. Vale ressaltar que, além do estado de oxidação 3+, alguns lantanídeos podem assumir o estado divalente (Ln^{2+}) (La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Dy, Tm e Yb) e ainda o estado de oxidação tetravalente (Ln^{4+}) (La, Ce, Pr e Tb). Quando ao grupo dos elementos Ln, são acrescentados os elementos (ítrio) Y e (escândio) Sc, os primeiros passam a ser comumente nomeados como Terras-Raras (TR).

Atualmente, os íons lantanídeos (Ln^{3+}) tem se tornado vitais para o desenvolvimento de materiais altamente estratégicos para o mundo moderno, tais como: lasers [3], superimãs [4], vidros especiais [5], medicamentos [6], baterias híbridas recarregáveis [7], marcadores biológicos [8], displays e telas de maior nitidez/menor consumo de energia [9], dentre outros. Vários dos materiais supracitados são projetados devido a uma das principais propriedades dos íons lantanídeos, que é a sua emissão de luz (luminescência). Entretanto, os íons lantanídeos isolados, ou seja, na forma de sais, possuem um baixo coeficiente de absorção molar (~$1M^{-1}$ cm^{-1}), exibindo uma baixa luminescência. Uma forma de aumentar consideravelmente essa emissão de luz se encontra na síntese dos seus compostos de

coordenação, onde os ligantes orgânicos irão atuar como absorvedores de luz ultravioleta (sendo apelidados de antenas), sensibilizando a emissão luminescente dos íons Ln^{3+}, através da transferência de energia intramolecular LIGANTE → Ln^{3+} [10]. Esses compostos geralmente são brancos, mas exibem intensa emissão de luz nas regiões do vermelho e verde, quando são irradiados com luz ultravioleta. Neste caso, a cor da luz emitida está intimamente relacionada ao tipo de íon lantanídeo utilizado: com o íon trivalente európio (Eu^{3+}) obtemos a emissão de luz vermelha (Figura 1a), já com o íon trivalente térbio (Tb^{3+}) obtemos a emissão de luz verde (Figura 1b).

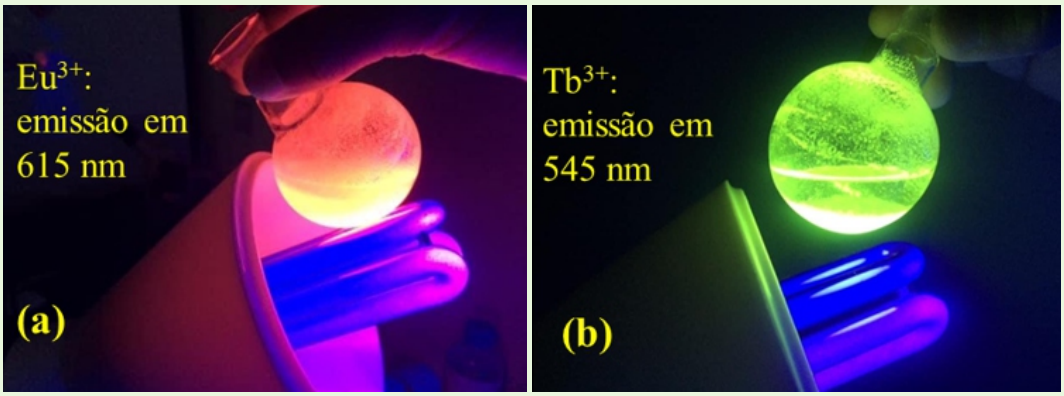


Figura 1. Intensas emissões vermelha e verde de dois compostos de coordenação de Eu^{3+} e Tb^{3+}, respectivamente, quando irradiados com luz ultravioleta em nosso laboratório.

Além dos íons Eu^{3+} e Tb^{3+}, outros íons lantanídeos são capazes de emitir luz em diferentes comprimentos de onda, tanto na região do espectro visível (Dy^{3+} = amarelo, Tm^{3+} = azul, Sm^{3+} = alaranjado) quanto na região do infravermelho próximo, como Er^{3+}, Ho^{3+}, dentre outros. Obviamente, a emissão de luz nos compostos de coordenação de lantanídeos dependem de vários fatores, tais como: *(i)* o tipo de ligante utilizado (este deve possuir uma elevada absortividade molar em relação à radiação ultravioleta), *(ii)* o número de moléculas de água na composição destes compostos de coordenação (principalmente compostos de Eu^{3+}), uma vez que os osciladores do tipo O-H dessas moléculas de água tem um importante papel no processo de supressão (*quenching*) da luminescência. Compostos de coordenação deste tipo, capazes de converter radiação ultravioleta absorvida em radiação visível, são comumente chamados de Dispositivos Moleculares Conversores de Luz (DMCLs). Esse processo de transferência de energia intramolecular é conhecido é popularmente conhecido como Efeito Antena [11].

Uma das classes de compostos de coordenação mais estudadas dentro do campo da Química Inorgânica são as chamadas "Redes Metalo-Orgânicas de Lantanídeos" (*Lanthanide Metal-Organic Frameworks*, LnMOFs). Sem sombra de dúvidas, tais compostos são um dos materiais mais promissores descobertos nos últimos anos, possuindo aplicações como purificadores de hidrocarbonetos [12], na estocagem e separação de gases [13], na catálise heterogênea [14], em *drug delivery* [1], como

detectores de herbicidas [16], como nanotermômetros luminescentes [17], como sensores *on-off* de cátions metálicos tóxicos [18], dentre outras. Ainda, esses compostos apresentam intensa luminescência e elevada estabilida térmica, tornando-os promissores materiais para atuar como excelentes marcadores de munições de armas de fogo.

Relevância do projeto

Durante o disparo com uma arma de fogo, são formados diferentes tipos de resíduos, que na língua inglesa é conhecida como *GunShot Residues*, GSR. O GSR pode ser definido como o "conjunto de resíduos formados durante a descarga de uma arma de fogo" [19]. O GSR é uma mistura de compostos químicos que resultam de uma série de reações de alta pressão, que objetivam expelir o projétil da arma de fogo. A combustão dos produtos advindos, tanto do iniciador como do propulsor, forma uma espécie de "pluma" de partículas em suspensão no ar que escapam do cano e quaisquer outras aberturas da arma, como mostra a Figura 2a.

Esse gás se condensa lentamente e as partículas são depositadas nas proximidades da arma de fogo, mãos, braços, cabelo e roupas do atirador e nas superfícies próximas ao disparo. Esse resíduo expelido, pode ser classificado como resíduo de tiro inorgânico (IGSR) e resíduo de tiro orgânico (OGSR). No primeiro caso, temos a sua origem a partir do *primer* (massa iniciadora) e no segundo caso, tal resíduo é formado a partir do propelente e outros materiais provenientes da capa do cartucho (Figura 2b) [20].

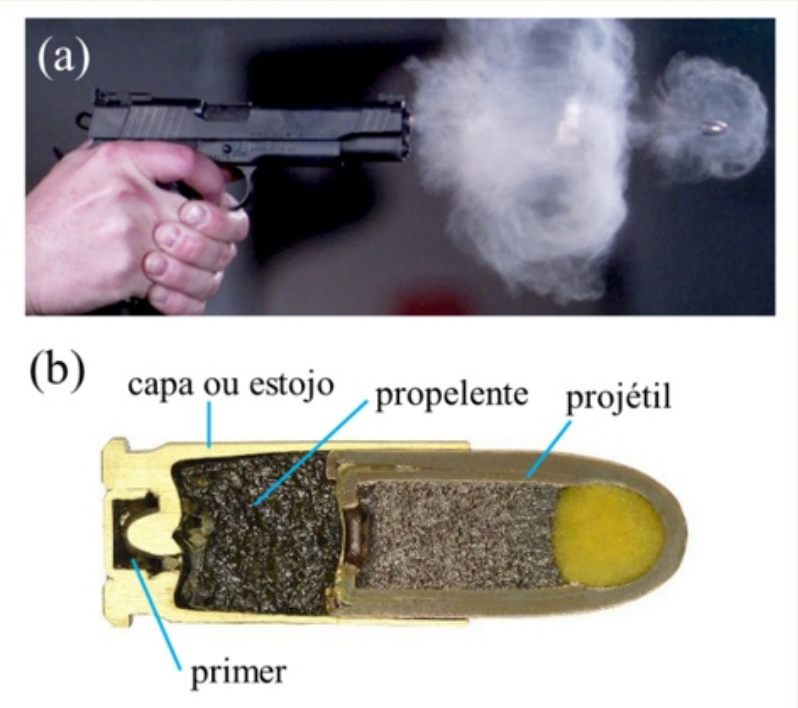


Figura 2. (a) Disparo com uma arma de fogo, mostrando as partículas em suspensão, denominadas "residuos de tiros", GSR; (b) corte longitudinal em uma munição, mostrando seus componentes.

Além das diversas substâncias quimicas já presentes dentro da carga de uma munição, esses compostos fotoluminescentes derivados de lantanídeos também podem ser adicionados e atuar como eficientes marcadores de munições. Uma das principais vantagens a ser considerada no uso das redes metalo-orgânicas de lantanídeos (LnMOFs) como marcadores de munições de armas de fogo, é a intensa luminescência apresentada pelo resíduo de tiro, permitindo a sua identificação visual na cena de um crime. Essa nova classe de resíduos podem ser chamados de "*Residuos Luminescentes de Tiros em Armas de Fogo*" (LGSR), facilitando a coleta de amostras pelos peritos forenses e a utilização de técnicas de caracterização mais simples, dispensando aquelas que necessitem de equipamentos de elevado custo, como a técnica de microscopia eletrônica de varredura acoplada a espectroscopia de dispersão de energia (MEV/EDS), uma das técnicas mais confiáveis na caracterização dos resíduos de tiros. Além do alto custo do equipamento – com pouca disponibilidade nas Polícias Científicas – o sucesso da análise é determinado, principalmente pela coleta das amostras na cena criminal. Assim, os LGSR podem ser facilmente detectáveis na arma de fogo, cartuchos deflagrados, roupas, mãos e objetos do atirador, no local do disparo e no corpo da vítima, utilizando apenas uma lâmpada de luz negra (U.V).

Abordando o tema de "relevância do projeto", uma das grandes preocupações relacionadas ao permanente contato com munições é a exposição à metais pesados, especialmente o chumbo [21]. Em um estudo do Instituto Nacional de Segurança Operacional e Saúde (NIOSH, do inglês *National Institute for Occupational Safety and Health*) foi evidenciado que atiradores apresentaram uma taxa de chumbo no sangue acima da recomendada pela Administração de Segurança e Saúde Ocupacional, OSHA (do inglês, *Occupational Safety and Health Administration*), que é de 60 µg dL^{-1} [22]. O elemento chumbo não possui nenhum papel fisiológico no organismo humano, e causa uma intoxicação chamada saturnismo, cujos sintomas mais comuns são: intensas dores abdominais, declinío cognitivo, perda gradual da audição e agressividade, dentre outros. A principal via de contaminação por chumbo é oral, porém, intoxicações por via inalatória e cutânea também são consideradas. No caso de atiradores, o contato com esse metal depositado na superfície das armas, a inalação de gases e a ingestão das partículas suspensas no ar, são constantes fontes de intoxicação. Com a intenção de diminuir a contaminação por chumbo em atiradores (principalmente policiais e instrutores) e no meio ambiente, foi desenvolvida uma munição isenta deste metal, conhecida pela sigla NTA (do inglês, *Non Toxic Ammunition*).

Neste tipo de munição, a massa iniciadora da combustão (localizada no *primer*, ver Figura 2a) não contém chumbo e outros metais pesados. No Brasil, a Companhia Brasileira de Cartuchos (CBC) é a responsável pela fabricação e distribuição de tais munições (conhecida como NTA CBC) que não gera gases ou resíduos tóxicos durante o disparo [23]. Apesar de

tais benefícios, a utilização da munição NTA dificulta a identificação dos resíduos de tiros, pois gera uma enorme variedade de composições químicas para esses resíduos, sem que nenhum elemento característico possa ser encontrado. Diante dessa grande variedade na composição química e diferentes morfologias das partículas, a identificação desses (resíduos de tiros-NTA) tornou-se uma tarefa herculéa, e métodos de caracterização amplamente aceitos, como o MEV/EDS não são mais tão eficientes. Dessa forma, uma possível maneira de procurar solucionar o problema na identificação por MEV/EDS dos resíduos de tiros (provenientes de munições NTA) é através a inserção de LnMOFs luminescentes às munições, permitindo a identificação visual na própria cena do crime e facilitando a coleta de informações pelos peritos, com a utiização de uma simples lâmpada de luz negra (U.V).

Outra relevância do projeto se encontra baseado no DataUNODC: o Brasil é o país com maior número absoluto de homicídios do planeta. De acordo com os Indicadores Internacionais de Esclarecimentos de Homicídios, com o trabalho de maior abrangência sendo o Estudo Global sobre Homicídios, da ONU – edição 2019 [24], que traz um panorama continental e aponta que os países das Américas possuem os maiores índices de impunidade, com 43% dos homicídios elucidados, ficando abaixo da média mundial, que é de 63%. O estudo ainda aponta que nos países da América os homicídios são em sua maioria decorrentes do uso de armas de fogo. Em escala nacional, temos que em 2021 apenas 37% dos casos de homicídios foram esclarecidos no Brasil, sendo que no ano anterior esse índice chegou a 44%. Portanto, houve uma piora no esclarecimento de crimes no país. Logo, a relevância deste projeto se torna ainda mais óbvia quando relatamos os Indicadores Estaduais de Esclarecimentos de Homicídios, publicados na quinta edição do estudo "*Onde Mora a Impunidade*" do Instituto Sou da Paz [25]. Neste estudo, 19 Estados da Federação enviaram seus dados completos, provenientes dos seus respectivos Ministérios Públicos. [O motivo de alguns Estados não entrarem no estudo foi o envio de dados incompletos (porque não havia a data do homicídio ou porque havia um percentual acima de 20% de dados incompletos)]. Os destaques positivos ficaram para os Estados de Rondônia e Mato Grosso do Sul, que apresentaram percentual de 90% e 86%, respectivamente, na resolução dos homicídios. O Estado do Espírito Santo apresentou aumentos das suas taxas de resolução de homicídios ao longo das quatro edições anteriores e nesta, manteve o percentual de 49%. Infelizmente, o resultado é assustador para o nosso Estado do Rio de Janeiro, que possui A MENOR TAXA DE ESCLARECIMENTO DE HOMICÍDIOS DO BRASIL, de apenas 16% [25]. O segundo pior Estado é o Amapá, com 19%, seguido de Bahia, Pará e Piauí, cada um tendo esclarecido 24% dos homicídios ocorridos em seus territórios. Um dos motivos associados para abaixa eficácia na resolução de homicídios em nosso Estado pode ser a pouca ênfase da Segurança Pública nas investigações, com o maior foco no policiamento ostensivo, investimento esse que em

geral traz mais ganhos políticos, uma vez que a população vê o agente policial nas ruas. Além disso, a falta de investimento na área de investigação, contribui diretamente para o vergonhoso índice de crimes solucionados no Estado do Rio de Janeiro. Resumindo, é de extrema importância o investimento maciço dos órgãos governamentais no desenvolvimento da ciência forense estadual, seja através do financiamento de projetos nas Instituições de Ensino Superior ou na Polícia Científica do Estado. Esses investimentos são diretamente proporcionais à eficácia do Poder Público na resolução de homicídios ocorridos com o uso de armas de fogo em nosso Estado. Lembrando que é dever dos nossos governantes garantir a segurança e dar uma resposta à sociedade fluminense a respeito dos crimes não solucionados, justificando os elevados impostos cobrados.

Principais resultados

O nosso Grupo de Pesquisas, chamado Grupo de Química de Coordenação e Espectroscopia de Lantanídeos (GQCEL), localiza-se no Pavilhão Haroldinho do Instituto de Química da UERJ. Foi fundado pelo Professor Dr. Lippy Faria Marques em 2015, que vem orientando alunos de graduação e pós-graduação. No ano de 2019, o pesquisador foi contemplado com uma bolsa de Produtividade em Pesquisa, da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) – Jovem Cientista do Nosso Estado. Em 2021, o pesquisador foi selecionado entre os dez melhores projetos na área de Segurança Pública, através do Edital "Ciências Forenses 2021 - FAPERJ". Tais auxílios financeiros foram de extrema importância para o início da consolidação desse novo grupo criado em 2015. Sem estes auxílios chamais teríamos conseguido obter os inúmeros resultados e a formação de vários alunos em nosso Grupo. É bastante importante que a FAPERJ continue com esta política de apoio à ciência estadual, para que as mazelas do nosso estado sejam mitigadas ou até mesmo resolvidas.

E é de conhecimento geral que uma das mazelas do nosso Estado é a Segurança Pública, associado ao pífio índice de resolução de homicídios. Aqui, a ciência se apresenta como uma aliada do Estado, atuando em sinergia para promover uma melhor qualidade de vida para todos os fluminenses. Desta forma, o GQCEL-UERJ tem obtido resultados bastante promissores utilizando compostos luminescentes como marcadores de munições. O procedimento para a marcação de uma munição (por exemplo, de uma pistola .9 mm) é mostrado em detalhes, abaixo.

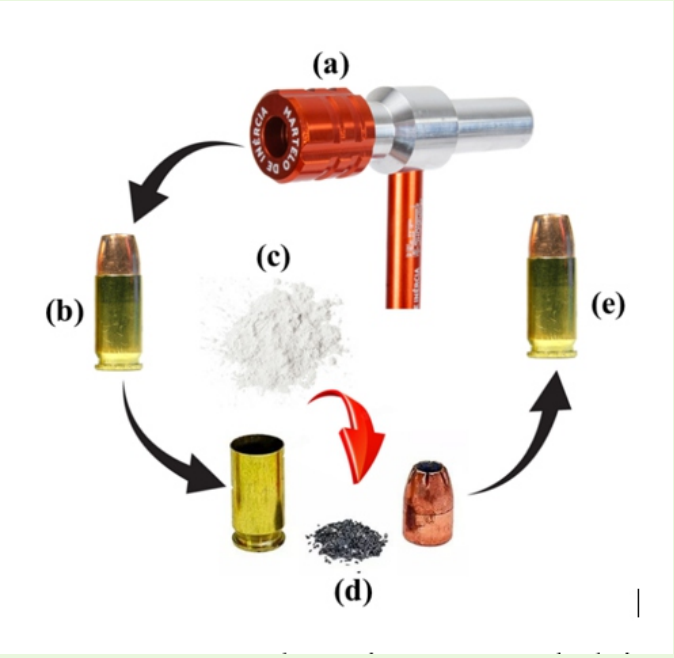


Figura 3. Procedimento para marcação da munição: (a) martelo de inércia para desmontar a munição; (b) munição de pistola .9 mm; (c) composto luminescente (não irradiado com luz U.V; (d) munição desmontada com o composto adicionado à carga da munição; (d) fechamento da munição marcada.

Vale resslatar que temos obtidos nossos experimentos em *stands* de tiros particulares, e ao nosso olhar seria de extrema importância contar com a colaboração mais intensa de peritos da Polícia Civil do Estado do Rio de Janeiro, tanto para a manipulação de armas, quanto para a criação de diferentes cenários forenses encontrados diariamente. Dessa forma, nos colocamos à disposição para a abertura de mais parcerias, neste projeto que tem trazido resultados extremamente interessantes.

No ano de 2020, nosso Grupo publicou um importante artigo, no periódico *Journal of the Physical Chemistry C* [26]. Neste trabalho, Marques e colaboradores sintetizaram, caracterizaram, promoveram o estudo fotofísico experimental e teórico de uma inédito composto contendo o íon lantanídeo Eu^{3+}. Esse composto químico se apresenta com coloração branca (Figura 4a), no entanto, ao ser irradiado com luz U.V apresentou uma intensa luminescência na região do vermelho-alaranjado (Figura 4b) e elevada estabilidade térmica (de aproximadamente 489 °C). Tais pré-requisitos são de extrema importância para uso como marcadores em munições, uma vez que a luminescência permite que os resíduos de tiros luminescentes sejam detectados (através de uma lâmpada U.V). Já a estabilidade térmica garante que parte da massa adicionada do composto permanceça intacto, visto que a temperatura durante um disparo com uma arma de fogo pode atingir até 2.500 °C. Os testes de marcação de munição foram obtidos em munições de uma pistola .40, com os diparos sendo efetuados a 70 centrímetros do alvo. Resíduos luminescentes de tiros foram nitidamente observados dentro do cano da pistola (Figura 4d), na parte interna do cartucho

deflagrado (Figura 4e), no chão do *stand* de tiros (Figura 4g) e próximo à região do alvo, que foi recoberto com um tecido de TNT preto (Figura 4h). Resíduos de tiros também foram observados no antebraço do atirador (Figura não amostrada).

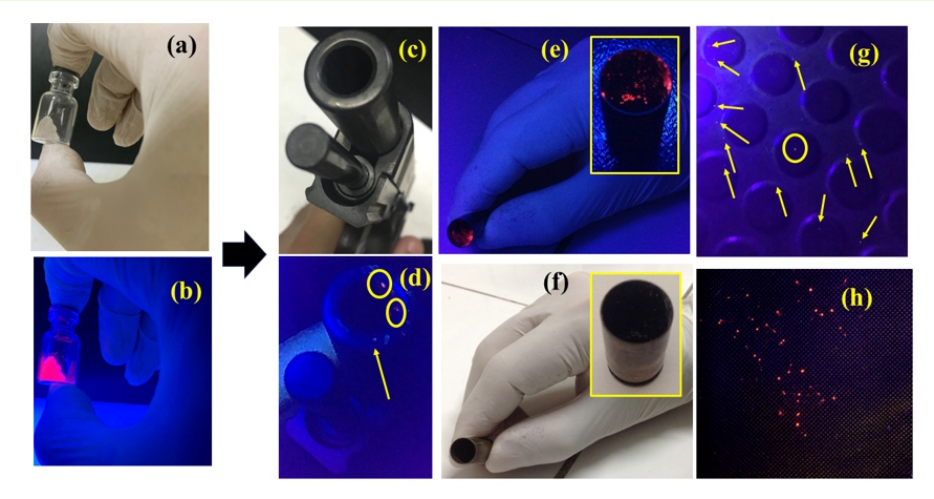


Figura 4. Testes de marcação obtidos com a munição de um pistola .40. (a) composto químico sob luz normal, (b) composto químico irradiado com luz ultravioleta, (c) pistola .40 sob luz normal após disparo com a munição marcada, (d) pistola .40 irradiada com luz ultravioleta após disparo com munição marcada, (e) cartucho deflagrado sob luz ultravioleta, (f) cartucho deflagrado sob luz normal, (g) chão do stand de tiros, (h) região próxima ao alvo [26].

Um estudo similar foi obtido utilizando um composto que emite luminescência na região do verde (ver Figura 1b). Os resultados também se mostraram bastante satisfatórios, podendo fornecer a possibilidade de marcar um outro tipo de munição [27]. Pensando exatamente nesta possibilidade de forncer uma marcação e um controle mais específico para diversos tipos munições, o GQCEL-UERJ tem trabalhado com compostos químicos que possuem em sua composição mais de um tipo de íon lantanídeo. Isso permite obter não somente uma luminescência vermelha (proveniente do íon Eu^{3+}) ou verde (proveniente do íon Tb^{3+}). Os compostos sintetizados emitem uma paleta de cores, podendo dar uma identidade específica para cada tipo de munição. Abaixo se encontra uma foto desses chamados compostos mistos e com suas várias cores de emissão. Esse projeto se encontra em avaliação pela FAPERJ, mais especificamente para a renovação da bolsa de Jovem Cientista do Nosso Estado do Pesquisador.

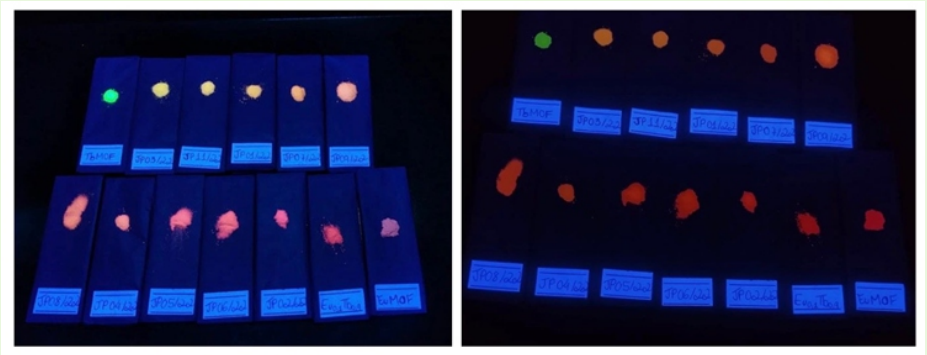


Figura 5. Compostos químicos contendo várias porcentagens de diferentes lantanídeos, gerando uma paleta de cores de luminescência (luminescência sintonizável), permitindo uma marcação e controle com maior identidade aos diversos tipos de munição.

Considerações

A ciência busca trazer benefícios para a humanidade, seja no desenvolvimento de medicamentos e vacinas, novos materiais para construção de equipamentos eletro-eletrônicos cada vez mais avançados, eficientes combustíveis capazes de poliuir menos o nosso meio ambiente, dentre outros. Uma outra importante contribuição da ciência é na área de Segurança Pública, ajudando o Estado a resolver de forma mais eficiente os crimes e promovendo um maior controle na comercialização e uso de munições. Tais medidas são de extrema importância, principalmente no Estado do Rio de Janeiro, que tem o pior índice de esclarecimentos de homicídios do pais, de apenas 16%. Isso não gera somente uma sensação de impunidade nos familiares das vítimas como desempenha um papel fundamental na economia do nosso Estado. Dessa forma, é de suma importância que Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) continue fomentando este tipo de projeto, como tem feito em nosso Grupo de Pesquisas. Ainda há bastante estudos e testes para serem obtidos, sempre com o intuito de auxiliar a Segurança Pública do nosso Estado e o trabalho dos peritos forenses, melhorando a qualidade de vida da população fluminense.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), pela Bolsa de Jovem Cientista do Nosso Estado do Pesquisador Lippy Faria Marques (2019-2022, E-26/202.821/2019) e pelo financiamento através do Edital No 13/2021 (CIÊNCIAS FORENSES 2021, E-26/290.044/2021), sem os quais este projeto não teria sido possível de ser efetuado.

Referências bibliográficas

[1] Moeller, T., The Lanthanide: The Chemistry of Lanthanides, v. 60, n. 1941, 1973, p. 1.
[2] Cheisson, T.; Schelter, E., Science, 363 (6426), 2019, p. 489.
[3] Walsh, B. M.; Barnes, N. P.; Journal of Applied Physics, 95, 2004, p. 3255.
[4] Neodymium permanent magnets – higher efficiency.
site: https://www.magnet-forever.com/product-list/neodymium magnet?gclid=CjwKCAjwsMGYBhAEEiwAGUXJaREUK6qggRV5ceNkzuj6bu6pY0VgpsuOPLWcQG_wnpFqSjwfBTQU3hoCVjcQAvD_BwE (acessado dia 15/10/2022).
[5] Erol, E.; Vahedigharehchopogh, N.; Kibrisli, O.; Ersundu, M. Ç.; Ersundu, A. E.; Journal of Physics: Condensed Matter, 33 (48), 2021, p. 483001.
[6] Fricker, S. P.; Chemical Society Reviews, 35, 2006, p. 524.
[7] Rare Earths Metal and Hybrid Cars – Kidela Capital Group, December, 8, 2010.
site: https://www.mining.com/rare-earth-metals-and-hybrid-cars/ (acessado dia 05/09/2022).
[8] Cho, U.; Chen, J. K.; Cell Chemical Biology, 27 (8), 2020, p. 921.
[9] Lanthanides as leading light for display technology, October, 12, 2007.
site: https://www.riken.jp/en/news_pubs/research_news/rr/5046/ (acessado dia 01/09/2022).
[10] E. M. Gomes, D. F. Franco, S. L. Scarpari, M. V. Colaço, M. S. Ferreira, R. O. Freire, L. F. Marques, J. Lumin. 210, 2019, p. 104.
[11] S. I. Weissman, J. Chem. Phys. 10, 1942, p. 214.
[12] Wang, X.; Yue, L.; Zhou, P.; Fan, L.; He, Y., Inorganic Chemistry, 60 (22), 2021, p. 17249.

[13] Li, L.; Wang, J.; Zhang, Z.; Yang, Q.; Yang, Y.; Su, B.; Bao, Z.; Ren, Q.; ACS Applied Materials & Interfaces, 11 (2), 2019, p. 2543.
[14] Sen, R.; Saha, D.; Koner, S., Catalysis Letters, 142 (1), 2012, p. 124.
[15] Hasan, M. N.; Bera, A.; Maji, K.; T.; Pal, S.; K., Inorganica Chimica Acta, 523, 2021, 120381.
[16] Wiwasuku, T.; Chuaephon, A.; Habarakada, U.; Boonmak, J.; Puangmali, T.; Kielar, F.; Harding, D. J.; Youngme, S., ACS Sustainable Chemistry & Engineering, 10 (18), 2022, p. 2761.
[17] Trannoy, V.; Neto, A. N. C.; Brites, C. D. S.; Carlos, L. D., Advanced Optical Materials, 9 (6), 2021, 2001938.
[18] Xia, T,; Song, T.; Zhang, G.; Cui, Y.; Yang, Y.; Wang, Z.; Qian, G., Chemistry A European Journal, 22 (51), 2016, p. 18429.
[19] SWGGSR. Guide for Primer Gunshot Residue Analysis by Scanning Electron Microscopy/Energy Dispersive X-Ray Spectrometry 11-29-11. 2011, p.1-100.
[20] Maitre, M.; Kirkbride, K. P.; Horder, M.; Roux, C.; Beavis, A., Forensic Science International, 270, 2017, p. 1.
[21] Center for Disease Control/CDC; National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Lead Exposure and Design Considerations for Indoor Firing Ranges, 1975.
[22] Occupational Safety and Health Administration. Lead Management and OSHA Compliance for Indoor Shooting Ranges. Facility Development Series, No 15, National Shooting Sports Foundation Inc., 2005, 1-40.
[23] Companhia Brasileira de Cartucho (CBC). Munição NTA.
[24] "A Frágil redução das mortes violentas intencionais no Brasil", Anuário de Segurança Pública 2022.
endereço eletrônico: https://forumseguranca.org.br/wp-content/uploads/2022/07/01-anuario-2022-a-fragil-reducao-das-mortes-violentas.pdf (acessado dia 25/08/2022).
[25] "Estados brasileiros perdem a capacidade de esclarecer homicídios, revela 5a edição da pesquisa Onde Mora a Impunidade."
[26] J. C. A. Júnior, G. L. Dos Santos, M. V. Colaço, R. C. Barroso, F. F. Ferreira, M. V. Dos Santos, N. R. de Campos, M. V. Marinho, L. T. Jesus, R. O. Freire, L. F. Marques, Journal Phyical Chemistry C., 124 (18) 2020, p. 9996.
[27] M. A. Silva; N. R. de Campos; L. A. Ferreira; L. S. L. Flores; J. C. A. Júnior; G. L. dos Santos; C. C. Côrrea; T. C. dos Santos; C. M. Ronconi; M. V. Colaço; T. G. R. Simões; L. F. Marques; M. V. Marinho, Inorg. Chim. Acta, 495, 2019, p. 118967.

SUPORTE GLOBAL ÀS ANÁLISES FORENSES DE *Cannabis* E DROGAS DERIVADAS:

GARANTIA DA QUALIDADE DOS RESULTADOS

***Bruno Carius Garrido*[*1], *Silvia Regina Pinheiro Lopes*[1], *Fernanda Gadini Finelli*[2], *Douglas Siqueira Almeida Chaves*[3] *e Ricardo Moreira Borges*[2]**

*bcgarrido@inmetro.gov.br

1- Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – Inmetro – Divisão de Metrologia Química
2- Universidade Federal do Rio de Janeiro – Instituto de Pesquisas de Produtos Naturais
3 - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – Departamento de Ciências farmacêuticas

Resumo

As drogas derivadas de plantas do gênero *Cannabis* são as drogas mais consumidas no mundo e representam o maior volume de apreensões de drogas no Brasil. O processo judicial normalmente requer uma identificação clara e confiável para o material apreendido a fim de que o crime seja corretamente tipificado. Do ponto de vista analítico, a identificação confiável de uma substância química ou de um grupo de substâncias requer o uso de materiais de referência, popularmente denominados de padrões, tanto dos compostos puros quanto do material vegetal. O uso desses materiais é fundamental para a validação dos métodos e é um requisito sem o qual os processos podem ser invalidados. Além da identificação dos compostos no material vegetal, as análises toxicológicas que comprovam o uso da droga a partir da análise de matrizes biológicas como urina, sangue e outras, são de extrema importância para a área forense. Nesses casos, os principais compostos alvo não são os canabinoides em si, mas os metabólitos que são formados no corpo humano após o seu uso.

No Brasil, não existem materiais de referência disponíveis para a identificação de canabinoides e seus metabólitos, o que faz com que os laboratórios tenham que importar tais materiais, levando a demoras e altíssimos custos. Assim, a síntese e produção de materiais de referência visa resolver um grave problema relacionado à falta de confiabilidade nos resultados produzidos pelos laboratórios da área forense no Brasil por meio da disponibilidade de materiais de referência adequados dos canabinoides puros, seus principais metabólitos e de material vegetal de *Cannabis spp.*

Esse trabalho visa agregar confiança aos resultados produzidos pela entrega dos diversos materiais de referência que antenderão aos laboratórios da área forense além de desenvolver métodos para extração e análise do material vegetal que permitam a comparação de diferentes genótipos.

Introdução

A identificação de drogas de forma robusta, confiável e rápida continua a ser um dos grandes desafios da perícia criminal. O uso dos resultados das análises em processos judiciais decorrentes de operações de apreensão e repressão em geral, requer que os resultados sejam garantidos a fim de evitar questionamentos devido a possíveis fragilidades analíticas. Essa garantia dos resultados requer extremo rigor no controle da cadeia de custódia dos materiais, bem como treinamento adequado dos técnicos e peritos envolvidos e a adoção de procedimentos analíticos com validação adequada, padrões analíticos de origem confiável e controles da qualidade internos e externos.

Materiais apreendidos pelas polícias que necessitam de análises para a identificação da presença de drogas incluem pós, comprimidos, selos de papel e material vegetal, sendo essa última categoria dominada por drogas derivadas das espécies do gênero *Cannabis*, principalmente sob a forma popularmente conhecida como maconha. Esta é de longe a droga mais apreendida no Brasil, com um volume de apreensões que chegou a 268,[1] toneladas em 2018, mais do que três vezes superior ao volume da segunda droga mais apreendida, a cocaína que chegou a 79,2 toneladas no mesmo ano1. A nível global, a *Cannabis spp.* é a droga mais utilizada, sendo estimado que 192 milhões de pessoas tenham consumido a droga no ano de 2018 em todo o mundo. A droga é ainda a principal responsável por violações legais (porte, uso e tráfico), sendo responsável por mais da metade dos casos em 69 países pesquisados [2].

Assim, a análise dessa droga torna-se uma questão de extrema importância para os serviços de perícia criminal brasileiros a nível federal e estadual. Em se tratando de um material vegetal, a droga é composta por um grande número de substâncias e é considerada uma matriz complexa, o que significa dizer que são necessários equipamentos de média/alta complexidade para a realização de análises com o nível de confiança requerido. Além disso, não existem padrões ou materiais de referência disponíveis no Brasil para a análise da droga ou de seus principais componentes, sendo necessária a importação desses compostos que envolve altíssimos custos e prazos longos para a obtenção dos materiais.

O complexo fitoquímico produzido pela espécie concentram-se em estruturas glandulares secretoras denominadas tricomas e que são localizadas por toda a planta, mas, apresentam uma ocorrência maior em inflorescências femininas[3,4].Dentre diversos canabinoides encontrados, o Δ^9–tetrahidrocanabinol (THC) e o canabidiol (CBD) são os mais comuns e predominantes. Esses compostos são produzidos pelo metabolismo secundário e não estão envolvidos diretamente no crescimento, desenvolvimento e reprodução da planta [4]. Por outro lado, o estudo e compreensão de toda maquinaria metabólica da *Cannabis* precisa

ser elucidado. Flavonoides, esteroides, triterpenos e óleos essenciais fazem parte desta composição.

Por se tratar de uma droga muito utilizada, a detecção de seu uso abusivo também é extremamente importante e envolve um nível ainda maior de complexidade analítica já que nesse caso, amostras biológicas como cabelo, sangue e urina devem ser analisadas em diversos contextos. Essa identificação é importante em diversos tipos de crimes, casos de acidentes de trânsito (*pre* e *post-mortem*), ensaios toxicológicos requeridos para motoristas profissionais, pilotos de aviões e outras profissões. Nesses casos, além dos componentes da droga em si, é necessária a análise de metabólitos que são formados pelo corpo humano com o objetivo de facilitar a eliminação dos compostos e que, portanto, acabam sendo os marcadores importantes do uso da droga. Os principais marcadores associados ao uso de *Cannabis* são o Δ^9-tetrahidrocanabinol (THC), canabidiol (CBD), canabinol (CBN) e os metabólitos já descritos 11-nor-9-carboxi-Δ^9-tetrahidrocanabinol (THC-COOH) e 11-hidroxi-Δ^9-tetrahidrocanabinol (11-OH-THC), sendo esses marcadores analisados em diversos contextos e em diferentes matrizes[5-9].

Para a realização de análises confiáveis, tanto da droga na sua forma vegetal quanto de matrizes biológicas humanas que possam demonstrar o abuso, é de extrema importância que os laboratórios possuam materiais de referência dos compostos puros que possam ser usados para calibrar os equipamentos e verificar a identidade. A produção desses materiais, seja por meio de isolamento a partir do material vegetal ou por sínteses ou transformações químicas torna-se, portanto, uma atividade estratégica e fundamental.

Atualmente toda legislação para o uso de extratos de plantas medicinais exige a validação dos métodos de acordo com os requisitos da Anvisa. Após o desenvolvimento do método, deve-se garantir, por meio de estudos experimentais, que ele atenda as exigências das aplicações analíticas, assegurando a confiabilidade dos resultados, procedimento conhecido como validação [10] . Para que se possa realizar a validação de um método analítico de forma completa, é necessário que se tenha um material de referência do composto que se deseja medir na sua forma pura e presente de forma natural na matriz que se deseja medir. A disponibilidade de tais materiais é bastante limitada e, não existem produtores nacionais desses materiais no Brasil, o que faz com que a obtenção dos materiais seja cara e burocraticamente complicada.

No desenvolvimento do trabalho, temos trabalhado em três frentes principais: a obtenção de canabinoides puros por extração e purificação do material vegetal, a obtenção de canabinoides puros por sínteses/transformações dos canabinoides isolados e a análise visando a certificação do material vegetal bruto como material de referência.

Foi possível observar pelos resultados obtidos para a extração assistida por ultrassom que, utilizando-se os parâmetros de potência de 60 W e 30 minutos em contato da inflorescência triturada com o sonicador, os rendimentos extrativos foram superiores aos demais testados, sendo esse o método escolhido para a realização da extração com as demais variantes de C. sativa.

A cromatografia de fase reversa foi escolhida para a separação dos canabinoides, uma vez que estas eram as mais utilizadas na literatura. CBD, CBN e Δ^9-THC no extrato de *Cannabis* foram quantificados.

Nosso trabalho descobriu que o rendimento de extração nas condições apresentadas estava na faixa de 28,63 - 35,20%, a amostra IIIa e a amostra CBDa que tiveram o menor e maior rendimento de extração, respectivamente. Os resultados para as diferentes amostras são mostrados na **Tabela 1**. .

Tabela 1: Áreas percentuais dos compostos obtidas por normalização de áreas em CLAE nos extratos de *C. sativa* após extração por ultrassom pulsada. As análises foram realizadas em três repetições.

	Áreas percentuais dos compostos obtidas por CLAE (%)	
Amostra	CBN	THC
Ia	24,0	32,0
IIa	27,1	42,8
IIIa	9,2	43,0
Aa	20,0	39,0
Ba	17,2	32,6
Ca	16,6	34,0

Foram analisadas amostras diferentes, identificadas como I, II, III, A, B e C, seguida pela letra a, no caso de ter sido submetida a primeira extração e com a letra b, no caso das amostras analisadas após uma segunda extração a partir do resíduo obtido da primeira extração. A concentração de canabinoides é uma função de fatores genéticos e ambientais, mas outros fatores que causam variações no conteúdo psicoativo da planta devem ser considerados, tais como, o tempo de cultivo (maturação da planta) e tratamento da amostra (secagem, estocagem, extração e condições de análise). Visto os resultados apresentado na Tabela 1, as amostras analisadas apresentam diferentes concentrações para os componentes majoritários. As amostras identificadas como I, II e III, apresentaram maior concentração de THC, variando de 8,98 a 37,84%, enquanto as amostras identificadas como A, B e C, apresentaram maiores concentrações referentes a CBN. A amostra identificada como CBDa, apresentou majoritariamente CBD com 36,55%

A quantificação relativa realizada por CLAE-DAD não considera compostos que não são detectáveis por não possuírem transições relevantes na região do ultravioleta-visível bem como compostos que não são passíveis de análise em cromatografia em fase reversa como solventes residuais. Dessa forma, o método serve como uma triagem para obter informações iniciais sobre o processo de extração. Para obter informação quantitativa mais exata dos percentuais de THC e CBN nos extratos e produtos de reações, é necessário realizar uma quantificação direta desses compostos. Essa quantificação pode ser feita por CLAE por meio de uma curva de calibração com um padrão dos compostos puros. Esse método, além de requerer o uso de um padrão que tem custo elevado e representa um desafio para a compra e importação nos laboratórios, é trabalhoso e propenso a efeitos de matriz já que a curva de calibração não é construída em uma matriz semelhante às amostras.

A fim de poder contornar todos esses problemas e quantificar os canabinoides nos extratos de forma direta, rápida e absoluta, foi desenvolvido um método por ^{1}H-RMNq utilizando referências eletrônicas. Nesse método, o extrato vegetal ou o produto bruto reacional secos são pesados diretamente e adiciona-se o solvente deuterado para análise de RMN com volume bem controlado a fim de permitir a quantificação. A quantificação é realizada por padronização externa com correção de largura de pulso utilizando o método PULCON (do Inglês *Pulse Length–based Concentration determination)*.

Esse método foi utilizado para quantificar THC e CBN nos extratos. Os resultados são apresentados na **tabela 2**.

Tabela 2. Resultados da reação testada utilizando o Extrato Ca

	massa pesada (mg)	THC (mg)	CBN (mg)	%THC (g/100g)	% CBN (g/100g)
Extrato	8,94	2,17	0,78	24,3	8,8

Principais problemas solucionados pelo projeto

A necessidade de demonstrar qualidade nos resultados das análises químicas, por meio da comparabilidade, rastreabilidade e confiabilidade é fundamental para a área forense. Dados analíticos não confiáveis podem conduzir a decisões desastrosas, levando a prejuízos financeiros, custos penais e perda de credibilidade. Com isso, um método analítico deve garantir que as informações geradas sejam confiáveis e interpretáveis sobre a amostra, já que essas informações influenciarão na tomada de decisões legais e conclusões em

Metodologia, resultados e discussões

Inflorescências (10 g) de *C. sativa* secas, em estufa convencional com renovação de ar, foram submetidos à extração pelo método de ultrassom pulsado em meio metanólico. A extração foi realizada em um Desruptor/Sonicador de Ponteira Ultrassônico com gabinete acústico de 300 Watts, marca Eco-Sonics, tendo sido testados diferentes parâmetros para avaliação do melhor rendimento. A amostra foi colocada em um béquer e mantida no sonicador. Para essas metodologias, foram utilizadas as inflorescências secas trituradas e inteiras, para posterior avaliação de rendimento extrativo e em todos os processos houve controle de temperatura (~45 °C). O extrato foi concentrado em rotavapor até peso constante e submetidos a análise. A cromatografia de fase reversa foi feita usando um sistema de CLAE-DAD.

A extração pelo método de ultrassom pulsado em meio metanólico, foi avaliado utilizando a amostra com genótipo Ia em diferentes parâmetros: potência, tempo de extração e tipo de fracionamento da amostra vegetal, para escolha do melhor método extrativo. Os resultados de rendimento são apresentados nos gráficos 01 e 02.

Gráfico 01

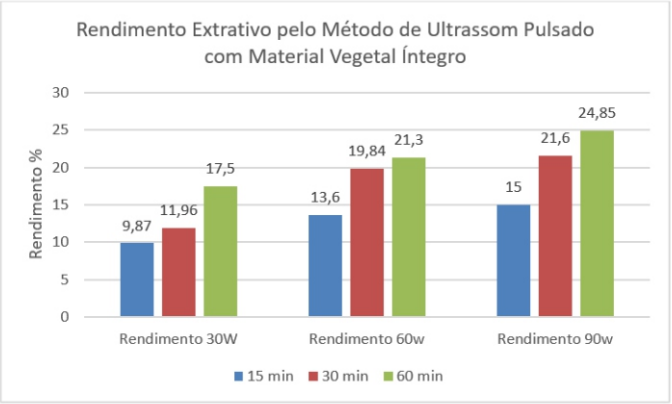
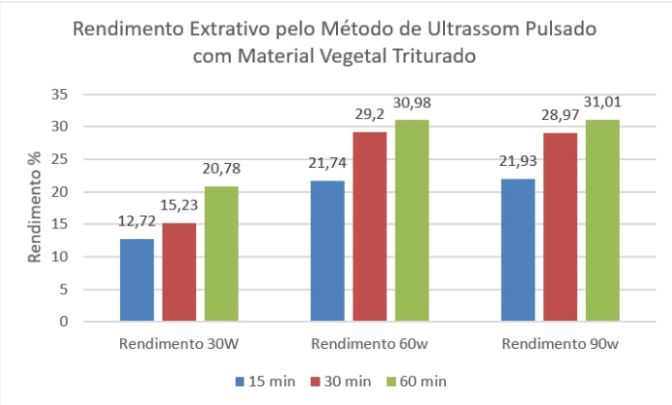


Gráfico 02



diagnósticos forenses e toxicológicos. Para obter resultados analíticos inequívocos devem ser seguidos os preceitos da Garantia da Qualidade Analítica, envolvendo procedimentos administrativos e técnicos que influenciam na sua confiabilidade [11].

A identificação de substâncias em amostras investigadas é uma atividade complexa que deve ser bem fundamentada para evitar questionamentos durante o processo judicial. O laboratório forense deve seguir procedimentos que garantam a cadeia de custódia da amostra e a qualidade dos resultados, utilizando padrões analíticos dos compostos suspeitos para comparar com os resultados das amostras apreendidas. Uma técnica bastante usada para identificação é a espectrometria de massas de alta resolução. Porém, além de muitos laboratórios não possuírem o equipamento necessário, na ausência de padrões a confirmação estrutural por essa técnica torna-se bastante complexa. Para confirmar um composto, diversas normas internacionais estabelecem que sejam adquiridos pelo menos três íons de diagnóstico em instrumentos de estágio único, ou 2 transições de íons em estágios múltiplos. Há ainda critérios para abundância dos íons e relação sinal/ruído que nem sempre são atendidos, sobretudo quando há pouca amostra. A disponibilidade de padrões analíticos confiáveis para compostos puros e para matrizes complexas, como os MRCs, é uma ferramenta valiosa para que os laudos dos laboratórios de química forense não sejam contestados.

Até o momento o projeto já realizou a otimização de procedimentos de extração, síntese e análise de *Cannabis* spp. e canabinoides isolados. A perspectiva é de que ao final do trabalho, contribuições bastante significativas para a análise desses materiais com qualidade terão sido feitas.

Referências bibliográficas

1. Polícia Federal. Estatísticas de Drogas Apreendidas. (2021). Available at: http://www.pf.gov.br/imprensa/estatistica/drogas. (Accessed: 28th May 2021)
2. UNODC. World Drug Report 2020. (United Nations Publication, 2020).
3. ElSohly, M., Chandra, S. & Lata, H. Cannabis Inflorescence: Stardards of Identity, Analysis and Quality Control. in American Herbal Pharmacopeia California (2013).
4. Potter, D. J. A review of the cultivation and processing of cannabis (Cannabis sativa L.) for production of prescription medicines in the UK. Drug Test. Anal. 6, 31–38 (2014).
5. Campos, D. R., Yonamine, M. & De Moraes Moreau, R. L. Marijuana as doping in sports. Sports Medicine 33, 395–399 (2003).
6. Thomas, A. et al. Sensitive determination of prohibited drugs in dried blood spots (DBS) for doping controls by means of a benchtop quadrupole/Orbitrap mass spectrometer. Anal. Bioanal. Chem. 403, 1279–1289 (2012).
7. Protti, M., Rudge, J., Sberna, A. E., Gerra, G. & Mercolini, L. Dried haematic microsamples and LC–MS/MS for the analysis of natural and synthetic cannabinoids. J. Chromatogr. B Anal. Technol. Biomed. Life Sci. 1044–1045, 77–86 (2017).
8. Thieme, D., Sachs, U., Sachs, H. & Moore, C. Significant enhancement of 11-Hydroxy-THC detection by formation of picolinic acid esters and application of liquid chromatography/multi stage mass spectrometry (LC-MS3): Application to hair and oral fluid analysis. Drug Test. Anal. 7, 577–585 (2015).
9. Angeli, I., Casati, S., Ravelli, A., Minoli, M. & Orioli, M. A novel single-step GC–MS/MS method for cannabinoids and 11-OH-THC metabolite analysis in hair. J. Pharm. Biomed. Anal. 155, 1–6 (2018).
10. Anvisa. RESOLUÇÃO RDC No 166, DE 24 DE JULHO DE 2017. (2017). Available at: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/kujrw0tzc2mb/content/id/19194581/do1-2017-07-25-resolucao-rdc-n-166-de-24-de-julho-de-2017-19194412. (Accessed: 17th June 2021)
11. MOREAU, R. L. M. & SIQUEIRA, M. E. P. B. Toxicologia analítica. (Guanabara Koogan, 2008).

ESTUDOS EM BALÍSTICA UTILIZANDO MEV EDS:

CRIAÇÃO DE BANCO DE DADOS DE PARTÍCULAS DE RESÍDUOS DE TIRO

Renata Carvalho Silva

Pesquisadora-Tecnologista em Metrologia e Qualidade
Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - Inmetro

Breve descrição

A identificação de resíduos de tiro (GSR, do inglês *gunshot residue*) em corpos, indivíduos e/ou objetos representa uma informação essencial na investigação criminal e na análise de evidências perante juízo. O método atual de escolha para análise de GSR no mundo, segundo a norma internacional ASTM E1588-20, é a microscopia eletrônica de varredura acoplada à espectroscopia de raios X por dispersão em energia (MEV/EDS), que atribui uma identidade elementar a cada partícula de forma isolada: a presença simultânea dos elementos chumbo (Pb), bário (Ba) e antimônio (Sb) (Wolten & Nesbitt, 1980) em uma mesma partícula com morfologia esférica/esferoidal ou irregular (para munições convencionais produzidas pela Companhia Brasileira de Cartuchos - CBC).

Estudos recentes demonstraram que algumas partículas contendo simultaneamente Pb, Ba e Sb foram encontradas em passageiros de automóveis que tiveram contato com airbag acionado (Laflèche et al., 2018). Porém, estas partículas também apresentavam outros elementos químicos em sua composição (zircônio, cobalto e cobre), um diferencial em relação às de GSR. Embora a composição elementar seja o principal fator para caracterizar as partículas de GSR, a análise morfométrica dessas estruturas pode auxiliar na diferenciação entre GSR e outras fontes e na identificação da munição utilizada no disparo da arma de fogo. Outra questão relevante é que CBC também fabrica munições denominadas ambientais (NTA, do inglês *Non Toxic Ammunition*), que são livres de metais pesados em sua composição e por isso não há, até o momento, uma assinatura para as partículas oriundas dessas munições. Antigamente essas munições somente eram utilizadas em estandes de tiro pelas forças policiais devido à preocupação com o meio ambiente e com a saúde ocupacional desses profissionais, mas atualmente é amplamente comercializada e cartuchos de NTA já foram encontradas em muitos locais de crime (Teixeira, Facci & Siqueira, 2018).

Projeto contemplado no Edital FAPERJ nº 13/2021 – Programa Apoio a Projetos de Inovação no Campo da Segurança Pública - ciências forenses 2021

A possibilidade de se ter partículas contendo PbBaSb oriundas de outras fontes que não a de disparo de arma de fogo, assim como a pouca informação existente em relação as partículas oriundas de munições NTA demonstram que há necessidade de estudo sistemático buscando assinaturas características desse tipo de munição e criação de banco de dados de partículas de GSR, principalmente daquelas provenientes de disparo de armas de fogo com munições nacionais produzidas pela CBC. Portanto, o projeto visa fomentar as investigações criminais com informações que possam ser confrontadas com amostras questionadas e correlacionadas com diferentes parâmetros, como por exemplo o tipo de arma usada no crime, da munição e a eliminação de falsos positivos ou falsos negativos.

Relevância

Os estudos envolvendo a identificação de GSR por técnicas cientificamente válidas tem sido intensamente discutidos no âmbito das perícias criminais. Uma evidência disso, foi a elaboração de uma Recomendação Técnica por peritos de todos os 27 estados brasileiros e do Distrito Federal pleiteando a REVOGAÇÃO DA TÉCNICA COLORIMÉTRICA DO RODIZONATO DE SÓDIO PARA ANÁLISE DE RESÍDUOS DE DISPARO DE ARMA DE FOGO, teste pouco sensível, inespecífico e, portanto, não confiável. Tema, inclusive, que foi apresentado em uma Plenária no XXVI Congresso Nacional de Criminalística, ocorrido em Campinas de 17 a 20 de maio de 2022. Essa Recomendação foi acatada e homologada pelo Conselho Nacional de Dirigentes de Polícia Científica (CONDPC), entidade que reúne os representantes dos órgãos de Perícia Oficial Criminal da União (DITEC/DPF), dos estados-membros e do Distrito Federal. Sabe-se que o padrão-ouro para análises de resíduos de tiro no mundo é a técnica de MEV-EDS, por isso o Inmetro validou e implementou essa metodologia no Instituto e hoje fornece cursos sobre o tema para peritos e médico-legistas e oferece esse serviço para a Polícia Civil do Estado do Rio de Janeiro. Porém, como todos sabem, muitos são os tipos de armas e munições utilizados em crimes e as partículas geradas pós-disparo podem possuir caraterísticas únicas de acordo com essas variáveis, o que requer a criação de um banco de dados dessas partículas.

A criação de um banco de dados é bem vista pelos Órgãos de Segurança Pública, vide DECRETO Nº 10.711, DE 2 DE JUNHO DE 2021 que instituiu o Banco Nacional de Perfis Balísticos, o Sistema Nacional de Análise Balística e o Comitê Gestor do Sistema Nacional de Análise Balística. O Banco Nacional de Perfis Balísticos tem como objetivo subsidiar ações destinadas a apurações criminais federais, estaduais e distritais a partir do:

I - cadastramento de armas de fogo; e
II - armazenamento de características de classe e individualizadoras de projéteis e de estojos de munição deflagrados por arma de fogo relacionados a crimes.

O Inmetro tem construído algo similar para as partículas de resíduos de tiro, informações que serão disponibilizadas para as polícias cientificas dos Estados, do Distrito Federal e da Polícia Federal. Para isso, tem sido realizada uma investigação sistemática e controlada das características morfológicas e composicionais de partículas oriundas de GSR de diferentes munições da CBC para criação desse banco de dados que possam fomentar as investigações criminais.

Além disso, com o crescente uso de munições ambientais, torna-se extremamente relevante a definição de uma "assinatura" ou "impressão digital" para as partículas oriundas desse tipo de munição.

Para atingir essas finalidades, o trabalho foi dividido em 4 objetivos específicos, cujos resultados parciais serão descritos a seguir.

Resultados parciais

1. Caracterizar o perfil químico e morfológico das partículas de GSR das munições nacionais convencionais de diferentes calibres fabricadas pela CBC utilizando MEV/EDS segundo a norma ASTM E-1588

199 amostras foram coletadas nas mãos direita, esquerda e face de atiradores após disparo com pistolas Taurus modelo G23 calibre .40, Pistola Glock calibre 9 mm, Fuzil Colt M16A2 calibre 5.56 e Fuzil IMBEL Fal calibre 7.62, conforme procedimento DOQ-001 do Inmetro - Orientação para coleta de GSR para análise por microscopia eletrônica de varredura/espectroscopia de energia em dispersão (MEV/EDS). Todas as munições utilizadas foram adquiridas da CBC. Foram detectadas o total de 86518 partículas, sendo 2524 partículas classificadas como características de GSR segundo a norma ASTM E1588-20. As imagens das partículas foram adquiridas utilizando o MEV Quanta FEG 450 com detector de elétrons retroespalhados e os espectros de EDS pelo detector de SDD e software EDAX Genesis v 1.

No tocante a composição química elementar das partículas, no geral, as espoletas fabricadas pela CBC para munições convencionais de revólveres e pistolas possuem 1,56 % de Sb (oriundo do trissulfeto de antimônio - Sb), 4,81 % de Ba (oriundo do nitrato de bário - Ba) e 0,36 % de Pb (oriundo do estifinato de chumbo - Pb) e nas munições convencionais de fuzis, 1,45 % de Sb, 4,48 % de Ba e 0,58 % de Pb. Em uma análise preliminar e semi-quantitativa, no perfil químico das 2524 partículas características de GSR analisadas, o Ba foi o elemento químico encontrado em maior porcentagem. Podemos inferir que o processo termodinâmico ocorrido no disparo não afeta a proporção da composição

elementar de Ba nas partículas originadas no processo. Porém, é importante destacar que o elemento Pb nas partículas oriundas de disparos com pistolas calibre 9 mm e .40, ambas munições encamisadas, teve seu o percentual médio mais elevado comparado com o percentual médio nas partículas oriundas de disparos com fuzis calibre 5,56 mm e 7,62 mm, ambas munições não encamisadas, contrariando a proporcionalidade descrita na composição da mistura iniciadora fabricada pela CBC. As análises de EDS foram realizadas na superfície das partículas, cujo volume de interação entre amostra e o feixe de elétrons não ultrapassa 2 µm de profundidade. A distribuição dos elementos químicos nas partículas não é homogênea e nem mesmo linear, por isso a confirmação do percentual médio dos elementos nas partículas tem sido realizada no microscópio eletrônico Helios Nanolab 600 (FEI, USA), composto por um feixe duplo que é uma combinação do MEV com o microscópio de feixe de íons focalizados (FIB) em um único sistema.

Em relação a análise morfométrica, as medições foram realizadas nas imagens de partículas características de GSR utilizando dezessete algoritmos de limiarização disponibilizados no software ImageJ, sendo calculados e definidos o diâmetro de feret (df), relação de aspecto (AR), circularidade (C) e o arredondamento (R) das partículas. Foi definido o melhor método de limiarização capaz de classificar as partículas de GSR em categorias distintas.

A partir desses resultados, um protocolo de medição automatizada foi desenvolvido utilizando técnicas de processamento digital de imagens seguindo as etapas: formação e aquisição da imagem, pré-processamento, segmentação, pós-processamento, extração de atributos, reconhecimento de padrões e classificação. Com o desenvolvimento desse protocolo foi possível classificar as partículas de GSR em 5 categorias: esférica regular; esférica irregular; disforme regular, disforme regular e aglomerados.

2. Elaborar histogramas que relacionem a presença de determinados elementos químicos e a morfometria de partículas que possam ser consistentes e características de GSR de munição NTA da CBC de diferentes calibres de forma análoga à norma ASTM E-1588

As análises das partículas NTA a serem realizadas irão se basear em resultados preliminares publicados por pesquisadores colaboradores da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Dra Ruth Henrichs e Dr Marcos Vasconcelos, que relataram que há presença de Pb nestes resíduos, proveniente da contaminação com munição convencional, mas também de incrustações no raiamento do cano ("enchumbamento"), vaporizadas pela explosão do iniciador e do propelente. Geralmente esse Pb é encontrado na forma de esferulitos, por isso, eles propuseram que a presença de uma população de partículas de número atômico médio baixo com aspecto amorfo-botroidal, apresentando uma incrustação de Pb na forma de esferulitos com 0,01 µm a 0,5 µm de diâmetro pode ser considerada como evidência inequívoca de disparo de munição NTA (especificamente a comercializada, Sintox). A

morfologia anédrica destas partículas indica que não são de origem ambiental (mineral) e que os esferulitos de Pb (*spray* de Pb) são consistentes com a volatilização em alta temperatura e a condensação posterior de Pb durante os estágios do disparo. Para confirmar esse achado e aprofundar esse estudo, amostras de munição NTA de diferentes calibres disparadas com armas de fogo novas serão utilizadas para produção dessas partículas (Frank et al., 2017).

3. Desenvolver um sistema automatizado baseado em processamento de imagens, para extração de informações morfométricas das partículas

Como informado anteriormente, um protocolo de medição automatizada foi desenvolvido utilizando técnicas de processamento digital de imagens. Uma macro foi criada no Image J para realizar a classificação das partículas de GSR e está sendo transcrita para a linguagem de programação Python. Pela diversidade de variáveis encontradas na classificação preliminar dessas partículas, será necessário inserir inteligência artificial no processo. Uma opção é a *Machine Learning*, ou aprendizado de máquina, que é uma aplicação de inteligência artificial que fornece ao computador a capacidade de aprender e melhorar automaticamente com a experiência, sem ser explicitamente programado. O banco de imagens já possui mais de 2500 objetos de estudo e novos estão sendo coletados, é possível que o processo de aprendizagem comece com observações de dados de modo a procurar padrões e tomar boas decisões com base em exemplos fornecidos.

As análises em andamento vêm demonstrando que realmente ocorre a irregularidade de grande parte dessas partículas de GSR e há uma hipótese de que essas diferentes características morfométricas aliadas a microanálise variam de acordo com o calibre da munição, o que está sendo testado em condições controladas e utilizando-se o rol de munições empregadas pelas forças policiais e/ou apreendidas durante as investigações criminais.

4. Identificar a incerteza metrológica dos dados morfométricos das partículas

Quando se relata o resultado de uma medição, é imprescindível que seja dada alguma indicação quantitativa da qualidade do resultado, de forma tal que aqueles que o utilizam possam avaliar sua confiabilidade (ABNT, 2017). Declarar a incerteza de medição é importante e indispensável para análise da adequação de um valor medido em relação à aplicação pretendida. Incerteza de medição é o "parâmetro não negativo que caracteriza a dispersão dos valores atribuídos a um mensurando, com base nas informações utilizadas" (VIM, 2012), que gera confiabilidade e robustez as medidas realizadas. Para os cálculos de incerteza de medição do diâmetro das partículas de GSR foram utilizadas as técnicas descritas no Guia para expressão de incerteza de medição - GUM 2008 - Avaliação de dados de medição. Os resultados estão sendo analisados.

Considerações Finais

O projeto faz parte do escopo dos planos de trabalho incluídos no Termo de cooperação técnico-científica firmado com a Secretaria de Polícia Civil do Rio de Janeiro (nº 3/2021/INMETRO-SEPOL) e no Acordo de Cooperação Técnica com o Departamento de Polícia Federal (nº1/2022/Inmetro-PF). Tem sido desenvolvido pela equipe do Inmetro composta por alunos de iniciação científica, de pós-graduação, uma bolsista técnica e uma Pós-doc e conta com a importante colaboração de peritos criminais das polícias científicas dos estados, em especial do Rio de Janeiro e da Polícia Federal. Essa aproximação entre Instituto de Metrologia, Universidades, Institutos de Pesquisa e Polícias Científicas é extremamente importante, pois tem contribuído para o uso de metodologias e técnicas mais avançadas pelas perícias com rigor metrológico compatível com aquele observado em países mais desenvolvidos.

Referências bibliográficas

ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017. Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. BRASIL: ABNT, 2017.

ASTM International. Standard guide for gunshot residue analysis by scanning electron microscopy/energy-dispersive spectrometry, ASTM standards, designation E 1588-20. West Conshocken, PA: ASTM International, 2020.

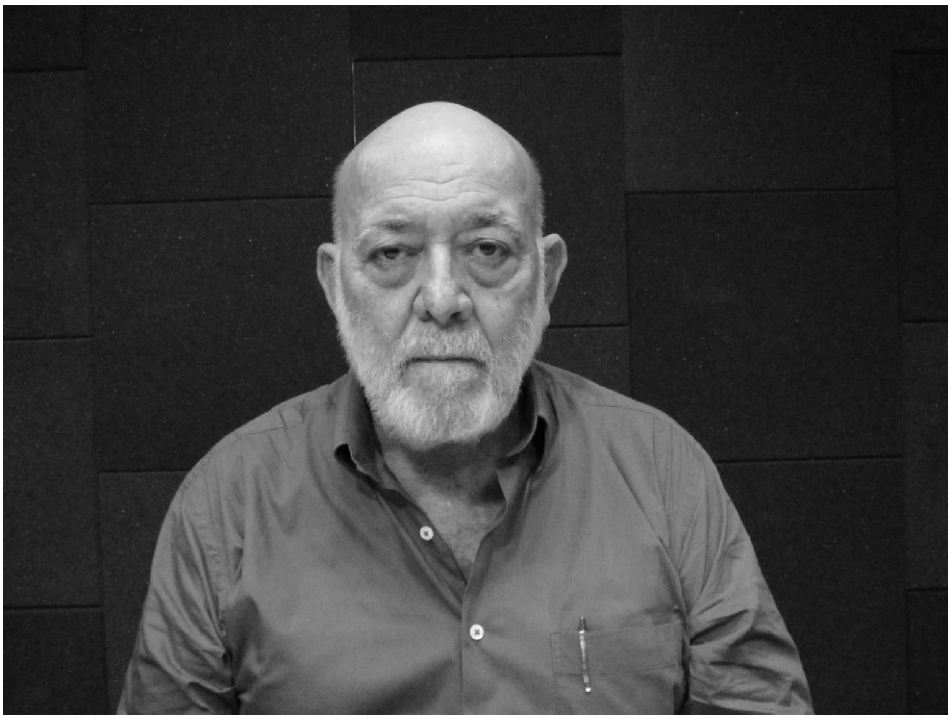
Frank, P.R.O; Hinrichs, R; Vasconcellos, M.A.Z. Proposta de Identificação de GSR de munição NTA por Aspectos Morfológicos e Químicos utilizando MEV/EDS. Inn: XXIV Congresso Nacional de Criminalística, VII Congresso Internacional de Perícia Criminal e XXIV Exposição de Tecnologias Aplicadas à Criminalística, Florianópolis-SC, 02 a 06 de outubro de 2017.

Laflèche, D. J., Brière, S. J., Faragher, N. F., Hearns, N. G. Gunshot residue and airbags: Part I. Assessing the risk of deployed automotive airbags to produce particles similar to gunshot residue. Canadian Society of Forensic Science Journal, 51(2), 48-57, 2018.

VIM 2012 - Vocabulario Internacional de Metrologia : Conceitos fundamentais e gerais e termos associados. 1Ed Luso-Brasileira, RJ, 2012.

Teixeira, F.B; Facci, R.R; Siqueira, D.S. NTA Ammunition Collected in Crime Scene and the Shooting Residue Examination. Inn: 3a SBCF 6a ENQ, 2018.

Wolten, G. & Nesbitt, R. On the Mechanism of Gunshot Residue Particle Formation, Journal of Forensic Sciences, Vol. 25, No. 3, pp. 533-545, 1980.



Evidência entrevistou o Dr. Roberto Kant de Lima, Coordenador do INCT-InEAC - Instituto de Estudos Comparados em Administração de Conflitos (www.ineac.uff.br). Confira a seguir.

O Senhor entende como sendo importante a cooperação científica entre as universidades e os Laboratórios Forenses? Quais as vantagens para ambas as instituições?

Extremamente importante. Tanto para a criação e desenvolvimento de novas técnicas e tecnologias científicas *stricto sensu,* como para a criação, desenvolvimento e reprodução de tecnologias sociais. Estas últimas, destinadas principalmente a, através de etnografias, acompanhar a produção, circulação e consumo dos trabalhos dos peritos. Ambas as colaborações visam não só estreitar os laços entre a pesquisa de excelência da universidade e as instituições governamentais, mas adicionar melhor qualidade e quantidade de serviços públicos prestados à sociedade, tanto pela perícia, como pela universidade.

Recentemente o senhor teve um projeto aprovado em edital da FAPERJ sobre ciências forenses. Poderia falar um pouco sobre esse projeto e sobre sua relevância?

Sim, intitula-se "Produção, circulação, uso e consumo do laudo pericial no fluxo criminal: tecnologias, impactos e inovação da perícia técnico-científica na construção da verdade jurídica em casos de letalidade violenta" e quando mencionei acima a questão das tecnologias sociais empregadas na produção, circulação e consumo dos serviços periciais, me referia exatamente a alguns dos produtos previstos nele. Note-se que não é um projeto "sobre " a perícia, mas "com" a perícia. Neste sentido o esforço é conjunto na produção de resultados. A metodologia é fundamentalmente etnográfica, em que os observadores e seus interlocutores interagem no campo do trabalho pericial, partilhando de suas experiências. Mas também estamos interessados no exame dos laudos e nos regramentos de várias instituições sobre as condições e critérios de sua produção. Também faz parte da pesquisa identificar, analisar e interpretar a circulação desses laudos: para onde vão, quem os recebe, quais são as reações e representações que os outros agentes do sistema de justiça têm sobre eles. E, finalmente, como são consumidos pelos magistrados, que são, em nosso sistema, os destinatários finais de todos os atos e peças processuais, visando sua persuasão. Resumidamente, trata-se de acompanhar a produção, circulação e consumo dos laudos periciais em casos de morte, especialmente as intencionais, e classificadas como homicídio doloso.

O senhor é um reconhecido pesquisador na área de Antropologia "Social". Tradicionalmente, os Institutos médico legais apresentam setores dedicados à Antropologia "Biológica" que tem aplicações diretas em casos investigações de homicídios e desparecimentos forçados, em geral. Como a Antropologia "social" pode contribuir para a ciência forense e, em especial, para a investigação de crimes?

Como eu disse acima, há vários exemplos dessas contribuições. Eu mesmo, tornei-me conhecido porque fiz uma etnografia do sistema de justiça criminal da cidade do Rio de Janeiro na década de 80, tendo parte deste material se tornado minha tese de doutorado no exterior, que foi publicada em forma de livro, do qual recentemente lancei a 3ª edição (2019). Posteriormente, tive a oportunidade de realizar semelhante trabalho, junto à polícia e ao sistema judiciário dos EUA, em Birmingham, Alabama e em San Francisco, California. A metodologia da Antropologia contemporânea não é a comparação por semelhança, como é a do Direito Comparado, e, mesmo da Ciência Política e da Sociologia em sua maioria. Comparamos diferentes sistemas exatamente por suas diferenças e é este contraste que nos permite "estranhar" o nosso próprio sistema. Por isso, tive vários insights sobre nosso sistema de justiça criminal bastante originais. Posteriormente. acabei por criar, juntamente com meus colegas, linhas de pesquisa em cursos de pós-graduação em Antropologia e em Direito, que resultaram na formação de gerações de pesquisadores que se envolveram com o estudo etnográfico das práticas jurídicas no Brasil e no exterior. No Brasil, principalmente, a etnografia é a única forma de identificar, conhecer e explicitar as práticas dos sistemas de justiça. Isso porque a doutrina jurídica está voltada para definições do "dever ser", e não do que atualmente acontece. E as leis, como sabemos, não têm interpretações consensuais sobre sua aplicação, havendo mesmo duas ideias de igualdade jurídica vigentes em nosso sistema: uma, escrita em nossa Constituição, que reza que "todos são iguais perante a lei", isto é, os diferentes cidadãos têm os mesmos direitos; este dispositivo, no entanto, é aplicado segundo a regra prática de que "a regra da igualdade é quinhoar de desigualmente os desiguais na medida em que se desigualam". De acordo com esta regra prática, só os semelhantes têm os mesmo direitos e os diferentes têm direitos desiguais. Isso naturaliza a aplicação desigual, não uniforme da lei, a casos semelhantes, pois ela frequentemente varia de acordo com o status dos envolvidos e não de acordo com os atos cometidos. Pesquisas deste tipo contribuem para um conhecimento mais acurado das formas de aplicação de nosso direito e podem, eventualmente, levar a sua melhor compreensão e aperfeiçoamento. Afinal, não se pode melhorar o que não se conhece...

Este esforço culminou na aprovação de um projeto, em 2009, que criou o Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia – Instituto de Estudos Comparados em Administração de Conflitos (INCT-InEAC – www.ineac.uff.br). Hoje, 13 anos depois, continuamos a pertencer a este

seleto grupo de INCTs, centros de excelência na realização de pesquisas, formação de quadros e transferência dos produtos das pesquisas para a sociedade. São ao todo 104 INCTs, em todas as áreas do conhecimento, que foram financiados para continuar trabalhando nas fronteiras da Ciência, Tecnologia e Inovação. O nosso INCT-InEAC hoje está presente em 6 unidades da federação e em sete países, além do Brasil, onde mais de 100 pesquisadores e mais de 200 pesquisadores em formação na graduação, no mestrado e no doutorado das áreas de antropologia, sociologia, ciência política, história, comunicação, direito e psicologia, realizam pesquisas de caráter etnográfico sobre o sistema de justiça e sobre seus efeitos nas sociedades. Por meio dele, criamos um curso de graduação em segurança pública na UFF (presencial); um curso de tecnólogo em segurança pública (a distância, via convênio UFF/CEDERJ) destinado pelo MEC a profissionais de segurança pública; e um curso de mestrado acadêmico em Justiça e Segurança, todos reunidos em uma Unidade de Ensino, o Instituto de Estudos Comparados em Administração de Conflitos (IAC/UFF), que tem o mesmo nome da rede internacional. Desta maneira, estamos transferindo o conhecimento produto das pesquisas de excelência realizadas para o público interessado. O INCT-InEAC, além de nosso site acima mencionado, também tem programas de divulgação e educação científica na área de administração de conflitos através de nossos canais no Youtube, Instagram, Facebook e Twitter . Também publicamos, além de artigos científicos,coleções de livros com dissertações, teses e coletâneas realizadas por pesquisadores do InEAC. Uma dessas Coleções, intitulada "Conflitos, Direitos e Sociedade", publicada pela Editora Autografia, tem já 56 títulos publicados, que estão disponíveis no site da editora, inclusive em forma de e-book.

Para o senhor, qual a importância da perícia oficial para a segurança pública?

A perícia oficial pode ter importância crítica para a elucidação de eventos, desde que seja bem-feita, com padrões de qualidade contemporâneos e seja considerada pelos demais agentes da segurança pública e da justiça criminal com o respeito e o valor que merece. Só realizar a perícia não é suficiente para que ela produza efeitos, ela precisa ter legitimidade junto ao sistema de justiça criminal para produzir efeitos consistentes com seus resultados. No Brasil, historicamente, existe um princípio, do "livre convencimento motivado do juiz", que lhe confere poder, inclusive, de desconsiderar os resultados da perícia. Por outro lado, o próprio Direito brasileiro, não sendo uma ciência social aplicada (embora assim seja classificado pelas agências de fomento), tem relações ambíguas com o conhecimento científico, com frequência instrumentalizando-o de acordo com os interesses mais imediatos dos agentes e operadores. É preciso muito trabalho ainda para que este quadro se reverta. Esperamos, sinceramente, juntamente com os peritos, contribuir para o aperfeiçoamento dos recursos materiais e humanos encarregados da produção, circulação e consumo dos produtos periciais para fortalecimento e maior eficácia de suas atividades.

DISQUE DENÚNCIA
2253 1177
RIO DE JANEIRO - RJ