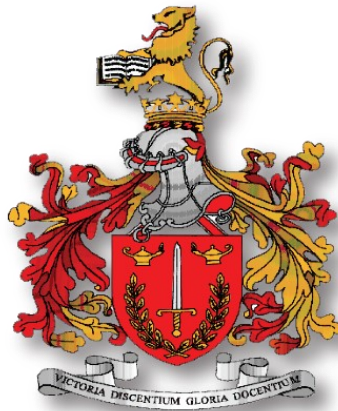


INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS POLICIAIS E SEGURANÇA INTERNA



**O FORMATO X3P COMO MEIO DE COMUNICAÇÃO ENTRE DIFERENTES
ABIS NA PROVA FORENSE BALÍSTICA**

Trabalho Individual Final

4.º Curso de Comando e Direção Policial

Estudo Teórico

Autor: José António dos Santos Pereira, Comissário M/149412

Lisboa, 12 de novembro de 2021



Resumo

As ocorrências criminais com armas de fogo não são exclusivamente internas de um país, tendo atravessado toda a Europa devido à abertura das fronteiras entre os Estados-Membros da União Europeia e a livre circulação de pessoas e bens.

Relacionar, pois, vários crimes cometidos com a mesma arma de fogo em diferentes países, torna-se uma tarefa hercúlea se a tecnologia científica, em concreto a balística identificativa através das correlações efetuadas nas bases de dados, não estiver ao serviço da justiça e da segurança dos cidadãos.

Efetuiu-se uma análise das características técnicas e das potencialidades do formato de arquivo XML x3p como uma ferramenta de envio e receção de ficheiros com dados balísticos, projéteis ou cartuchos, que permita correlacionar os casos em investigação com as bases de dados de casos abertos – pendentes, existentes nos laboratórios de Polícia Científica da Europa.

Os ficheiros x3p mostraram potencialidades no auxílio, não só para produção de meios de prova pericial, como também para produção de inteligência útil para a investigação.

Palavras-chave: ABIS, Balística, Correlação, X3P.

Abstract

Criminal occurrences involving firearms are not exclusively internal to one country, but have crossed all Europe due to the opening of borders between European Union Member States and the free movement of persons and goods.

Therefore, relating several crimes committed with the same firearm in different countries becomes a Herculean task if scientific technology, specifically ballistics identification through correlations made in databases, is not at the service of justice and citizens' safety.

An analysis of the technical characteristics and potentialities of the XML x3p file format was carried out as a tool for sending and receiving files with ballistic data, projectiles or cartridges, allowing the correlation of cases under investigation with the databases of open cases or pending ones, existing in the forensic science laboratories of Europe.

The x3p files showed potentialities in helping, not only for the production of expert evidence, but also for the production of useful intelligence for the investigation.

Keywords: ABIS, Ballistics, Correlation, X3P

Introdução

A dificuldade de interligação entre os diversos sistemas de comparação balística automatizada utilizados pelos diferentes Laboratórios de Polícia Científica das Polícias dos Estados Membros (EM) da União Europeia (UE) leva à necessidade de se efetuar uma abordagem crítica sobre a mesma, por forma a providenciar evidências que permitam incrementar a cooperação em matéria policial na área das ciências forenses.

Os meios de prova forense “são o conjunto de meios dos quais as equipas de investigação poderão dispor para chegar à demonstração dos factos” (Guerreiro, 2014, p. 37), entre os quais se destaca a prova pericial, prevista no capítulo VI do Livro III do Código de Processo Penal (CPP) Português, artigos 151.º e seguintes, sendo “admissíveis as provas que não forem proibidas por lei”, conforme estipulado pelo artigo 125.º do CPP. O artigo 151.º do CPP define ainda que “a prova pericial tem lugar quando a perceção ou a apreciação dos factos exigirem especiais conhecimentos técnicos, científicos ou artísticos” (Rocha, 2021).

A balística identificativa como metodologia de comparação entre elementos balísticos recolhidos no local do crime e na arma apreendida / recuperada, sofreu um enorme avanço com a adoção de sistemas automatizados de identificação balística, designados em inglês por *Automated Ballistic Information Systems* (ABIS).

Os ABIS existentes nos diferentes EM são fabricados por diferentes empresas que desenvolveram softwares e hardwares específicos, tentando monopolizar o mercado fechando o seu sistema aos outros fornecedores, contribuindo para que as interligações e correlações entre os mesmos sejam nulas.

Face ao crescendo da criminalidade grave e do terrorismo, conjugado com a abertura das fronteiras entre os EM, facilitando a deslocação transfronteiriça de criminosos e terroristas, existiu a necessidade de discutir o problema das interligações e comunicação entre os diferentes ABIS, levando inclusive a Comissão Europeia (CE) a ponderar financiar um único sistema para todos os países da UE.

Perante a enorme dificuldade que existe em mudar de um sistema para outro considerando o volume de casos arquivados em cada Laboratório Forense, a solução apontada foi direcionada para a interligação entre os diferentes ABIS, levando a que o Grupo EMPACT Firearms, onde se inclui também a EUROPOL, criasse uma Ação Operacional

(AO) no seu plano anual, a AO 1.3 – Explorar possíveis soluções para troca de dados balísticos entre diferentes ABIS, continuando a ser considerada também para 2022.

Esta ação operacional inclui nos seus objetivos, solicitar suporte científico ao *European Network of Forensic Science Institutes* (ENFSI), ficando este encarregue de estudar o problema da interligação entre os diferentes ABIS, assim como, promover a integração de troca de dados balísticos na revisão do Acordo de Prüm.

Atualmente os EM utilizam maioritariamente dois ABIS, cerca de 12 EM utilizam o IBIS (*Integrated Ballistic Identification System*), encontrando-se todos eles interligados através da rede IBIN (*INTERPOL Ballistic Information Network*) da INTERPOL, e cerca de outros 10 EM utilizam o sistema EVOFINDER, os quais não se conseguem interligar entre si.

Perante esta dificuldade foi proposto ao ENFSI um estudo sobre a possibilidade de utilização do x3p como formato de gravação de dados pelos diferentes ABIS, permitindo assim a incorporação e comparação de dados balísticos interlaboratórios e por diferentes ABIS.

Face a esta dificuldade de interligação entre diferentes ABIS, impossibilitando a troca de dados para correlação, atinentes a fomentar a cooperação policial nas investigações criminais nacionais ou transfronteiriças com armas de fogo relacionadas, pretende-se efetuar um estudo teórico, tendo como objetivo identificar a viabilidade da possibilidade de intercomunicação entre diferentes ABIS, a correlação através do formato x3p, e a sua validade enquanto perícia forense, permitindo ainda o reforço da cadeia de custódia da prova, considerando que através deste intercâmbio de dados as provas forenses físicas apenas serão trocadas em último caso, passando a ser validadas as trocas digitais da prova.

Estado de Arte

Da prova forense

As ciências forenses são um conjunto de diversos conhecimentos que visam esclarecer, através de meios técnico-científicos, assuntos que se encontram em investigação. A ciência forense aplica métodos científicos para analisar meios de prova relacionados com determinados crimes em investigação e que vão permitir apontar com confiança se o suspeito cometeu ou não determinado crime. É neste sentido que o Código Civil (CC) Português

afirma no seu artigo 341.º que “as provas têm por função a demonstração da realidade dos factos” (*Código Civil*, 1966).

Os avanços tecnológicos na área da ciência forense, principalmente na área da balística, vieram permitir apoiar o julgador na tomada de decisão com maior certeza e confiança, contribuindo para uma estabilidade nas decisões judiciais e uma aplicação do princípio da verdade material, um dos princípios basilares da prova no direito processual penal português (Guerreiro, 2014). Ainda na senda da mesma autora, “cada vez mais o tribunal recorre à conjugação das provas científicas com as subjetivas, arriscando mesmo a dizer que as primeiras são preferidas em detrimento das segundas” (Guerreiro, 2014, p. 36).

Código de Processo Penal (CPP) Português, no seu capítulo VI do Livro III, dedica os artigos 151.º e seguintes à prova pericial, definindo desde logo no artigo 151.º que “a prova pericial tem lugar quando a perceção ou a apreciação dos factos exigirem especiais conhecimentos técnicos, científicos ou artísticos” (*Código de Processo Penal*, 1987), e no artigo 125.º que “são admissíveis as provas que não forem proibidas por lei” (*Código de Processo Penal*, 1987), e estas últimas são as obtidas através dos métodos elencados no artigo 126.º do mesmo diploma.

A prova pericial permite auxiliar o juiz na decisão, o qual não tem de possuir todos os conhecimentos técnicos, científicos ou artísticos, contribuindo para “a diminuição da margem de erro na apreciação da prova, facilitando assim a tarefa do julgador e ajudando a contribuir para a obtenção da boa decisão da causa” (Lopes, 2017).

A prova pericial após a sua produção é sempre vertida em relatório pericial, conforme estipula o artigo 157.º do CPP, onde são vertidas todas as respostas aos quesitos, caso tenham sido emitidos, conclusões e fundamentação técnica destas (Guerra, 2016).

A fundamentação da prova forense na balística identificativa tem sido assente na experiência e treino do perito, com os avanços tecnológicos, está cada vez mais está apoiada na reprodução de imagens e relatórios emitidos pelos sistemas de identificação balística.

ABIS

A balística forense está dividida em três áreas: a balística interna, que se ocupa da ação dos mecanismos da arma de fogo desde que é iniciada a carga propulsora, a deslocação do projétil no cano, até à saída do projétil à boca do cano, pressões exercidas e marcas deixadas por todos os componentes intervenientes no contato com os projéteis e cartuchos; a balística

externa, que analisa a trajetória do projétil desde o seu abandono do cano até ao momento anterior ao impacto no alvo; e a balística terminal, que observa todos os efeitos do projétil desde o impacto no alvo até terminar a sua deslocação (Andrade, 2018).

Das três áreas da balística forense, a balística interna é aquela que interessa para este estudo, pois permite efetuar uma análise e comparação das marcas deixadas nos elementos municipais, cartuchos e invólucros, quer pelo movimento dos mecanismos da arma de fogo quer pelo cano da arma, aquando da pressão exercida pela força da expansão dos gases após a explosão da carga propulsora (Júnior, 2010). As marcas presentes nos elementos municipais são tão mais ricas quanto maior for a pressão exercida pela expansão dos gases.

Sempre que um projétil, cartucho ou a própria arma de fogo é recolhida ou relacionada a uma cena de crime, esses meios de prova forense devem ser sujeitos a exame pericial através da balística identificativa. Esta vai executar uma sequência de processos que culminarão com uma conclusão que será expressa através de uma escala de 5 pontos (exclusão, provável exclusão, inconclusivo, provável identificação e identificação) acerca da comparação entre os elementos recolhidos no local do crime, amostra problema, e os elementos conhecidos do perito, amostra referência, porque foram recolhidos da arma em sua posse (Neto, 2015).

A balística identificativa permite realizar uma análise que reconheça as características de classe, subclasse ou individuais, que são marcas impressas aquando do disparo, nos projéteis à sua passagem através do cano, e nos cartuchos através da pressão exercida pelo extrator, percutor, ejetor e face da culatra. As características de classe são marcas que são comuns a várias armas de fogo, mas que ao mesmo tempo excluem outro conjunto de armas que possuam características incompatíveis. As características de subclasse são marcas comuns a um determinado grupo de armas, mesma marca e modelo, mas que não são discriminatórias. As características individuais são marcas únicas e que são individualizadoras de cada arma de fogo e que se prendem com imperfeições que são deixadas no momento de fabrico, com o desgaste provocado pelo uso, ou pela deterioração dos materiais (dos Santos, 2015).

As características individuais que serão objeto de comparação entre a amostra problema e a amostra referência, são as marcas impressas nos projéteis pelas estrias do cano e as deixadas nos cartuchos pelas orelhas do carregador, pela garra extratora, pelo ejetor,

pelo percutor e pela culatra. As duas primeiras são marcas laterais dos cartuchos e as últimas três são marcas produzidas na base dos cartuchos e as que mais são usadas na comparação.

A primeira abordagem no exame pericial em balística forense, consiste em selecionar e dividir os elementos munitais recolhidos por classe e subclasse, efetuando uma comparação visual entre a amostra problema e a amostra referência, recorrendo se necessário a uma lupa. Após a primeira separação, no microscópio de comparação efetua-se uma análise das características de subclasse e principalmente as individuais presentes na amostra problema, comparando-a com a amostra referência. Os elementos munitais para comparação lado-a-lado são selecionados considerando a tipologia e dureza dos materiais utilizados no fabrico dos mesmos, assim como a marca do fabricante, pois os que possuem características semelhantes têm mais probabilidade de uma maior percentagem de coincidências (Andrade, 2018).

Com uma quantidade relativamente pequena de imagens para comparar, era fácil associar os casos pendentes com novas fotografias. O aumento de registo de fotografias de casos pendentes de resolução, levou à necessidade de iniciar a compilação dessas numa base de dados digital, levando a que ficasse mais difícil de conseguir em tempo útil para a investigação a comparação lado-a-lado das fotografias de casos problema com as de referência (dos Santos, 2015).

Perante esta dificuldade existiu a necessidade de a ciência produzir um equipamento que contemplasse um software de comparação automático, permitindo que todo o trabalho árduo de comparação lado-a-lado fosse efetuado por um computador que corresse um algoritmo para identificar marcas semelhantes com características individuais entre a amostra problema e a de referência. Esta correlação é aplicada apenas a uma seleção efetuada às marcas de classe de entre o todo o universo (Júnior, 2010).

Atualmente, todos os laboratórios presentes nos países mais desenvolvidos possuem um sistema automatizado para registo, arquivo e correlações automáticas de dados balísticos, libertando muito do trabalho do perito e aumentando a celeridade na produção de prova pericial para inclusão na investigação criminal ou no julgamento (dos Santos, 2015).

Os ABIS produzem imagens 3 dimensões captadas por todos estes equipamentos, constroem imagens multicamadas para poderem reproduzir os relevos que as marcas impressas nos projéteis e nos invólucros possuem, principalmente a marca da região do percutor.

Existem distintos ABIS desenvolvidos por diversos fabricantes, tendo como principais os seguintes: o IBIS da Ultra Forensic Technologies, o EVOFINDER da ScannBI Technology, o BalScan da empresa LIM (Laboratory Imaging), ALIAS da Pyramidal Technologies, ARSENAL da Papillon Systems, o Sensofar da Sensofar Metrology e o TopMatch da Cadre Forensics. Todos estes equipamentos funcionam com a tecnologia de captação de imagem de superfície em 3 dimensões, potenciando através da captura em relevo a qualidade de imagem, reduzindo o risco de erro devido ao ângulo da luz, e contribuindo para que as imagens observadas e traspostas para o relatório sejam bastante elucidativas da realidade (dos Santos, 2015).

Com este avanço tecnológico “a comparação balística pode ser feita de maneira automatizada tornando a identificação menos dependente da subjetividade e experiência do examinador” (dos Santos, 2015).

Comunicação entre ABIS

O aparecimento dos ABIS a 2 D veio revolucionar o desempenho dos laboratórios forenses na produção de provas periciais, pois, até então, a comparação era feita no microscópio de comparação com verificação dos arquivos de imagens de casos em aberto, ou seja, pendentes de resolução. Este tipo de aquisição exigia que fosse utilizado mais tempo e que o examinador despendesse mais tempo na comparação lado-a-lado e impunha sempre que os elementos municipais em análise fossem ao microscópio de comparação para se aferir da similitude das características individuais dos projéteis ou cartuchos em comparação.

Este processo, mesmo executado por profissionais altamente treinados, estava muito dependente de critérios subjetivos alicerçados na experiência do examinador e por isso sem linhas orientadoras bem definidas comuns a todos os peritos. Nesta senda o processo de comparação ficava também mais exposto ao risco da existência de erro humano, pelo que se reclamava por um sistema que permitisse minimizar estas ocorrências e se baseasse em critérios mais objetivos (Mattijssen, 2020).

Contudo, apesar da automatização das correlações imprimir melhorias substanciais em eficiência e eficácia, ainda existiam algumas questões que necessitavam de ser analisadas e melhoradas, sendo uma das mais importantes a incidência da luz na superfície a adquirir. A refletância era influenciada grandemente na aquisição da imagem, estando muito dependente das condições de iluminação, como sendo o ângulo de inclinação, a direção e o

tipo de fonte de luz, a intensidade e a cor da iluminação, a cor e a refletividade do material da superfície (Vorburger et al., 2019).

As imagens dos elementos muniçiais são adquiridas em 2D ou 3D por varreduras da topografia de superfície dos projéteis e dos invólucros, gerando “uma assinatura eletrônica de cada elemento de munição” (dos Santos, 2015). Esta assinatura eletrônica das imagens digitais vai permitir que sejam efetuadas correlações entre os diversos elementos muniçiais existentes na base de dados e as provas forense problema, e que, após essa correlação, o examinador possa visualizar os resultados no monitor de um computador.

As imagens digitais adquiridas são armazenadas em bases de dados em formatos proprietários específicos de cada fabricante dos diferentes ABIS, o que vem dificultar e muito a comunicação entre os sistemas, principalmente porque não permite efetuar de forma simples e digital os testes de proficiência interlaboratorial e de comparações entre sistemas (Vorburger et al., 2019).

Segundo Vorburger et al. (2019) nem todos os sistemas de identificação balísticos estão a fazer uma evolução para as medições quantitativas em 3D, estando-se já a assistir a uma evolução de comparações balísticas de imagens qualitativas para medições quantitativas de topografia.

A tecnologia mais utilizada pelos ABIS é a baseada na topografia de área ou superfície, que está descrita na norma ISO 25178-6 de 2010, por ser a que mais interesse tem para quem trabalha com as características relativas à superfície dos projéteis e dos cartuchos, por trabalhar em faixas de comprimento entre micrómetros e milímetros laterais, e uma faixa de altura entre o nanómetro e os cem micrómetros (Vorburger et al., 2019).

Existem pelo menos quatro métodos diferentes, maioritariamente óticos, que permitem ser usados comercialmente nestas características, e que apresentam como principal desafio a padronização das calibrações, considerando que todos eles são diferentes e que os seus pontos fortes, incertezas e fontes de erro estão disponíveis em diversos documentos normativos internacionais.

Independentemente do método utilizado e do sistema escolhido, para que se possa obter correlações e comparações eficientes entre as amostras guardadas na base de dados, deve existir sempre a preocupação da qualidade dos dados recolhidos, cumprindo requisitos metrológicos e de configuração da medição.

Quanto aos requisitos, nos metrológicos, a medição das amostras deve conter os padrões mínimos de conteúdo metrológico e de precisão, onde se incluem, entre outros, a resolução lateral nominal, a resolução vertical e lateral efetiva, a exatidão da amplificação vertical e lateral, repetibilidade e ocorrência de perda de dados. Nos requisitos de configuração da medição, a orientação aceitável da amostra pode ter limitações, considerando que a comparação eficiente de imagens bidimensionais por microscopia de refletância requer condições de iluminação semelhantes (Head, 2018).

Para além dos dados de medição da amostra, os sistemas devem ser capazes de recolher e guardar metadados, os quais deverão conter no mínimo a descrição do caso, da arma de fogo e a exposição, sendo estes necessários, não só para fins de gestão administrativa, mas também para tornar o sistema de pesquisa mais eficiente. Os dados necessários para esta última devem integrar as características de classe e a data de ocorrência, necessárias para reduzir o universo de pesquisa (Head, 2018). Esta delimitação do universo torna não só a pesquisa mais rápida, como também mais específica, permitindo que o caso inserido seja apresentado ao examinador numa posição mais elevada, considerando que após o *encoding* da amostra pelo sistema, é “atribuída uma pontuação de acordo com a semelhança e montando um *ranking* de similaridade da amostra em ordem decrescente, onde o primeiro item da lista indica aquele que mais se aproxima do novo objeto” (Júnior, 2010).

Existe a necessidade de padronizar as aquisições por regiões de interesse com requisitos bem definidos, para que a comparação de marcas seja efetuada para determinada região da superfície, ou seja uma célula, descartando a obrigatoriedade de percorrer toda a área do elemento municial em comparação. O *National Institute of Standards and Technology* (NIST) desenvolveu o *Congruent Matching Cells* (CMC), ou seja, o método das células de correspondência congruente. Neste método, a superfície total dos cartuchos ou projéteis é dividida em células que podem então ser comparadas com as células de outra superfície. Divide-se a superfície total em múltiplas células para comparação, em vez de comparar as superfícies completas ao mesmo tempo, distinguindo entre regiões de correlação válidas e inválidas. Considera-se que as regiões de correlação válidas contêm características que podem ser efetivamente utilizadas para efeitos de comparação, enquanto as regiões de correlação inválidas, são as que resultam de uma interação mínima com componentes de armas de fogo e, portanto, não contêm características úteis (Mattijssen, 2020).

O NIST propõe ainda que o método CMC seja conjugado com o *Congruent Matching cross-section* (CMX), método este que utiliza secções transversais da impressão feita pelo percutor, canal do percutor, que são convertidas em perfis lineares 2D, permitindo que possa ser comparado todo o comprimento do canal (Mattijssen, 2020).

A segurança dos dados é um dos fatores críticos a considerar quando se pretende que as imagens e os metadados guardados na base de dados sejam correlacionados com outro servidor ou concentrador de dados. Normalmente esta informação está guardada em redes informáticas de Polícias, e que estas estão dotadas de redes seguras com restrições de acessos devido á sensibilidade da informação a que se pode aceder. Deve ser, portanto, ultrapassado este desafio, recorrendo a ligações seguras ponto-a-ponto como uma *virtual private network* (VPN) (Ultra Electronics Forensic Technology, n.d.). Relativamente a questões de segurança de partilha de dados, o IBIS está ligado à rede IBIN através de uma VPN, tornando assim as ligações entre servidores ou concentradores de dados seguras, preservando a integridade dos dados, da custódia da prova e a confiança do sistema judicial.

Considerando todos os desafios aqui apresentados, e pretendendo interligar os diversos sistemas ABIS, urge a necessidade de definir uma forma de interligação que permita ser acessível e perceptível a todos eles, possibilitando ser mais célere que a visualização de casos lado-a-lado e automatize eficientemente os pedidos de correlações, sobretudo entre os EM. Uma possibilidade de poder interligar e correlacionar as bases de dados de casos em aberto, é a utilização de um formato de arquivo de dados, o XML - x3p.

Formato de arquivo XML x3p

O x3p é um formato de arquivo de dados não proprietário, que se encontra definido pela ISO 25178-72, publicada em 2017. Era um formato que estava a ser usado para intercâmbio de dados topográficos de perfil, tendo começado a ser proposto como o ideal para um formato geral de partilha de dados de topografia de superfície 3D. O *Open Forensic Metrology Consortium* (OpenFMC) pegou neste formato e adotou-o para satisfazer as necessidades específicas na área da troca de dados balísticos.

A ISO 25178-72, publicada em 2017 abrange as “especificações geométricas do produto (GPS) – textura da superfície: superfície – parte 72: formato de arquivo XML x3p” (ISO/FDIS 25178-72:2017(E), 2017). Esta norma não se encontra isolada, pois, além de fazer parte integrante da ISO 14638 sobre o modelo de matriz ISO / GPS, aplicam-se a esta

norma as regras fundamentais da ISO / GPS constantes da ISO 8015, as regras de decisão padrão patentes na ISO 14253-1, e os termos e definições aplicados são os constante da “ISO 25178-600, especificações geométricas do produto (GPS) – textura da superfície: superfície – parte 60: características metrológicas para métodos de medição para topografia de superfície” (ISO/FDIS 25178-72:2017(E), 2017). Esclarece ainda esta norma ISO na sua introdução que,

O formato de arquivo x3p, conforme definido neste documento, foi desenvolvido com base nas definições da ISO 5436-2. O consórcio OpenGPS fornece uma implementação gratuita de software de código aberto deste formato de arquivo para evitar a inevitável inconsistência de múltiplas implementações proprietárias. (ISO/FDIS 25178-72:2017(E), 2017)

O formato de arquivo XML x3p “pode ser usado como um recipiente ou contentor para múltiplos arquivos e pastas que também suporta uma compressão do conteúdo armazenado” (ISO/FDIS 25178-72:2017(E), 2017), para armazenamento e intercâmbio de dados topográficos e de perfil, que tem de usar a unidade em metros para todas as coordenadas, sem usar os prefixos SI ou outro tipo de unidades de medição, e que usa a linguagem XML para codificação eletrónica de documentos.

X3p é o nome de um arquivo que se considera um contentor zip para uso de dados de superfície e de perfil, usado quer para pontos sem qualquer topologia em nuvem, quer para dados topográficos projetáveis a 2½ D ou representações topográficas multicamadas. Este ficheiro termina sempre com a extensão “.x3p” (ISO/FDIS 25178-72:2017(E), 2017).

O x3p utiliza uma matriz de rotação 3X3 que orienta a nuvem de pontos armazenados e define a rotação do conjunto de dados no espaço 3D. A matriz de dados é uma matriz assente numa relação de vizinhança definida de cada um dos pontos 3D, seja numa matriz unidimensional, bidimensional ou tridimensional, com um índice de dados descritos pelos símbolos u, v e w. Esta matriz não deve ser confundida com a matriz do sistema de coordenadas dos pontos que utiliza os eixos x, y e z (ISO/FDIS 25178-72:2017(E), 2017).

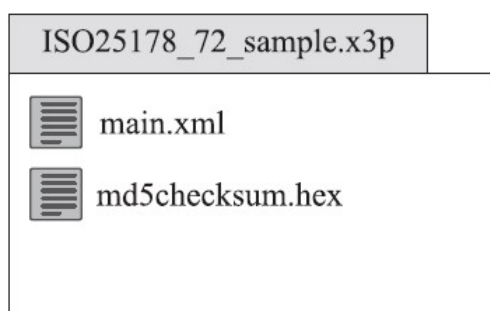
Existindo uma inconsistência na interpretação do padrão para os dados 3D SUR, dados referentes à superfície, relativos à matriz 2D de alturas-Z, da especificação do formato de dados x3p para a direção do eixo do y, foi efetuado um esclarecimento sobre como deve ser feita a interpretação das imagens viradas na direção Y quando são importados pacotes de dados x3p. Perante diferentes possibilidades de interpretação com possibilidade de ser

utilizado um sistema de coordenadas destro ou esquerdo, Ryan Lilien esclarece que “o sistema de coordenadas deve destro” (Lilien, 2017), porque a norma impõe o mesmo sistema de coordenadas quer para os dados 3D SUR quer para os dados 3D PCL, ou seja, estes últimos de nuvem de pontos, pelo que “a utilização de um sistema de coordenadas esquerdo para estes últimos dados seria pouco convencional e confuso” (Lilien, 2017).

As figuras 1 e 2 apresentam exemplos de conteúdo mínimo de ficheiros que devem conter os documentos x3p e uma representação dos ficheiros x3p mais complexos.

Figura 1

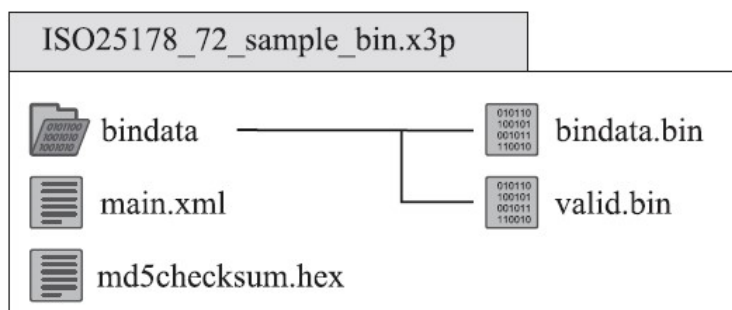
Exemplo de recipiente de arquivo x3p simplificado.



Nota: Exemplo do conteúdo mínimo de um recipiente de arquivo x3p, para utilização apenas de texto. Imagem adaptada de: (ISO/FDIS 25178-72:2017(E), 2017).

Figura 2

Exemplo de recipiente de arquivo x3p complexo.



Nota: Exemplo do conteúdo com coordenadas codificadas binárias “bindata.bin” e máscara de validade binária “Valid.bin”. Imagem adaptada de: (ISO/FDIS 25178-72:2017(E), 2017).

O conteúdo do ficheiro main.xml contém a especificação da estrutura dos dados e armazena também uma sequência de quatro registos principais e uma extensão específica do fornecedor, onde: no registo um se coloca a definição do cabeçalho, do tipo de dados e das definições dos eixos; no registo dois se gravam os metadados do documento, podendo este ser opcional; no registo três se registam os dados propriamente ditos; no registo quatro se coloca o checksum md5 do documento XML; e na extensão específica do fornecedor, deve ser usada para colocar as especificações para identificar a extensão do formato x3p e colocar uma etiqueta única no mundo que deve ter a identificação específica do fornecedor (ISO/FDIS 25178-72:2017(E), 2017).

O formato do ficheiro xml utiliza uma linguagem entendível por máquinas e humanos, permitindo a “geração automática de programas de software que são capazes de ler, escrever e verificar o conteúdo do “main.xml”” (ISO/FDIS 25178-72:2017(E), 2017).

Com a análise da literatura percorrida e as necessidades emergentes dos EM em matéria de cooperação policial na área da balística identificativa no âmbito de investigações criminais, foram consideradas as seguintes hipóteses:

H1 - O formato x3p fornece o potencial para permitir uma troca eficaz de dados balísticos entre diferentes ABIS?

H2 - É possível a identificação e correlação balística através de imagens gravadas no formato x3p?

H3 - Como pode ser verificada a validade das provas forenses fornecidas através da utilização do formato x3p?

Perspetivas

Pretendeu-se com este estudo uma abordagem sobre a viabilidade da utilização do formato de arquivo x3p na intercomunicação entre ABIS dos mesmos ou de diferentes fabricantes, as potencialidades para ser usado nas correlações automatizadas e a sua validade enquanto prova forense ou pericial.

A prova forense ou pericial no direito processual penal português está bem definida e sempre que seja necessário recorre-se aos métodos científicos para coadjuvar os julgadores na demonstração de evidências, através de peritos com especiais conhecimentos técnicos, científicos ou artísticos. A demonstração de evidências científicas na área da balística identificativa já tem décadas de experiência, estando perfeitamente demonstrado que é um

método científico bastante útil na produção de prova material. O avanço desta metodologia prendeu-se com a automatização do método, tendo sido criados algoritmos de correlação para selecionar dentro de uma base de dados as imagens que correspondessem primeiramente às características de Classe e Subclasse, e finalmente ao conjunto de fotografias digitais que contivessem, além destas duas, fortes probabilidades de conterem características individualizadoras. Estes resultados, vertidos em relatório pericial com as conclusões sobre se os elementos municipais recolhidos no local do crime tinham sido disparados com a arma identificada pela investigação criminal como sendo a interveniente nos acontecimentos, não deixam dúvidas ao julgador e têm sido fortemente solicitadas.

Os diferentes ABIS foram construídos com códigos proprietário, o que fecha a porta a interligações e correlações automáticas entre os mesmos. Além de todos eles conterem códigos proprietário iguais dentro do mesmo fabricante, apenas os IBIS têm a possibilidade de estarem ligados em rede e efetuarem correlações automáticas através da rede IBIN da INTERPOL, criando assim condições de segurança necessárias à troca de dados balísticos, estando os outros ainda no patamar da investigação e desenvolvimento das adaptações necessárias a esta realidade.

Está demonstrado que todos os ABIS possuem capacidades de captura de imagem digital, bidimensional e tridimensional. Através da captação de topografia de superfície dos elementos municipais, sejam cartuchos ou projéteis, permite a um especialista a análise e comparação das marcas nessas imagens através de um monitor de computador. Estas imagens são guardadas numa base de dados, ficando disponíveis para correlações com casos pendentes, ou em aberto.

A capacidade de visualização e comparação destas imagens num monitor lado-a-lado por um perito, sem recurso do sistema a uma base de dados para correlacionar com os arquivos e produzir uma lista de casos idênticos, passa a ser uma partilha manual de dados e que serve apenas para comparações ocasionais de um-para-um, não carreando o formato de arquivo x3p vantagem alguma. Atualmente esta possibilidade já é utilizada com o recurso à produção e envio para outro laboratório de *castings*, que são cópias fiéis dos projéteis ou cartuchos feitos em resina. Estes *castings* contêm todas as marcas impressas nos elementos municipais, mas necessitam de tempo e recursos extra para serem produzidos segundo determinadas regras.

Os sistemas ABIS devem adotar requisitos mínimos comuns para a captura das imagens, por forma a que as pesquisas nas bases dados estejam a procurar imagens com idênticas características. O tipo de luz, o seu ângulo de inclinação e a intensidade são fatores que devem estar bem definidos no processo de aquisição para que as imagens tenham todas elas características muito semelhantes e a refletância não prejudique as correlações. No processo de aquisição de imagens 3D o fator luz deixa de ser o mais importante, considerando que as imagens são capturadas com relevo de superfície, sendo as marcas individualizadoras são mais perceptíveis.

A aquisição de imagens deve ser rigorosa nas características que podem influenciar qualquer processo de correlação, pelo que ainda falta um protocolo comum de aquisição de topografia de superfície ou de imagens bidimensionais, que leve a que todos os laboratórios, independentemente do ABIS que use, efetue aquisições iguais. Tal como o código proprietário dos sistemas, é necessário que o *hardware* possua semelhanças e características idênticas no processo aquisitivo, quanto à ampliação de aquisição, ao nível e distância de focagem, à orientação da luz, ao tipo de luz e sua intensidade, aos padrões de calibração, entre outros.

Com o aumento da quantidade de casos guardados na base de dados balísticos, as correlações automáticas necessitam de ter elementos de pesquisa que permitam delimitar o universo da pesquisa, tais como dados da arma de fogo e da data da ocorrência, pois para além de aumentar o tempo de pesquisa baixa também na pontuação das correlações, permitindo que o *hit* não seja detetado.

De acordo com as características de classe e subclasse das armas, a aquisição da topografia de superfície deve estar orientada por regiões de interesse e um mínimo de requisitos metrológicos, tais como, a resolução lateral nominal, a resolução vertical e lateral efetiva, a exatidão da amplificação vertical e lateral, repetibilidade e ocorrência de perda de dados. Também as regiões de interesse devem estar padronizadas, por forma a se poder usar o método CMC conjugado com o método CMX, permitindo que com esta conjugação sejam utilizadas as células de correspondência congruente em linha com os perfis lineares 2D, permitindo analisar a superfície em profundidade.

O formato de arquivo XML x3p, sendo um contentor fechado de armazenamento e intercâmbio de dados topográficos, foi adaptado para transferência de dados na área da balística, permitindo o envio e receção de ficheiros com aquisições de casos para correlação.

Este formato permite o envio de metadados necessários não só no patamar da identificação administrativa, mas também no patamar da eficiência do sistema. O envio destes metadados através deste formato está assegurado, porque o x3p permite enviar no seu contentor quatro registos principais contendo os dados do cabeçalho, dos metadados do caso, os dados propriamente ditos, o checksum md5 do documento XML, e uma extensão específica do fornecedor. É nesta extensão que podem ser colocados todos os dados necessários à correlação nas bases de dados.

A capacidade técnica do formato de arquivo XML x3p existe, e é compatível para efetuar comparações lado-a-lado, tal como são efetuadas atualmente com os *castings* de resina, assim como para efetuar correlações automáticas, desde que sejam produzidos protocolos de aquisição bem definidos.

As correlações automáticas podem ser de acesso direto aos servidores e arquivos dos diferentes laboratórios dos EM, ou, em alternativa, através do acesso a um servidor único onde ficassem arquivadas cópias digitais de duplicados dos casos em aberto, e todos os EM recorressem para solicitar as correlações. Este repositório único pode seguir os mesmos passos de outras matérias idênticas, como as bases de dados de perfis de ADN ou de registos de veículos, entre outros.

Conclusão

A grande vantagem de um sistema de correlação balística automática prende-se com a pesquisa de todos os casos adquiridos numa base de dados, considerando que não se sabe se o elemento municipal introduzido esteve implicado num crime. Quando se efetua a comparação de um para um, seja de *castings*, provas periciais ou de ficheiros digitais x3p, tem de existir um alerta da investigação que motive que esses casos sejam questionados em outros laboratórios, nacionais ou estrangeiros.

Perante o escorrido neste trabalho, pode-se concluir em resposta à hipótese levantada sobre o potencial do formato x3p para uma troca eficaz de dados balísticos entre diferentes ABIS, que se verifica potencial neste formato, desde que os fabricantes dos diferentes ABIS incorporem nos seus sistemas os requisitos mínimos necessários e abdicuem do seu código proprietário, passando a utilizar o código aberto do formato de arquivo XML x3p.

A troca eficaz dos dados em formato x3p, necessita de um esquema de segurança de transmissão de dados, aconselhando-se a utilização de VNP's para este processo de

comunicação entre servidores e bases de dados interlaboratoriais. Para uma maior eficácia na partilha de informação balística, e uma mais célere cooperação policial transfronteiriça em matéria de investigação criminal com armas de fogo envolvidas, sugere-se a utilização de uma base de dados centralizada com um repositório de cópias digitais x3p de casos abertos, os chamados *open files*, ao abrigo do Tratado de Prüm, à semelhança do que já existe para registos de veículos e de perfis de ADN.

Quanto à possibilidade de identificação e correlação balística através do uso de imagens importadas ou exportadas no formato de arquivo x3p, considera-se a existência dessa potencialidade, quando cumprindo um conjunto mínimo de requisitos padrão que devem ser definidos e implementados pelos fabricantes. Sugere-se a este nível que, por um lado, seja regulamentada através da CE um conjunto de *standards*, a que os ABIS presentes nos EM devem cumprir para contemplarem a possibilidade de importar e exportar ficheiros x3p que possam ser lidos corretamente em outros ABIS e ser utilizados nas correlações, e por outro lado, a obrigatoriedade de todos os fabricantes presentes nos EM implementarem esses *standards* nos seus sistemas presentes na Europa. A correlação de dados balísticos devolve não só prova pericial para o caso em concreto, mas também inteligência para a investigação e análise de tendências e padrões criminosos com recurso a armas de fogo.

Como observado ao longo de todo este trabalho, o formato x3p comporta uma grande potencialidade na comparação de marcas balísticas através da topografia de superfície, facilitando bastante a análise do perito na realização de um exame pericial e na produção de prova para o processo. A prova forense realizada por um perito deve ser devidamente documentada em relatório pericial suportado por evidências das observações, considerando-se que o formato x3p com todas as características técnicas de imagem de topografia normalizada através de uma ISO, tem validade para suportar uma investigação ou servir como prova pericial em sede de julgamento.

Bibliografia

Andrade, A. (2018). *Efetividade das marcas de disparo na lateral de estojos para sistemas de identificação balística*.

Código de Processo Penal, (1987) (publicado a 17 de fevereiro pelo Decreto-Lei n.º 78/87).

Código Civil, (1966) (publicado a 25 de novembro pelo Decreto-Lei n.º 47344/66).

- dos Santos, L. (2015). *Avaliação de parâmetros que afetam a efetividade da comparação balística automatizada*.
- Guerra, J. (2016). *A livre apreciação da prova em processo penal: em especial a prova pericial*.
- Guerreiro, A. (2014). *Falsificação e Contrafação de Documentos A Prova Pericial: Estudo Exploratório nos Juízos Criminais do Porto*.
- Head, I. (2018). *EU Policy Cycle 2018 – 2021 Use of Ballistic Intelligence to further operational activity*.
- ISO/FDIS 25178-72:2017(E). (2017). *Geometrical product specifications (GPS)-Surface texture: Areal-Part 72: XML file format x3p*. Final Draft International Standards ISO/TC 213. www.iso.org
- Júnior, J. (2010). *Desenvolvimento de um sistema automatizado para*.
- Lilien, R. (2017). *Different interpretations of the X3P data format specification for the direction of the Y-axis*.
- Lopes, R. (2017). *A prova pericial- evolução, regime atual e questões constitucionais*.
- Mattijssen, E. J. A. T. (2020). Interpol review of forensic firearm examination 2016-2019. In *Forensic Science International: Synergy* (Vol. 2, pp. 389–403). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.fsisyn.2020.01.008>
- Neto, A. (2015). *Limpeza de elementos municipais em balística forense*.
- Rocha, I. (2021). *Códigos Penal e Processo Penal* (P. Editora, Ed.; 12^a).
- Ultra Electronics Forensic Technology. (n.d.). *Seeking Interoperability Ballistic Identificaton What is X3P? The limitations of X3P in the context of sharing ballistics data*. www.ultra-forensictechnology.com
- Vorburger, T. v, Song, J., Petraco, N., & Lilien, R. (2019). *Emerging Technology in Comparisons* *. Forensic Firearm Examination. https://tsapps.nist.gov/publication/get_pdf.cfm?pub_id=927390