



12756167



08020.008738/2019-15



Ministério da Justiça e Segurança Pública
Secretaria Nacional de Segurança Pública
Coordenação de Normatização e Metrologia

NOTA TÉCNICA Nº 63/2020/CNM/CGPI/DPSP/SENASP/MJ

PROCESSO ADMINISTRATIVO Nº 08020.008738/2019-15

SINAB

NOTA TÉCNICA - PROVA DE CONCEITO

1. INTRODUÇÃO

1.1. Está em curso o processo 08020.008738/2019-15 cujo objetivo é a implementação do Sistema Nacional de Análise Balística - SINAB, Projeto Prioritário da Presidência da República e do Ministério da Justiça e Segurança Pública (11042295), e do Banco Nacional de Perfis Balísticos – BNPB, previsto pelo Art. 34-A da Lei nº 10.826, de 22 de dezembro de 2003.

1.2. A presente Nota Técnica tem por finalidade delimitar a Prova de Conceito prevista para este processo aquisitivo, a ser realizada em conformidade com o Inciso XXIV do Art. 2º da INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 1, DE 4 DE ABRIL DE 2019, que dispõe sobre o processo de contratação de soluções de Tecnologia da Informação e Comunicação - TIC pelos órgãos e entidades integrantes do Sistema de Administração dos Recursos de Tecnologia da Informação - SISF do Poder Executivo Federal.

2. OBJETIVO

2.1. Definir os objetos de verificação da prova de conceito, bem com a quais ensaios devem ser submetida a solução ofertada.

2.2. Determinar quais são os critérios objetivos de aprovação ou reprovação da solução à qual for aplicada a prova de conceito.

3. DOCUMENTOS BASE

3.1. Relatório Diagnóstico da Balística Forense (11024704);

3.2. INFORMAÇÃO Nº92/2019/EFBRA/DPSP/SENASP, resultado de Audiência Pública ocorrida em 14 e 15 de outubro de 2019 (10243105);

3.3. Plano de Implementação do Projeto SINAB (10643579);

3.4. Estudo Técnico Preliminar (10671588);

3.5. Nota Técnica Nº41/2020/CNM/CGPI/DPSP/SENASP/MJ, que analisou as manifestações e contribuições de interessados no presente processo, resultado da Audiência Pública virtual realizada em 01 de julho de 2020 (12075568);

3.6. Termo de Referência (TR) e seu Anexo (12586292 e 12586297);

3.7. Portaria SEGEN/MJ Nº 60, de 10 de setembro de 2020, designando Equipe de Planejamento da Contratação – EPC (12601731).

4. JUSTIFICATIVA

4.1. A implantação do Banco Nacional de Perfis Balísticos (BNPB) está prevista em Lei, especificamente por meio do Art. 34-A da Lei nº 10.826, de 22 de dezembro de 2003, incluído pela Lei nº 13.964, de 2019. A Lei define também escopo e objetivos do BNPB, no § 2º:

4.1.1. § 2º O Banco Nacional de Perfis Balísticos será constituído pelos registros de elementos de munição deflagrados por armas de fogo relacionados a crimes, para subsidiar ações destinadas às apurações criminais federais, estaduais e distritais (grifo nosso).

4.2. Em harmonia com o estabelecido na Lei, e após análise dos documentos resultados das prospecções realizadas em 2019/2020, a Equipe de Planejamento e Contratação, composta por integrantes da Diretoria de Políticas de Segurança Pública, DPSP/SENAPS/MJSP, da Diretoria de Tecnologia da Informação e Comunicação, DTIC/SE/MJSP, e da Diretoria Técnico-Científica da Polícia Federal, DITEC/PF, elaboraram Estudo Técnico Preliminar (10671588) que demonstrou a viabilidade da aquisição de Sistemas de Identificação Balística (SIB) e Licença de Software de Servidor de Correlação, Armazenamento e Gerenciamento, como uma solução integrada, por uma rede de dados nacional, para implementação do Sistema Nacional de Análise Balística (SINAB) com o Banco Nacional de Perfis Balísticos (BNPB).

4.3. O Estudo Técnico Preliminar (10671588) consignou também que a “análise comparativa de soluções (...) deve considerar, além do aspecto econômico, os aspectos qualitativos em termos de benefícios para o alcance dos objetivos da contratação”, tornando imperativo a definição de quais aspectos qualitativos devem ser avaliados para aceitação de uma solução para compor o BNPB.

4.4. Dos questionamentos e contribuições apresentados como resultado da Audiência Pública de 01 de julho de 2020 (consignados na Nota Técnica Nº41/2020/CNM/CGPI/DPSP/SENASP/MJ (12075568) ficou evidenciado a necessidade de melhor delimitação da prova de conceito, de forma a avaliar mais objetivamente a solução ofertada no que tange a qualidade da imagem dos elementos de munição digitalizados, à eficácia dos algoritmos de

correlação, à eficiência do servidor de correlação, à capacidade de operação da solução de acordo com a expectativa de crescimento do BNPB, bem como à capacidade de apropriada operação em rede.

4.5. Após ampla discussão com autoridades governamentais, com especialistas nacionais e internacionais no tema, com representantes de soluções comerciais existentes no mercado, e com peritos criminais, potenciais usuários finais da solução a ser adquirida, o Termo de Referência e o Anexo (12586292 e 12586297) para esta contratação foram definidos, especificando quais devem ser os requisitos técnicos da solução a ser contratada. Torna-se, portanto, a prova de conceito uma etapa essencial para verificar se a solução ofertada atende ao conjunto de requisitos exigidos.

4.6. Desta forma, apenas após aprovação na prova de conceito é que será adjudicado ao licitante o objeto, e estará em condições de ser celebrada a contratação (Termo de Referência - 12586292).

5. DA IMPORTÂNCIA DA EFICÁCIA DOS ALGORITMOS DE CORRELAÇÃO E DA QUALIDADE DA IMAGEM

5.1. Na definição dos objetivos para o projeto SINAB, registrou-se no Plano de Implementação (10643579) que:

5.1.1. Após a realização das etapas de prospecção e das reuniões com autoridades da Secretaria Nacional de Segurança Pública, Ministério da Justiça e Segurança Pública e Presidência da República, a equipe de planejamento do SINAB concluiu que busca-se, como política pública promovida pelo MJSP, alternativas tecnológicas que permitam aumentar a elucidação de crimes cometidos com armas de fogo.

5.2. Para aumentar a elucidação de crimes cometidos com armas de fogo, o sistema a ser adquirido será empregado na busca de hits, definido no Anexo do TR (12586292) como a “vinculação de duas amostras como provenientes de uma mesma arma de fogo”. Desta forma procurar-se-á usar a tecnologia objeto desta contratação para ligar crimes cometidos com a mesma arma, ou ligar elementos de munição, coletados em locais de crime, à arma de fogo utilizada.

5.3. Para que o *hit* seja identificado, o sistema deve permitir digitalizar elementos de munição para armazenamento e correlação no BNPB. O sistema irá gerar e comparar perfis balísticos destes elementos de munição, fornecendo ao usuário listas de correlações em ordem decrescente de similaridades, de tal forma que um perito criminal capacitado para realização de exame de confronto microbalístico, por meio da comparação de imagens lado a lado, poderá determinar o hit.

5.4. Neste processo de obtenção de hits, dois fatores são considerados fundamentais para eficácia da solução:

5.4.1. Os algoritmos de correlação devem ser eficientes, gerando listas de resultados acuradas;

5.4.2. A qualidade das imagens, juntamente com o software para manipulá-las, deve ser tal que permita ao usuário do sistema descartar comparações de amostras provenientes de armas distintas e identificar as que provém de uma mesma arma de fogo.

5.5. DA EFICÁCIA DOS ALGORITMOS DE CORRELAÇÃO

5.5.1. Conforme estabelecido no Anexo I-B do TR (12586297), um dos objetivos da prova de conceito “é avaliar se o Sistema de Identificação Balística possui o mínimo de efetividade necessária para atender as necessidades da administração pública para a implementação do Sistema Nacional de Análise Balística com o Banco Nacional de Perfis Balísticos”.

5.5.2. Para definir como testar a eficácia da solução, foram estudados artigos científicos que apresentaram métodos de avaliação de sistemas de identificação balística e debateu a questão com outros usuários e gestores de sistemas de identificação balística no Brasil e no exterior.

5.5.3. Após as análises realizadas, foi considerado aplicável ao certame a metodologia proposta por Joachim Rahm (2012) e utilizada por Santos e Muterle (2018) que, em resumo, estabeleceram critérios de efetividade gerados ao se confrontar uma amostra de referência contra amostras de um banco de dados controlado, analisando as posições na lista de resultados em que foram encontrados outros elementos de munição provenientes da mesma arma que disparou a amostra de referência.

5.5.4. Baseados nestas publicações, uma metodologia para utilização de teste na prova de conceito e para preparação de material de referência foram apresentadas conforme descrito nos Anexos I-B e I-C, disponibilizados antes da Audiência Pública virtual (11879223). A metodologia incluía coleta de projéteis e estojos, constituindo um material de referência para ser digitalizado na solução a ser testada, permitindo, através de correlações automatizadas obter valores de eficácia do sistema em testes com e sem ruído.

5.5.5. O material de referência deveria ser gerado a partir da coleta de projéteis e estojos de 90 (noventa) armas de fogo, de diferentes calibres e fabricantes, bem como variando a munição utilizada e as condições de coleta, conforme descrito no Anexo I-C do TR disponibilizado (11879223). Na metodologia de coleta os elementos foram assinalados como “padrão”, representando padrões de arma de fogo a serem inseridos no sistema, ou “questionado”, representando as amostras a serem solicitadas correlações automatizadas no intuito de verificar em que posição das listas de resultados o sistema apresenta os padrões da mesma arma que o questionado.

5.5.6. No teste sem ruído, o banco de dados utilizado para as correlações é formado por todos os elementos de munição do material de referência. Uma correlação para cada elemento questionado do material de referência seria solicitada, e por meio das listas de resultados geradas no teste sem ruído será possível verificar a eficácia da solução com projéteis, deformados e íntegros, com estojos, tanto por marca de percussão como por marca de culatra, nos três calibres do material de referência.

5.5.7. No teste com ruído, as correlações do teste sem ruído serão repetidas, porém o banco de dados para correlação será maior, pois incluirá, além do material de referência, um conjunto de imagens de projéteis e estojos previamente cadastrados pela solução a ser testada. Visa o teste com ruído, ao comparar os resultados com o teste sem ruído, verificar como o crescimento do bando de dados afeta a eficácia da solução, algo extremamente relevante para escolha da solução tendo em vista a estimativa de crescimento do BNPB (ver item 6).

5.5.8. Às empresas interessadas no certame, foi disponibilizado o teste para críticas e sugestões as serem apresentadas em audiência pública virtual ou por escrito. Conjuntamente com a audiência foi apresentado um questionário às empresas, perguntando sobre tempo de correlação, de forma a ser possível dimensionar este fator nos testes com ruído e sem ruído, bem como especificamente questionando se havia alguma objeção a que sua solução fosse testada tal como apresentado.

5.5.9. Nas respostas ao questionamento, três das empresas responderam que não tinha objeção (12075584, 12075586, e 12075591), e uma empresa apresentou duas sugestões (12075595), ruído com "10,000 imagens de projéteis e 10,000 imagens de estojos no calibre escolhido" e teste com servidor localizado em local remoto em relação às estações de aquisição.

5.5.10. A questão do ruído também foi questionada na Audiência Pública virtual, principalmente por peritos criminais de Unidades da Federação que sugeriram, considerando o crescimento esperado para o banco nacional, que fosse adotado um ruído maior para o teste do que o solicitado (até então estabelecido em 2000 elementos de munição) (12075568).

5.5.11. Outro questionamento apresentado como resultado da audiência foi em relação à adequabilidade de utilizar apenas a posição do *match* na lista de resultados, sendo sugerido que deveria ser considerado como forma de medir a eficácia da solução, especialmente em relação ao crescimento futuro do banco, considerar as *lagunas/gaps* entre as notas de *match* (confronto positivo) e as notas de *nonmatch* (confronto negativo) registradas nos resultados das correlações (12075586).

5.5.12. Na resposta a estes questionamento e sugestões ficou consignado que a metodologia de avaliação da eficácia seria reavaliada, bem como buscar-se-ia um ruído mais factível possível (12075568).

5.5.13. Diante do histórico de construção da prova de conceito e das contribuições mencionadas a EPC definiu que para melhor adequação da prova de conceito deveriam ser estabelecidos:

- verificação se as lacunas/*gaps* entre notas de *match* e *nonmatch* nas correlações seria um fator de interesse aplicável ao teste em questão, desta forma definindo a metodologia de análise de dados;
- definição do ruído a ser solicitado;
- definida a metodologia e o ruído a ser solicitado, estabelecimento das notas de cortes para os testes de eficácia, para o tempo de correlação, bem como definição de demais testes que certificassem a adequabilidade da solução para o trabalho em rede conforme será o BNPB.

5.6. Verificação das Notas das Correlações

5.6.1. Para definição da metodologia da prova de conceito o primeiro passo foi a coleta do material de referência. Seguindo o procedimento descrito no Anexo I-C do TR (12586297) os elementos de munição foram coletados de 90 (noventa) armas de fogo resultando em um conjunto inicial de 570 (quinhentos e setenta) elementos de munição.

5.6.2. O material de referência foi enviado a dois laboratórios de balística, os quais utilizam diferentes sistemas de identificação balística: o laboratório de Perícias Balísticas do Instituto Nacional de Criminalística (INC) da Polícia Federal; e a Coordenação de Balística Forense do Departamento de Polícia Técnica do Estado da Bahia.

5.6.3. Coube ao laboratório de perícias balísticas do INC realizar a validação do material de referência por meio de comparação óptica em microscópio de comparação balística de todos os elementos de munição, de forma a verificar o que fora estabelecido no Anexo I-C do TR (12586297):

"Cada elemento de munição será verificado em microscópio óptico comparador quanto a existência ou não de marcas individuais. Serão desconsideradas as armas que não apresentarem marcas que permitam a identificação positiva em confronto balístico".

5.6.4. Os resultados das análises em microscópio óptico foram consignados em Informação Técnica Nº 125/2020 – INC/DITEC/PF. Como resultado, 108 estojos de munição e 67 (sessenta e sete) projéteis foram excluídos como material de referência por não apresentarem marcas individualizadoras adequadas para comparação balística. Desta forma, o material de referência final ficou constituído por 162 (cento e sessenta e dois) estojos de munição nos calibres 9x19mm e .40S&W e 233 (duzentos e trinta e três) projéteis nos calibres .38S&W, 9x19mm e .40S&W.

5.6.5. O material de referência resultante foi então digitalizado em diferentes sistemas de identificação balística. Os resultados das correlações simulando o teste sem ruído e testes com ruídos foram fornecidos à EPC que, utilizando a metodologia a ser aplicada na prova de conceito, obteve as efetividades e as notas dos correlacionadores que cada sistema disponibiliza.

5.6.6. O uso das *lagunas/gaps* observados nas notas de correlação para avaliar o desempenho de sistemas balísticos foi recentemente explorado em um artigo publicado por DONG, ZHAO, LUO, ZHANG, and LI (2019). Um exemplo de resultado interessante é apresentado na Figura 1 a seguir. É possível observar uma clara distinção entre a distribuição de *match* e *nonmatch* obtidos a partir das três notas que o sistema disponibiliza para correlação de projétil.

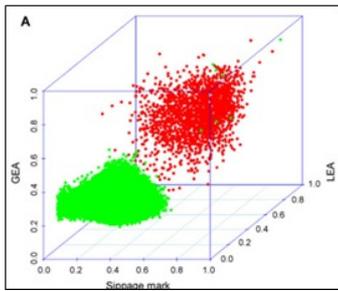


Figura 1 Gráfico de dispersão de pontuações *Match* (em vermelho) e pontuações de *NonMatch* (em verde) para Primário, LEA e GEA, a partir de correlações do sistema Evofinder® (Fonte: DONG et. Al, 2019, p. 4).

5.6.7. Na análise dos dados, a primeira impossibilidade para aplicação desta metodologia de análise foi que em um número muito pequeno das correlações de *nonmatch* as três notas foram registradas pelos sistemas. Como exemplo ilustrativo, em um dos testes sem ruído de projéteis no calibre .40S&W foram listados 1326 *nonmatch* por um sistema, dos quais em apenas 46 havia notas para os três correlacionadores.

5.6.8. Outro fator de distorção nos resultados é a melhor eficácia relativa do correlacionamento por LEA (cavado do projétil), em relação a outros correlacionadores quando disponíveis. Os resultados da Figura 2 mostram as eficácias com resultados obtidos em um dos testes com projéteis nos três calibres.

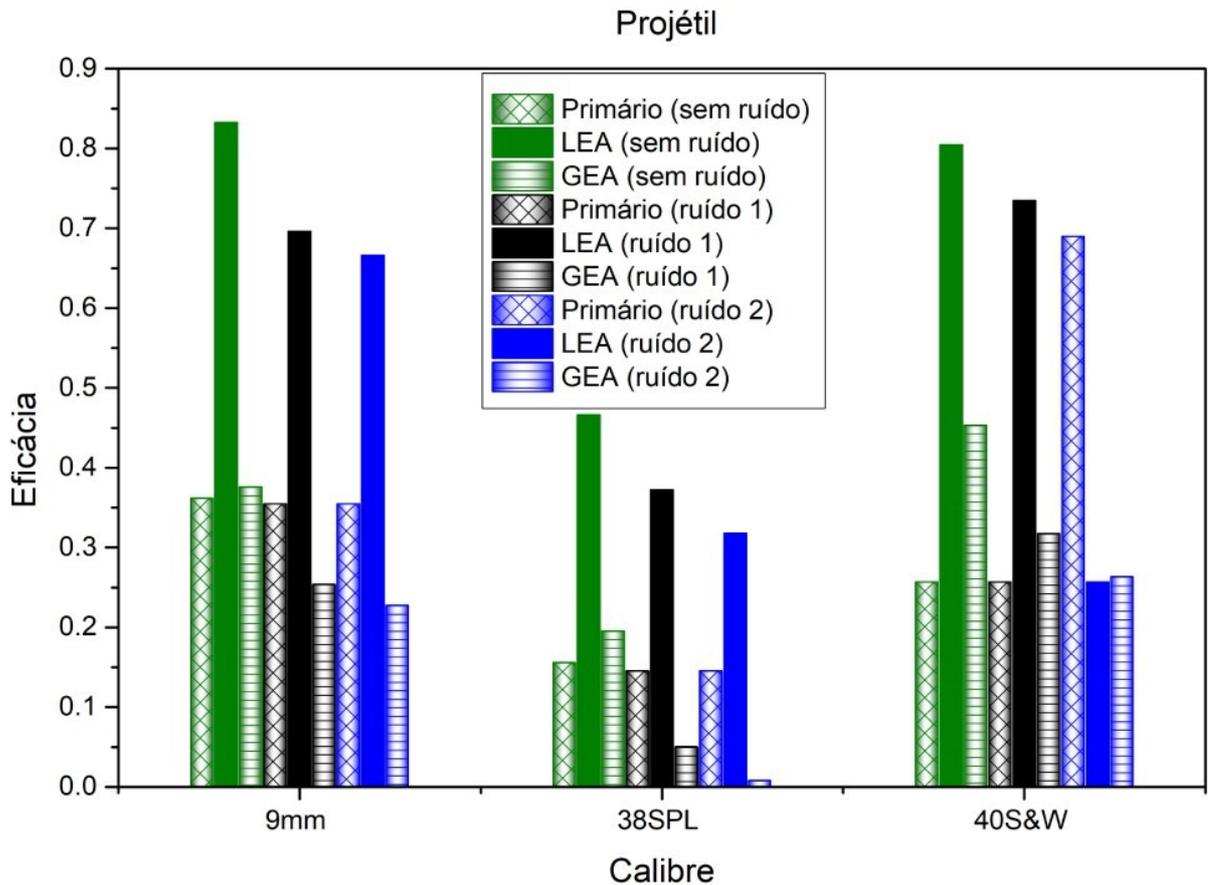
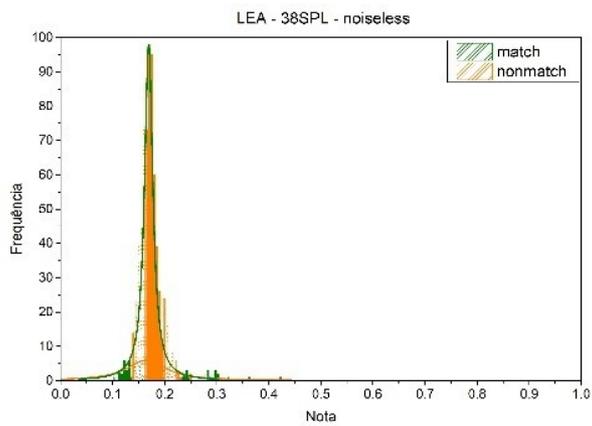
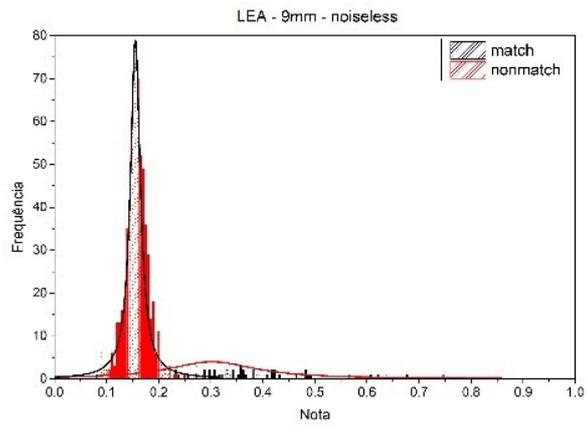
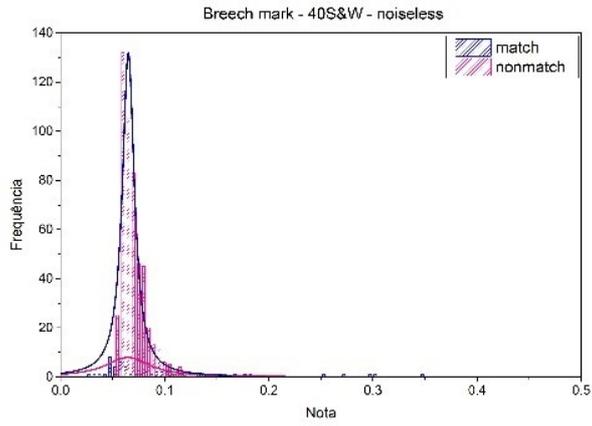
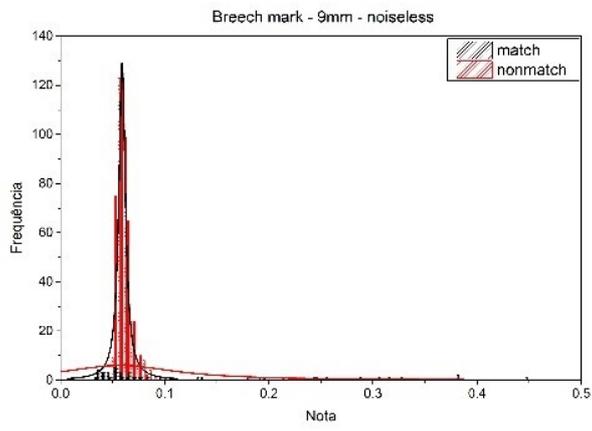


Figura 2 – Eficácias nos testes com ruído e sem ruído com projéteis.

5.6.9. Em relação a resultados com estojos, a proporção é menor, porém ainda assim a grande maioria dos *nonmatch* não apresentou nota para todos os correlacionadores disponíveis. Como exemplo ilustrativo, em um dos testes sem ruído de estojos no calibre .40S&W foram listados 858 *nonmatch* pelo sistema, dos quais em apenas 145 havia nota para os três correlacionadores.

5.6.10. Desta forma a EPC resolveu analisar as lagunas/gaps das distribuições dos correlacionadores isolados, LEA para projétil e Culatra (*Breech*) e Pino Percutor (*Striker*) para estojos. Os histogramas de frequência pela nota de cada um destes correlacionadores em um dos testes sem ruído foram lançados na Figura 3.



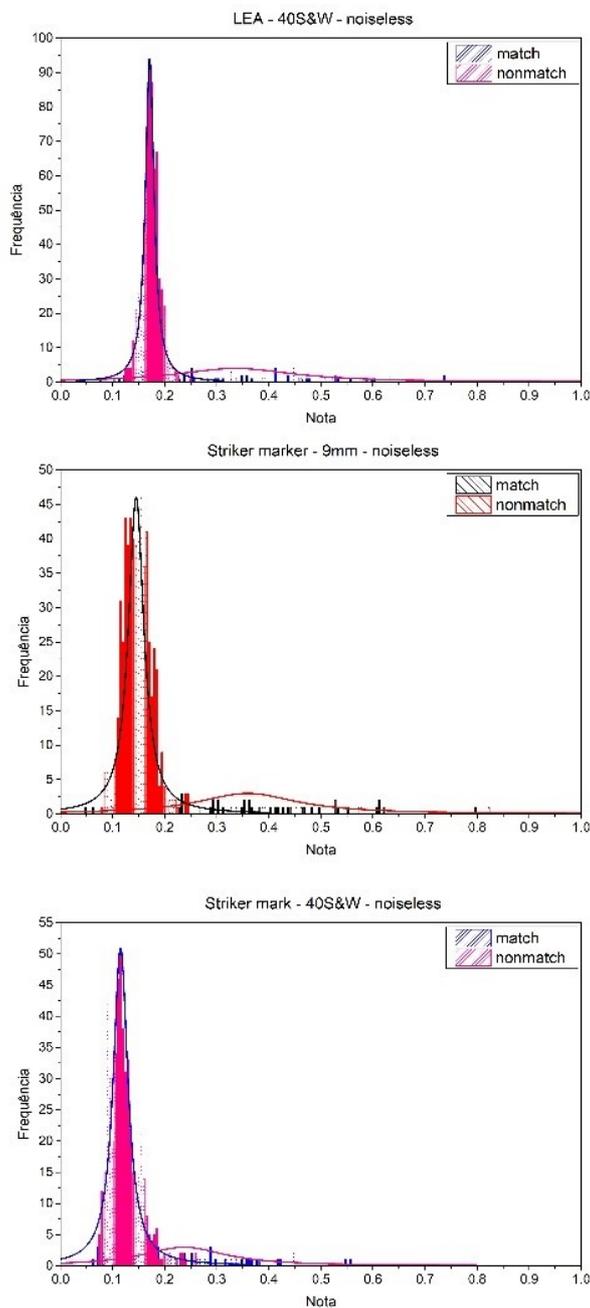


Figura 3 – Histogramas de *nonmatch* (pico maior) e de *match* (pico menor) em relação à nota de correlação.

5.6.11. Fica evidente a pouca diferenciação nos resultados em relação à marca de culatra (*breech face*) nos dois calibres e à LEA no calibre .38SPL. Outro fator observável nas diferenças entre os histogramas é a frequência de *match* muito inferior a de *nonmatch* em cada análise, algo natural neste tipo de análise, porém reforçado pelo pequeno número de *matches* nas amostras de referência. Como ilustração, para os 1326 *nonmatch* mencionados em relação a projéteis no calibre .40S&W, havia 79 amostras com notas de *match*. Para os 858 *nonmatch* em relação a estojos no calibre .40S&W, havia 49 amostras com notas de *match*.

5.6.12. Na Tabela 1 foram registradas as notas dos picos das distribuição de *match* e *nonmatch*, e calculado as lagunas/gaps. Para os critérios de correlação que com pouca diferenciação observados na Figura 3 foram registradas lagunas/gaps negativos, ou seja, muitos *nonmatch* com notas maiores que as notas de *match*.

5.6.13. O ângulo 1 corresponde ao decaimento de eficácia do teste sem ruído para o teste com ruído 1 na relação eficácia x tamanho do banho, e o ângulo 2 o mesmo decaimento do teste com ruído 1 para o teste com ruído 2. Os valores para estas eficácias podem ser observados nas Tabela 3 e Tabela 4.

5.6.14. Um exemplo de cálculo destes 2 (dois) ângulos é mostrado na Figura 4.

Tabela 1 – Análise das lagunas/gaps entre as distribuições de *match* e *non_match* no primeiro sistema testado.

| Projéteis (sem ruído) | | | | | | |
|-----------------------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|
| Calibre | critério | resultado | pico | gap | ângulo 1 | ângulo 2 |
| 9mm | LEA | match | 0.302499 | 0.147497 | 0.0121° | 0.0027° |

| | | | | | | |
|---------------------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|
| | | nonmatch | 0.155002 | | | |
| 38SPL | LEA | match | 0.164984 | -0.00393 | 0,0159° | 0,0028° |
| | | nonmatch | 0.168915 | | | |
| 40S&W | LEA | match | 0.33597 | 0.16497 | 0,0062° | 0.0014 |
| | | nonmatch | 0.171 | | | |
| Estojos (sem ruído) | | | | | | |
| Calibre | critério | resultado | pico | gap | ângulo 1 | ângulo 2 |
| 9mm | breach | match | 0.056997 | -0.002 | 0,0097° | 0,00098° |
| | | nonmatch | 0.058996 | | | |
| | striker | match | 0.35902 | 0.214028 | 0,0033° | 0,000019° |
| | | nonmatch | 0.144992 | | | |
| 40S&W | breach | match | 0.064509 | -0.00066 | 0,0094° | 0,0025° |
| | | nonmatch | 0.06517 | | | |
| | striker | match | 0.23705 | 0.1221 | 0,0088° | 0.0007 |
| | | nonmatch | 0.11495 | | | |

5.6.15. Comparando os resultados, há uma significativa diferença entre os gaps de LEA para os projéteis 9mm e 38SPL (0.147497 e -0.00393), porém os ângulos de decaimento não foram tão diferentes. Em outras palavras, não se observou neste caso uma relação entre as lagunas/gaps entre os picos das distribuições de *match* e *nonmatch* e o decaimento da eficácia da solução como função do crescimento do banco de dados. Análise semelhante contrastando *gaps* de *breach* e *striker* no calibre .40S&W, evidencia *gaps* muito distintos, mas ângulos, principalmente ângulo 1, não tão díspares.

LEA - 9mm - Eficácia

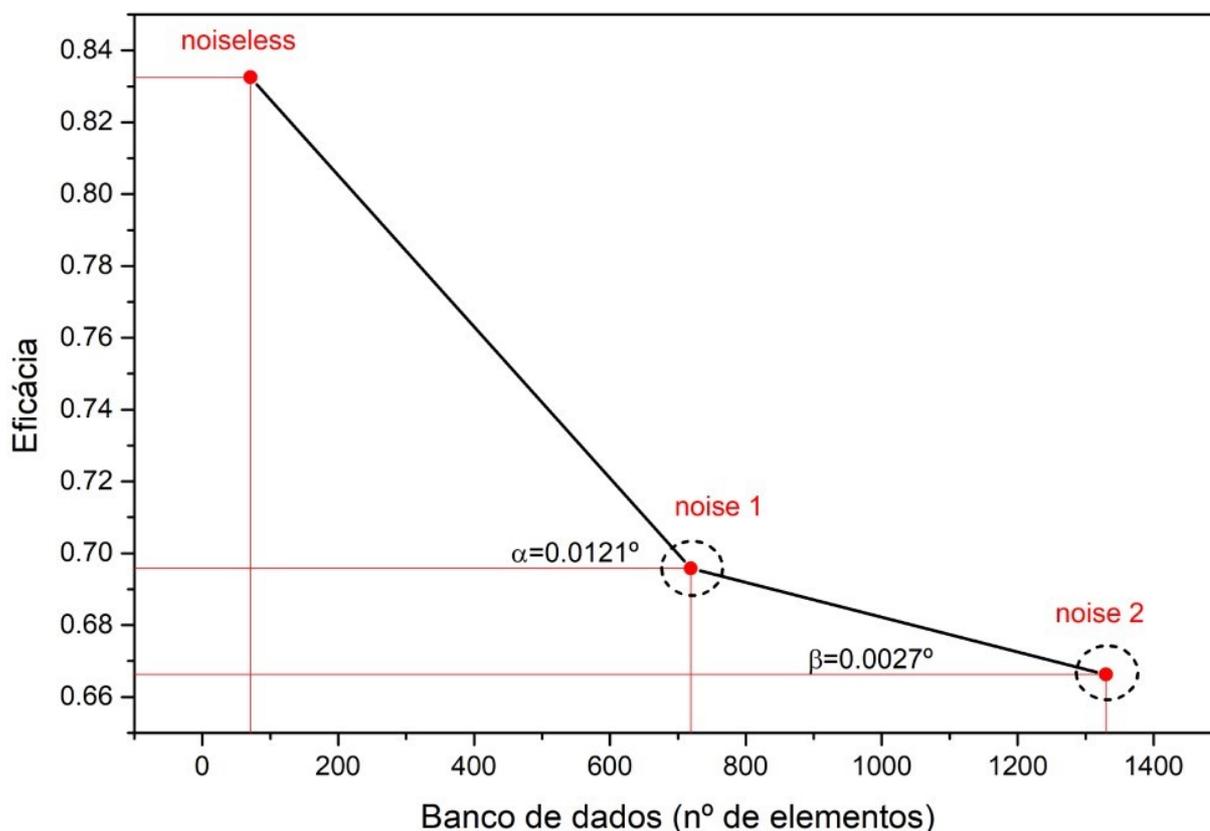


Figura 4 – Resultados de eficácia, projéteis 9mm, LEA, e respectivos cálculos dos ângulos de decaimento.

5.6.16. Diante dos resultados acima analisados, é importante ressaltar uma observação no artigo de DONG et al. (2019), onde registrou-se que alguns “laboratórios usam as posições de classificação, enquanto outros pesquisam para lacunas entre duas pontuações consecutivas na lista de correlação” (p. 1, tradução nossa).

5.6.17. A EPC já havia registrado nas respostas aos questionamentos da Audiência Pública Virtual (12075568):

“Em respostas a questionamentos anteriores desta comissão, todas as empresas informaram que seus algoritmos de comparação são proprietários, então, as ‘notas’ fornecidas, que são o que determinam o gap, não seriam imediatamente comparáveis. Não só as escalas são distintas, como o que se está comparando diverge muito. Dessa forma, o que resta a comparar de

maneira objetiva é a posição da amostra na lista de resultados.”

5.6.18. A análise das notas dos sistemas utilizados para replicação e calibração da prova de conceito demonstram que no teste em questão as *lagunas/gaps* não se mostram parâmetro apropriado para estimar o comportamento das soluções em relação ao crescimento do banco de dados.

5.6.19. Desta forma, após a análise dos resultados, a EPC estabeleceu que para testar a solução será utilizado a posição na lista de resultados dos padrões da mesma arma que da amostra de referência, em testes com ruído e sem ruído já explicados, e com valores de eficácia calculados conforme metodologia descrita no Anexo I-B (12586297).

5.7. Determinação do tamanho do Ruído a ser exigido

5.7.1. Como resposta aos diversos questionamentos da Audiência Pública virtual em relação ao tamanho do ruído para prova de conceito, neste quesito unanimemente sugerindo um aumento no ruído solicitado, a EPC consignou:

“Uma preocupação da EPC é a exigência de um ruído que seja factível, uma vez que precisa apresentar características de classe semelhantes às do material de referência da prova de conceito, ser proveniente de armas diferentes, ser audível, e ser possível de atendimento por parte da empresa desenvolvedora da solução testada (...) Feitas estas considerações a EPC, em face da discussão na audiência pública e dos argumentos apresentados nos questionamentos acima, decidiu que irá rever a quantidade de ruído a ser solicitado, buscando a exigência do maior ruído que seja factível”.

5.7.2. Os primeiros critérios para especificação do ruído decorrem do objetivo deste teste com ruído, que é testar de que forma a eficácia da solução é afetada à medida que mais elementos de munição são incluídos no universo de amostras a comparar. Portanto, para que este teste seja significativo, o ruído deve ser constituído de elementos de munição com as mesmas características de classe do material de referência.

5.7.3. Algumas variáveis foram incluídas no material de referência, como projéteis deformados, canos poligonais, e marca de percussão não circular, porém a grande maioria dos elementos apresenta as seguintes características de classe, que devem então serem exigidas dos elementos de munição que comporão o ruído a ser disponibilizado pela empresa ofertante da solução a ser testada: projétil com raio convencional com seis raias para direita (6D), e estojos com marca de percussão central do tipo circular.

5.7.4. Para que o ruído seja efetivo ele não pode ser proveniente de apenas uma arma de fogo, sendo exigido que não haja mais do que 10 (dez) elementos diferentes coletados de uma mesma arma de fogo, e não pode conter cópias dos mesmos elementos de munição, mesmo que digitalizados mais de uma vez.

5.7.5. Estabelecidos estes requisitos a EPC questionou às empresas a respeito da quantidade e do calibre a que as empresas pretendem utilizar em caso de sua solução ser selecionada para a realização da prova de conceito. A Tabela 2 a seguir apresenta as respostas de 4 (quatro) empresas interessadas no certame.

Tabela 2 – Resposta das empresas em relação a elementos de munição disponíveis para prova de conceito

| Empresa | SEI | Calibre | Estojos | Projéteis |
|---------------------------------------|---------------------|----------------|---------|-----------|
| ALIAS | 12741452 e 12741525 | 9 mm | 390 | |
| Ultra Electronics Forensic Technology | 12741619 | 9 mm | 50000 | 20000 |
| Papillon | 12742408 | 5,45 x 39 | 440 | 220 |
| | | 7,62 x 25 | 440 | 220 |
| | | 7,62 x 39 | 440 | 220 |
| | | 7,62 x 53 (54) | 220 | 220 |
| | | 9 x 17 | 440 | 220 |
| | | 9 x 18 | 440 | 220 |
| ScannBi | 12742427 | 9 mm | 10000 | 5000 |

5.7.6. Conforme será melhor discutido no item 6 deste documento, a expectativa de crescimento do Banco Nacional de Perfis balísticos, algo recorrentemente citado nos questionamentos apresentados na Audiência Pública em relação ao ruído, implicam que das respostas recebidas, 2 (duas) apresentam um valor inaceitável para o teste, que estava previsto inicialmente em 2000 elementos de munição (1000 projéteis e 1000 estojos) e que foi consignado que seria aumentado. Ao assim se posicionar a EPC não vê prejuízo à participação de nenhuma das soluções que responderam, mesmo as que informaram um valor de ruído considerado inaceitável, que em caso de participação e classificação para prova de conceito deverão providenciar o ruído solicitado.

5.7.7. Para chegar ao valor a ser exigido no ruído a EPC valeu-se da meta de inserção por SIB estabelecida no Plano de Implementação do Projeto SINAB (10643579), 4000 elementos de munição por ano, e do que mínimo necessário para que seja testada o funcionamento da solução em rede.

5.7.8. Diversas funcionalidades pedidas no Anexo I-A do TR (12586297) implicam em comunicação do SIB local com o servidor, demandando do servidor atender múltiplos pedidos de correlação, enviar às estações de análise apropriada os resultados de correlação, priorizar pedidos de correlação, receber e distribuir informações de *hit* obtidos entre amostras de diferentes unidades da federação, dentre outras, que exigem que para a prova de conceito, a rede mínima a ser testada deverá ser composta por 2 (dois) SIBs interligados ao servidor

instalado conforme hardware provisionado pelo Ministério da Justiça e Segurança Pública.

5.7.9. Considerando a meta anual do SINAB e a arquitetura para a prova de conceito com 2 (dois) SIBs, a EPC estabeleceu que o ruído deverá ser constituído por no mínimo 8000 elementos de munição, sendo 4000 projéteis e 4000 estojos.

5.8. Determinação do cenário para prova de conceito

5.8.1. Tendo sido estabelecido a forma de avaliação da solução a EPC determinou os seguintes passos para realização da prova de conceito, de forma a poder refletir tal avaliação.

5.8.1.1. Configuração inicial:

5.8.1.1.1. Hardware Fase 1 (ver item 7.3 deste documento);

5.8.1.1.2. o servidor deverá ser configurado de tal forma que, ao receber imagens e dados enviados por processo automático (ver item 2.7.3.2 do Anexo I-A do TR), realize 2 (dois) tipos de correlações para cada elemento de munição recebido, sendo uma correlação dentro da partição lógica em que o elemento será armazenado, e uma correlação contra os elementos das demais partições lógicas;

5.8.1.1.3. Servidor instalado no MJSP com três partições lógicas, conforme ilustrado na Figura 5;

5.8.1.1.4. A partição "MJSP" deverá conter os 8000 elementos de munição previamente cadastrados (ruído), e as partições A e B deverão estar sem imagens.



Figura 5 – Banco de dados INICIAL.

5.8.1.2. Configuração inicial no LOCAL DO TESTE:

- 2 SIBs compostos cada um por estações de aquisição e análise, para armazenamentos nas partições A e B (doravante denominados SIB A e SIB B).

5.8.1.3. Escaneamento dos padrões:

- Todos os elementos padrões (P) serão escaneados e temporariamente armazenados nas estações de aquisições, sendo metade escaneado no SIB A e metade no SIB B.
- Em seguida todos os elementos padrões (P) serão selecionados, e um horário será agendado em cada SIB, para envio automático destes elementos para armazenamento e correlação no banco de dados, sendo armazenados nas respectivas partições A e B.
- Os resultados das correlações relacionadas ao envio destes elementos padrão para o banco de dados não serão utilizados para cálculo de eficácia, porém será verificado se o sistema atende ao solicitado nas especificações técnicas, incluindo o envio automático em horário estabelecido, a geração de correlações intra-estadual (própria partição) e inter-estadual (outras partições que não a sua).
- A configuração após este envio será a ilustrada na Figura 6.



Figura 6 – Banco de dados após escaneamento dos elementos padrão.

5.8.1.4. Escaneamento dos questionados:

- Todos os elementos questionados (Q) serão digitalizados nos dois SIB, sendo 1/3 digitalizado no SIB A e 2/3 no SIB B, sendo armazenados temporariamente nas respectivas estações de aquisição.

5.8.1.5. Teste com ruído (1/3 dos questionados)

- **CORRELAÇÃO A:** serão selecionados os elementos de munição questionados que estão no SIB A (1/3 do total) para pedidos de correlação manuais contra as partições (MJSP + Estado A+ Estado B). Os resultados destas correlações serão utilizados para o cálculo das eficácias do teste com ruído. O tempo desta correlação com ruído (T1) será registrado para comparação no teste de escalabilidade (ver itens 6.42 e 6.43 deste documentos).

5.8.1.6. **Teste com ruído (2/3 dos questionados) e teste de escalabilidade**

- O hardware provisionado para o motor de correlações será agora alterado para Hardware Fase 2 (ver item 7.3 deste documento).
- CORRELAÇÃO B: serão selecionados os elementos de munição que estão no SIB B (2/3 do total) para pedidos de correlação manuais contra as partições (MJSP + Estado A+ Estado B). Os resultados destas correlações serão utilizados para o cálculo das eficácias do teste com ruído. O tempo desta correlação com ruído (T2) será registrado para comparação no teste de escalabilidade.
- Após as correlações A e B, que geraram os resultados para o teste com ruído e os tempos para verificar a eficiência e escalabilidade da solução, a configuração do sistema será a da Figura 7.

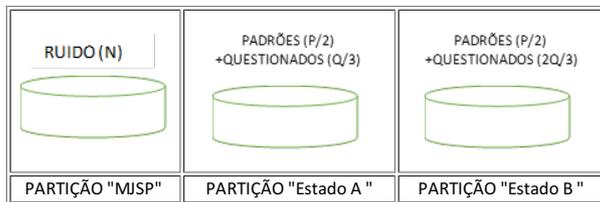


Figura 7 – banco de dados após escaneamento dos elementos padrão.

5.8.1.7. **Teste sem ruído**

- CORRELAÇÃO C: serão selecionados, nas respectivas estações de análise, os elementos questionados e solicitada para cada elemento uma correlação contra as partições "Estado A" + "Estado B". Os resultados destas correlações serão utilizados para o cálculo das eficácias do teste sem ruído.

Determinação das eficácias para aprovação nos testes com ruído e sem ruído

5.8.2. Após analisar os resultados das replicações do testes sem ruído, a EPC estabeleceu para cada eficácia da Tabela 3, a NOTA DE EFICÁCIA MÍNIMA PARA APROVAÇÃO, obtida pela maior eficácia observada menos o desvio padrão dos respectivos resultados e menos o fator de erro de 0.025 (relativo à aproximação por regra do trapézio na determinação da eficácia).

5.8.3. Os testes com projéteis incluem a verificação da eficácia da solução em relação aos calibres testados, e operando com projéteis deformados, canos poligonais e projéteis de chumbo (CHOG). Tais requisitos foram considerados indispensáveis para verificação da solução tendo em vista a recorrência destes tipos de características nos elementos de munição que são encaminhados para confronto balístico.

5.8.4. Em relação a estojos, tanto a correlação com marcas de percussão quanto a com marcas de culatra serão verificadas, além da eficácia da solução em cada um dos dois calibres testados. A justificativa para analisar separadamente as eficácias destes dois parâmetros de correlação, além deles combinados (eficácia geral), decorre do fato de que recorrentemente o confronto balístico positivo é determinado com base em um tipo de marca e em outro exame por outro tipo, algo que ficou evidenciado nos resultados objetivos quando se comparou a efetividade geral (por marca de percussão OU por marca de culatra) com as efetividades individuais de cada um destes parâmetros.

5.8.5. A replicação dos testes com ruído envolveram eficácias calculadas com banco de dados de até 7165 elementos, e os resultados foram utilizados para o estabelecimento da Diminuição máxima para aprovação. Para definição desta nota de corte, para cada eficácia da Tabela 4 os resultados das replicações foram utilizados para estabelecer a projeção da eficácia com 4000 elementos de ruído, sendo a DIMINUIÇÃO MÁXIMA PARA APROVAÇÃO estabelecida pela menor diminuição de eficácia observada mais o desvio padrão dos respectivos resultados mais o fator de erro de 0.025.

Tabela 3 – Eficácias nos testes sem ruído

| Eficácia* | Tipo de elemento | Calibre(s) | Tipo de avaliação | Amostra de referência de interesse | Arma de fogo de interesse | Parâmetro de correlação de interesse | NOTA DE EFICÁCIA MÍNIMA PARA APROVAÇÃO |
|-----------|------------------|------------|---|--|---------------------------|--------------------------------------|--|
| 1 | Projétil | .38SPL | Desempenho geral neste calibre | Projétil questionado, deformado ou íntegro | Armas 01 a 29 | Todos para projétil | 0.65 |
| 2 | Projétil | .38SPL | Desempenho com munição de chumbo (CHOG) | Projétil questionado CHOG (munição A) deformado ou íntegro | Armas 01 a 11 | Todos para projétil | 0.51 |
| 3 | Projétil | 9x19mm | Desempenho geral neste calibre | Projétil questionado, deformado ou íntegro | Armas 25 a 45 | Todos para projétil | 0.85 |
| 4 | Projétil | 9x19mm | Desempenho com cano poligonal | Projétil questionado íntegro, que seja de arma com cano | Armas 42 a 45 | Todos para projétil | 0.63 |

| | | | | poligonal | | | |
|----|----------|-----------------------|-----------------------------------|--|--|-------------------------|------|
| 5 | Projétil | .40S&W | Desempenho geral neste calibre | Projétil questionado, deformado ou íntegro | Armas 46 a 69 | Todos para projétil | 0.86 |
| 6 | Projétil | 38SPL, 9x19mm, .40S&W | Desempenho com projétil deformado | Projétil questionado deformado | Armas 01 a 04, 12 a 16, 29 a 37, e 54 a 61 | Todos para projétil | 0.71 |
| 7 | Estojo | 9x19mm | Desempenho geral neste calibre | Estojo questionado | Armas 01 a 29 | Todos para estojo | 0.88 |
| 8 | Estojo | 9x19mm | Desempenho por marca de percussão | Estojo questionado | Armas 01 a 29 | Para marca de percussão | 0.83 |
| 9 | Estojo | 9x19mm | Desempenho por marca de culatra | Estojo questionado | Armas 01 a 29 | Para marca de culatra | 0.54 |
| 10 | Estojo | .40S&W | Desempenho geral neste calibre | Estojo questionado | Armas 30 a 54 | Todos para estojo | 0.90 |
| 11 | Estojo | .40S&W | Desempenho por marca de percussão | Estojo questionado | Armas 30 a 54 | Para marca de percussão | 0.81 |
| 12 | Estojo | .40S&W | Desempenho por marca de culatra | Estojo questionado | Armas 30 a 54 | Para marca de culatra | 0.52 |

* tipos de eficácia conforme tabela 1 do Anexo I B.

Tabela 4 – Eficácias nos testes com ruído

| CALIBRE | Eficácia* | DIMINUIÇÃO MÁXIMA PARA APROVAÇÃO |
|-----------|-----------|----------------------------------|
| 38SPL BUL | 13 | 0.38 |
| 9mm CC | 16 | 0.15 |
| 9mm BUL | 14 | 0.41 |
| 40SW CC | 17 | 0.22 |
| 40SW BUL | 15 | 0.16 |

* tipos de eficácia conforme tabela 1 do Anexo I B

5.9. DA QUALIDADE DA IMAGEM

5.9.1. Como resultado de Audiência Pública realizada em 14 e 15 de outubro de 2019 (10243105), cujo objetivo foi entender as soluções existentes no mercado e poder definir parâmetros objetivos para aceitação de tecnologias para participação no certame, ficou evidente que as soluções que se apresentaram possuem muitos aspectos diversos entre si, dentre estes a tecnologia de captura da imagem, a área dos elementos de munição que são digitalizados, o tempo para aquisição de uma imagem, a resolução da imagem resultante, e as possibilidades de comparação das imagens.

5.9.2. Posterior à audiência, questionamentos técnicos foram encaminhados às empresas, solicitando detalhes quanto aos processos de captura, os quais foram respondidos por desenvolvedores de 4 (quatro) soluções (11065349, 11065470, 11078803, 11079939).

5.9.3. Dentre as técnicas que as soluções empregam para captura de imagem foram citadas Interferometria, Varredura por Feixe Vertical com Profundidade Variável, Variação de Foco com Estéreo Fotometria, e Estéreo Fotometria Não Linear. Por meio das respostas foram comparados os tipos de imagens geradas, podendo ser do tipo tridimensional (3D) ou do tipo híbrido, composto por imagem bidimensional (2D) e tridimensional (3D). Também foram comparadas as resoluções resultantes destas técnicas.

5.9.4. As respostas foram confrontadas com os dados disponíveis sobre o tema na literatura, em termos de requisitos para comparação balística. Além disso é importante ressaltar que nas respostas aos questionamentos técnicos já mencionados, todas as 4 (quatro) empresas informaram que seus algoritmos de correlação são proprietários. De tal forma que a prova de conceito medirá a eficácia dos algoritmos sem que seja verificado o que cada tipo de algoritmo realmente compara. Da mesma forma, será verificada a qualidade da imagem sem uma avaliação direta da adequabilidade ou não do tipo de tecnologia empregada.

5.9.5. Após a mencionada audiência (10243105) e o recebimento das respostas das empresas (11065349, 11065470, 11078803, 11079939), um primeiro Termo de Referência foi estabelecido, contendo os requisitos relacionados a estes aspectos técnicos, onde se estabeleceu a exigência de “Geração de imagens em formato 3D (tridimensional) ou imagens 3D (tridimensional) e 2D (bidimensional), com resolução lateral e vertical igual ou inferior a 5µm (cinco micrômetros)”.

5.9.6. Como resultado da Audiência Pública virtual, realizada em 01 de julho de 2020, para discutir o Termo de Referência, foram apresentados questionamentos quanto à adequabilidade da resolução solicitada para a geração de uma imagem com qualidade suficiente para comparação microbalística. Nas respostas da EPC aos questionamentos 3.3.1.1 a 3.3.1.3 (12075568) foi consignado a aceitação de uma resolução mais restritiva, tendo em visto isso impactar diretamente na capacidade de obtenção dos *hits*.

5.9.7. A Figura 8 a seguir, apresenta imagens comparadas de duas marcas de marcas de culatra, disponibilizados para comparação em duas soluções distintas. A diferença entre as

características disponíveis, claramente distinguíveis para um perito experientado em comparação microbalística, reforçam a convicção de que a qualidade da imagem é fundamental para efetividade da solução a ser contratada.

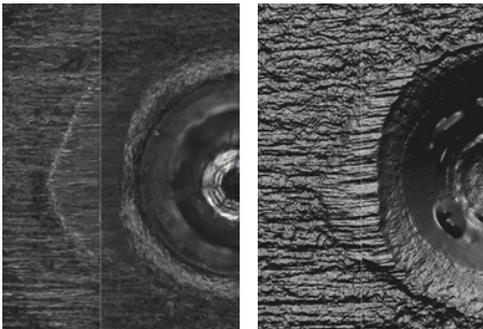


Figura 8 – Comparações de marcas de culatras de um mesmo elemento de munição (PADRÃO SRM 2461 DO NIST) em duas soluções distintas.

5.9.8. Além disso a EPC verificou que há outros parâmetros que influenciam a resolução, e por isso consignou a necessidade de melhor definição deste requisito, sendo estabelecido no Anexo do TR (12586297):

- resolução lateral e vertical, igual ou melhor (ou seja numericamente igual ou menor), a respectivamente, 5,0 μm (cinco micrômetros) e 2,0 μm (dois micrômetros) – tomado com referência um projétil 9mm encamisado total ogival;
- resolução lateral e vertical, igual ou melhor a, respectivamente, 5,0 μm (cinco micrômetros) e 2,0 μm (dois micrômetros) – tomado com referência um estojo latonado de munição calibre 9x19mm.

5.9.9. A primeira versão do Anexo do TR também havia estabelecido que seria utilizado na prova de conceito, estojo padrão (Standard Reference Material 2461) e projétil padrão (Standard Reference Material 2460a) (11181129 e 11272851) do NIST (National Institute of Standards and Technology- NIST), Instituto Nacional de Padronização e Tecnologia dos Estados Unidos da América, para aferir a qualidade da aquisição de assinatura balística digital do SIB ofertado.

5.9.10. Também como resultado de questionamento apresentado na audiência pública virtual a EPC consignou que a forma de utilização do padrão NIST para prova de conceito seria mais bem delimitada (12075568).

5.9.11. Os padrões NIST tratam-se de projétil e estojo de referências (ver Figura 9), produzidos por meio de réplicas de elementos de munição *masters*, que contém perfis topográficos conhecidos e precisamente definidos em diversos pontos. Tais padrões podem, por meio de comparação à imagem adquirida por um sistema de identificação balística, serem utilizados para certificação da qualidade, precisão e consistência da imagem.

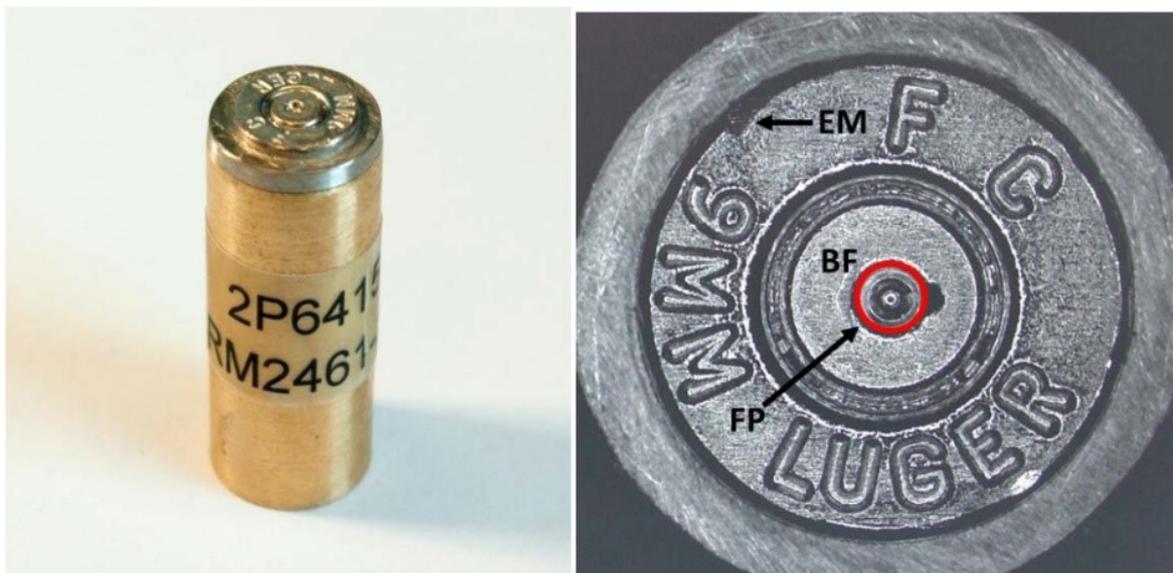




Figura 9 – Imagens dos Padrões NIST.

5.9.12. Para estabelecer parâmetros objetivos para prova de conceito, a EPC analisou o perfil e a imagem dos padrões NIST, incluindo análise em Microscópio Digital de grande capacidade de aumento, e estabeleceu que para verificação da qualidade da imagem na solução testada os seguintes passos serão seguidos:

- os padrões SRM 2461 e SRM2460a do NIST serão escaneados nos dois SIB disponíveis na prova de conceito, sendo gerada uma imagem de cada padrão em cada SIB;
- será realizada comparação balística entre as duas imagens do padrão SRM 2461 que deverá resultar em confronto balístico positivo por Marca de Culatra, por Marca de Pino Percutor e por Marca de Ejetor (ilustração deste tipo de confronto é apresentado na Figura 10);
- será realizada comparação balística entre as duas imagens do padrão SRM 2460a que deverá resultar em confronto balístico positivo por cavado do projétil (ilustração deste tipo de confronto é apresentado na Figura 11);
- as imagens de cada elemento de munição padrão NIST, serão exportadas em formato X3P, para verificação da consistência entre as duas imagens adquiridas em diferentes escâners, e atendimento da resolução requisitada (neste sentido serão verificadas as marcas resolvidas lateralmente em 5 μ (cinco micrômetros) e verticalmente em 2 μ (dois micrômetros), conforme visualizadas em microscópio digital - ilustração deste tipo de análise microscópica é apresentada na Figura 12).

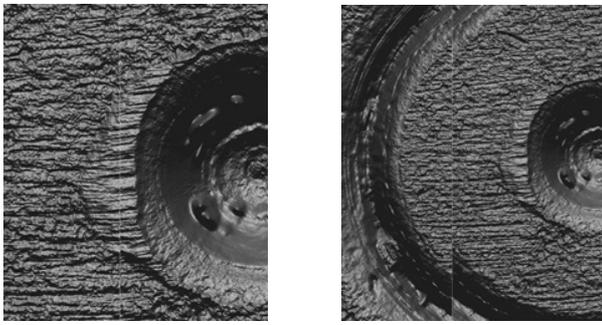


Figura 10 – Comparação balística positiva entre o estojo padrão NIST

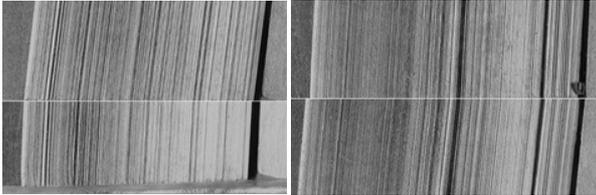
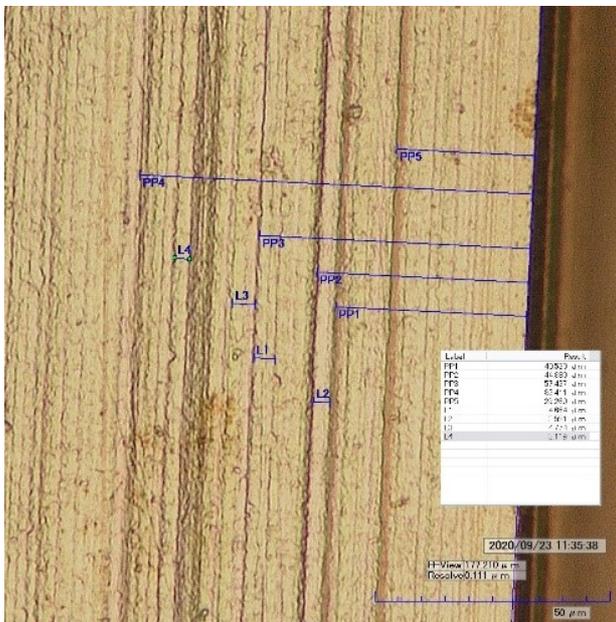


Figura 11 – Comparação balística positiva entre o projétil padrão NIST



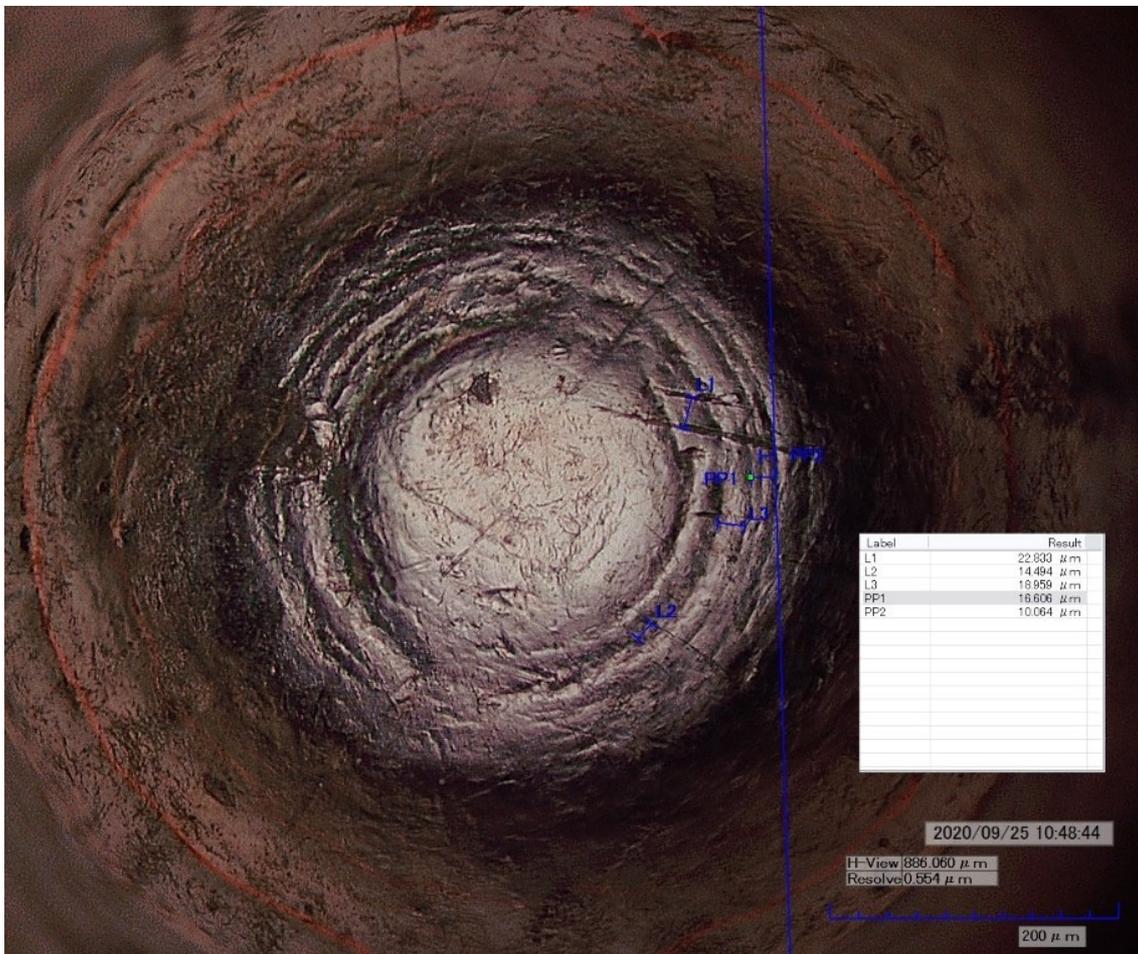


Figura 12 – Análise em microscópio digital de marcas de interesse para verificação de resolução e qualidade de imagem nos padrões NIST

6. ESTIMATIVA DO CRESCIMENTO DO BNPB E NECESSIDADE DE EFICIÊNCIA DO SERVIDOR DE CORRELAÇÃO

6.1. Fatores fundamentais para o estabelecimento da prova de conceito são a quantidade de estações de aquisição que serão adquiridas, o planejamento de contratação e a quantidade de elementos de munição que se pretende digitalizar por unidade da federação.

6.2. O impacto desses fatores no crescimento do BNPB e na quantidade diária de correlações que o servidor deverá processar devem ser considerados para um correto dimensionamento da prova de conceito.

6.3. O Relatório Diagnóstico da Balística Forense (11024704) consignou que todas as unidades da federação possuem necessidade de aquisição de Sistemas de Identificação Balística (SIB), totalizando 69 (sessenta e nove) sistemas requisitados.

6.4. O Estudo Técnico Preliminar (10671588) apoiou-se no Relatório Diagnóstico da Balística Forense (11024704) para determinar a Estimativa das Quantidades para contratação.

6.5. Foi registrado que existem 1.477 (mil quatrocentos e setenta e sete) Peritos Criminais realizando exames de Balística Forense nas Instituições Oficiais de Perícia Criminal das Unidades da Federação. A produção anual média foi de 161.671 laudos, 175.865 armas de fogo e 340.985 elementos de munição (estojos e projéteis) periciados.

6.6. Diante destes dados, o Estudo Técnico Preliminar (10671588) estabeleceu:

6.6.1. "que a solução básica a ser adquirida para cada unidade da federação e Polícia Federal, ou seja, cada SIB, deveria conter 2 (duas) estações de aquisição e 2 (duas) estações de análise, totalizando a aquisição de 56 (cinquenta e seis) estações de aquisição e de análise";

6.6.2. a meta anual de 4.000 digitalizações de elementos de munição por Unidade da Federação;

6.6.3. o cronograma de implantação dividido em três anos: 2020 (5 SIB), 2021 (11 SIB) e 2023 (12 SIB)".

6.7. Com base nestas definições a minuta original do TR foi elaborada e utilizada para a realização da primeira pesquisa de preço junto aos fornecedores da solução. A NOTA TÉCNICA Nº1/2020/CPSP/CGISP/DTIC/SE/MJ examinou as propostas recebidas, na tentativa do estabelecimento de um preço de referência. A conclusão foi:

"Ainda que o objetivo das soluções apresentadas seja, em tese, o mesmo, as diferenças de hardware, software e arquitetura de rede geraram distorções significativas nas propostas apresentadas que, na prática, inviabiliza uma comparação efetiva entre as soluções, resultando em um mapa de preço que momentaneamente torna inexequível a contratação em questão".

6.8. Tais diferenças observadas entre as tecnologias não apenas apresentaram um desafio para uma composição de preço exequível que garanta as características técnicas que o projeto exige, como tornam indispensável que a prova de conceito seja robusta o suficiente para possibilitar a seleção de uma tecnologia a altura da realidade brasileira no tema.

6.9. Uma audiência pública foi realizada, em 01 de julho de 2020, para apresentar e discutir as características técnicas do termo de referência. Após a audiência, questionamentos adicionais foram apresentados por empresas ofertantes de soluções e por peritos participantes da audiência, sendo um dos pontos questionados, o quantitativo para a contratação. Em resumo:

- Empresas com escâner multifuncional (que utiliza um mesmo equipamento para digitalizar projéteis e estojos) postularam que suas soluções poderiam ser adquiridas no quantitativo de 1 (uma) estação de aquisição por SIB, o que seria suficiente para atingimento da meta estipulada;
- Peritos estaduais questionaram que a distribuição inicial dos SIB deveria ser estabelecida não de forma igualitária para todo país, mas considerando as demandas e capacidades de atendimento de cada localidade.

6.10. A EPC analisou os questionamentos e consignou as repostas na Nota Técnica Nº 41/2020/CNM/CGPI/DPSP/SENASP/MJ (12075568).

6.11. Após conferência do tempo necessário para digitalização de imagens de cartuchos e projéteis nos escâneres das soluções, foi decidido pela EPC que seria tecnicamente mais correto aceitar 1 (uma) única estação de aquisição por SIB para soluções com escâneres multifuncionais, reduzindo, portanto, a definição da solução inicial.

6.12. Em relação ao questionamento dos peritos estaduais, valeu-se a EPC do Relatório Diagnóstico da Balística Forense (11024704) para determinar a distribuição mais racional dos equipamentos. Foram considerados a capacidade de atendimento, determinado pelo número de peritos que fazem comparação microbalística nas capitais, e a demanda estadual, determinada pelo número de armas encaminhadas para exame de confronto balístico, e pelo número de elementos de munição periciados, da seguinte maneira:

- Em relação ao quantitativo de peritos que fazem confronto balístico (X1) as UF foram ranqueadas, recebendo pontos de 1 a 10 de acordo com:

$X1 \geq 10$ – NOTA 10,

$10 > X1 \geq 8$ – NOTA 8,

$8 > X1 \geq 6$ – NOTA 6,

$6 > X1 \geq 4$ – NOTA 4, e

$X1 < 4$ – NOTA 2;

- Em relação ao quantitativo de armas encaminhadas para exame de confronto balístico (X2) as UF foram ranqueadas, recebendo pontos de 1 a 5 de acordo com:

$X2 \geq 10.000$ – NOTA 5,

$10.000 > X2 \geq 2.000$ – NOTA 4,

$2.000 > X2 \geq 500$ – NOTA 3,

$500 > X2 \geq 150$ – NOTA 2, e

$X2 < 150$ – NOTA 1.

- Em relação à quantidade de elementos de munição periciados (X3) as UF foram ranqueadas, recebendo pontos de 1 a 5 de acordo com:

$X3 \geq 60.000$ – NOTA 5,

$60.000 > X3 \geq 10.000$ – NOTA 4,

$10.000 > X3 \geq 5.000$ – NOTA 3,

$5.000 > X3 \geq 1.000$ – NOTA 2, e

$X3 < 1000$ – NOTA 1.

6.13. A capacidade de atendimento e a demanda local foram então comparados por meio de X1 e X2+X3 respectivamente, resultando no gráfico da Figura 13 (12378892):

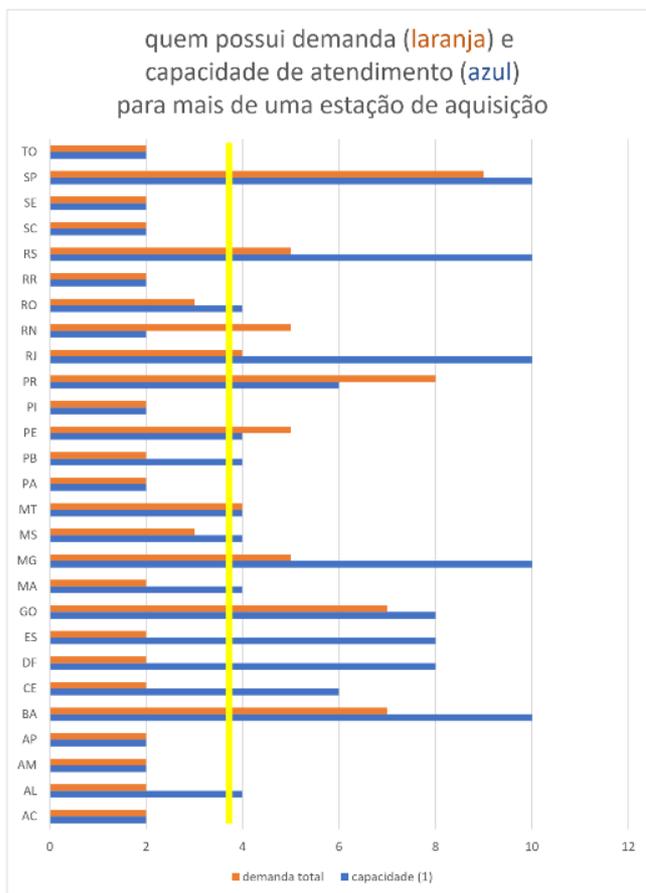


Figura 13 - Estudo comparativo de demanda e capacidade de atendimento das unidades da federação.

6.14. A linha amarela na Figura 13 estabelece uma capacidade e demanda iguais ou maiores a 4, determinando que para os seguintes estados, dentro do planejamento do projeto SINAB, deve ser prevista a aquisição de mais de uma estação de aquisição: BA, GO, MG, MT, PE, PR, RJ, RS, e SP.

6.15. Diante desta nova estimativa de contratação o Termo de Referência e seu Anexo (12586292 e 12586297) especificaram a nova definição de SIB e estabeleceram o quantitativo para contratação em 37 (trinta e sete) SIBs.

6.16. Em resumo, sendo indispensável justificar a contratação com base na demanda e capacidade de atendimento, e considerando as características técnicas do objeto da contratação, a solicitação inicial de 69 (sessenta e nove) SIB foi reduzida gradualmente para 58 (cinquenta e oito) e finalmente 37 (trinta e sete), contribuindo para otimização do uso dos recursos públicos.

6.17. Registra-se que como trata-se de projeto de âmbito nacional, o Plano de Implementação do Projeto SINAB (10643579) já previu que, como as realidades das Unidades da Federação são diversas, necessidades específicas podem surgir, como por exemplo, a necessidade de alocação de equipamentos em outros laboratórios que não o central.

6.18. Da mesma forma, a capacidade e a demanda consideradas são baseadas em registros anteriores, e possuem variáveis, mas o proposto no projeto é uma solução inicial, que integrará as unidades da federação formando o Banco Nacional de Perfis Balísticos - BNPB. As particularidades locais, e as mudanças de cenário deverão ser consideradas para a aquisição de outros equipamentos, principalmente depois da Unidade da Federação demonstrar estar utilizando o SIB inicial conforme planejado e dentro da meta estipulada. Aquisições adicionais também poderão ser executadas pela própria Unidade Federativa com interesse em melhor estruturar seu setor de balística.

6.19. Outro aspecto relevante do projeto trata-se da demanda registrada, consignada em 175.865 armas de fogo e 340.985 elementos de munição (estojos e projéteis) periciados. Se fossem registrados apenas 2 (dois) projéteis e 2 (dois) estojos padrão por arma somados aos elementos de munição periciados, haveria necessidade de inclusão no BNPB de mais de 1 (um) milhão de elementos de munição por ano, número este absolutamente incompatível com a quantidade de peritos e técnicos disponíveis e com a quantidade de recursos financeiros alocados para aquisição de sistemas. Ademais, trata-se de uma abordagem ineficiente tendo em vista não corresponder às melhores práticas observadas com usos de sistema de identificação balística. Neste aspecto se torna relevante a diretriz inicial do projeto SINAB consignada no plano de implementação (10643579):

"O primeiro ponto definido é que o sistema deve ser empregado para gerenciamento de vestígios balísticos de mortes violentas e suas tentativas perpetradas com uso de arma de fogo, e elementos de munição provenientes de crimes cometidos por quadrilhas de roubo a instituições financeiras ou com modus operandi do "Novo Cangaço".

6.20. Com este escopo mais reduzido, busca-se um maior foco no que há de mais provável em termos de gerar match através do sistema, fator que foi considerado para o estabelecimento da meta de 4.000 elementos de munição por ano por SIB, algo mais condizente com os recursos humanos e

financeiros disponíveis.

6.21. No entanto mesmo esta meta merece consideração em relação ao crescimento do BNPB, ao tráfego de dados esperados e à quantidade de correlações diárias que o servidor terá que processar.

6.22. Nas visitas técnicas realizadas pela ETC, uma preocupação foi discutir e levantar a quantidade de elementos de munição cadastrados nos sistemas já em uso, e a distribuição em calibres. A Figura 14 representa os dados de 10 (dez) anos de uso de um sistema de identificação balística em uma Unidade da Federação.

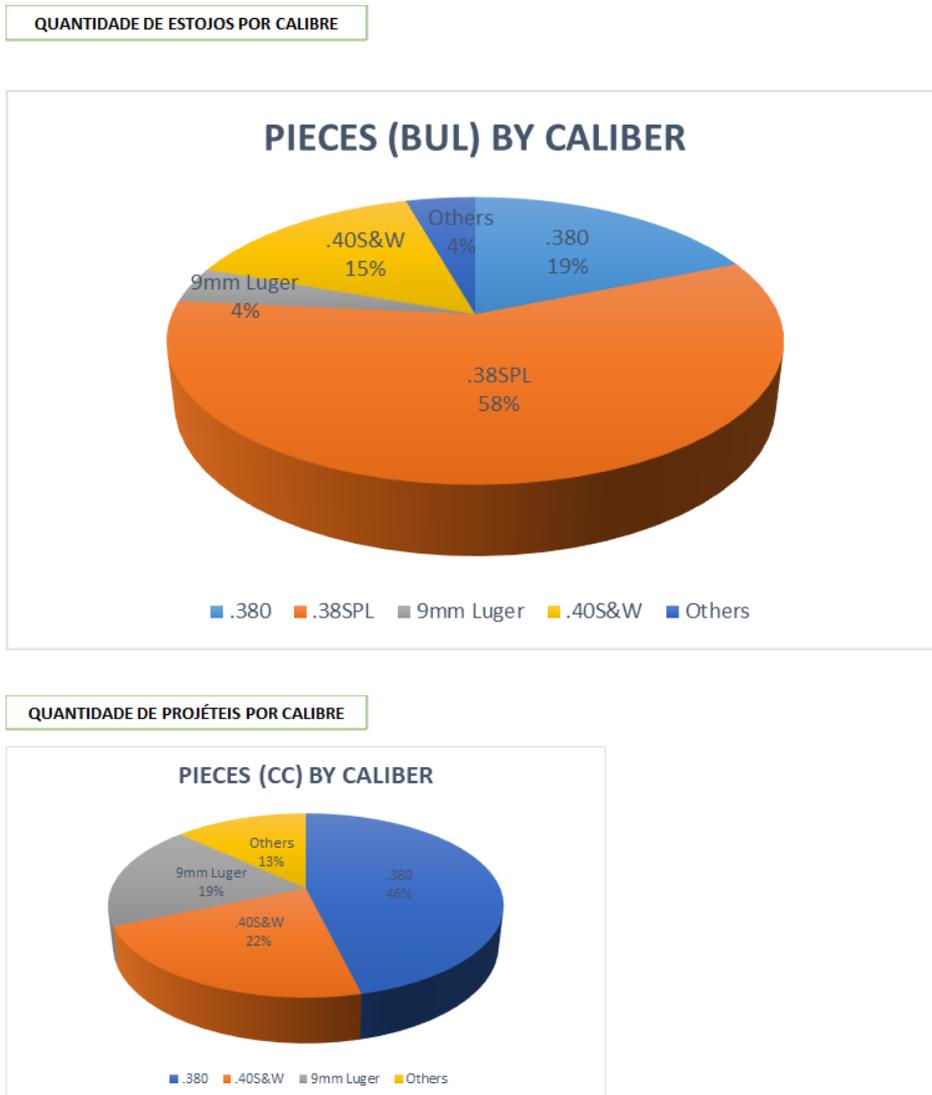


Figura 14 - Distribuição de elementos de munição por calibre em 10 anos de uso de um sistema de identificação balística.

6.23. O número de elementos de munição total no banco, até a data de emissão do relatório, era de 33 mil elementos de munição, revelando quantitativo comparável à meta do SINAB para os 10 anos por SIB, que é de 40 mil. Adicionalmente observa-se uma distribuição mais concentrada em três calibres para projétil, .38SPL, 9x19mm (este somado ao .380) e .40S&W, e de três calibres para estojos, 9x19mm, .380ACP e .40S&W. Embora esta seja uma distribuição estatística específica de um estado, e especificidades locais podem levar a distribuições distintas de calibres, para uma média nacional e considerando ainda que os dados são provenientes de dez anos de uso de um sistema de identificação balística, esta foi considerado um modelo representativo para efeito de estudo do crescimento do BNPB.

6.24. Esta estimativa de distribuição em termos de calibres e a meta do SINAB foram utilizados, em conjunto com o planejamento de implantação do SINAB, para projetar o crescimento do BNPB e das partições estaduais da seguinte forma:

- 20 (vinte) elementos de munição adquiridos e enviados por SIB ao BNPB para armazenamento e correlação (sendo 8 projéteis calibre A, 4 projéteis calibre B, 2 projéteis calibre C, 3 estojos calibre A, 2 estojos calibre B, e 1 estorjo calibre C);
- instalação de SIBs em 3 etapas anuais, com 5, 11, e 12 unidades da federação e PF atendidos.

6.25. É possível observar que uma média diária aproximada de 20 (vinte) elementos de munição é esperada, tendo em vista a meta de 4000 inserções por ano. Tal valor está de acordo com o uso estimado da estação de aquisição prevista na composição dos SIB.

6.26. Em que pese tratar-se de um cálculo aproximado, e que, provavelmente, algumas unidades da federação irão superar a meta estabelecida, ao passo que outras irão ficar abaixo do valor estabelecido, ainda assim é um cálculo realístico e adequado para projetarmos o crescimento do BNPB.

6.27. Ressalta-se ainda que se trata de uma média diária, sendo natural que este fluxo não seja constante, ou seja, haverá dias com maior número de elementos escaneados e enviados ao BNPB e dias com valores menores, algo que será melhor considerado na análise do tráfego de dados entre os estados e o servidor nacional.

6.28. Além da quantidade de elementos no BNPB, outro fator necessário para previsão da quantidade de correlações diárias que o servidor terá que processar é a definição das regras de correlação. Neste sentido o Anexo do Termo de Referência (12586297) especificou que para as estações de aquisição o sistema deve permitir:

- apresentar possibilidade de agendamento de comunicação da estação com o BNPB para upload automático de imagens e de solicitações de correlações;
- definição de regras automáticas de correlação, como por exemplo, confrontar com todo o banco de dados e/ou com o banco da mesma UF;
- possibilitar a gravação dos dados obtidos (incluindo as imagens) de forma compartimentada no BNPB, permitindo a criação de partições para cada Unidade da Federação (UF).

6.29. Neste sentido, é opinião desta EPC de que o protocolo mais natural para o início do BNPB é que cada imagem digitalizada de elemento de munição que seja submetida ao BNPB será submetida a dois tipos de correlações:

6.29.1. uma confrontando a imagem do elemento contra a partição lógica da UF a que pertença;

6.29.2. e outra confrontando contra todos as demais partições lógicas por UF que formam o BNPB.

6.30. Isso apresentará ao perito responsável duas possibilidades de análise do caso, podendo gerar matches intra-estadual, ou inter-estaduais respectivamente. Os resultados, além de possibilitarem o aumento da elucidação de crimes cometidos com uso de armas de fogo, também poderão revelar a real movimentação das armas envolvidas em crimes, fator completamente desconhecido da comunidade pericial e das autoridades da segurança pública até o momento.

6.31. Registra-se ainda que este protocolo inicial poderá ser objeto de revisão no futuro. Isso só poderá ocorrer após ser traçado um cenário da movimentação das armas utilizadas em crimes, sendo considerado a proporção de matches intra e inter estados encontrados. Outro fator que poderá levar a revisão dos protocolos ou à ajustes na arquitetura da rede estão relacionadas ao tráfego de dados e ao desempenho do servidor do BNPB. Por isso o Anexo do Termo de Referência (12586297), no tocante as “regras automáticas de correlação”, estipulou que deve ser possível serem definidas “de acordo com os protocolos definidos pelo comitê gestor do BNPB”.

6.32. Diante deste cenário, os gráficos da Figura 15 à Figura 18 e a Tabela 5, traçam um panorama do crescimento do BNPB, suas partições e as quantidades de correlações solicitadas a nível intra-estadual e inter-estaduais por dias após início da operação.

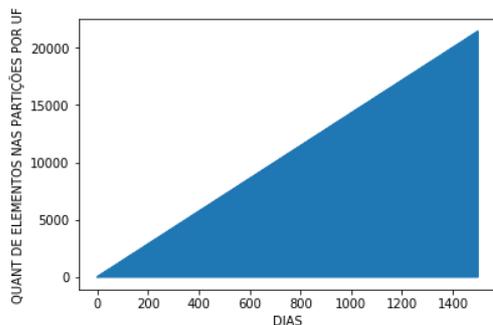


Figura 15 – Projeção de crescimento da quantidade de elementos nas partições por UF.

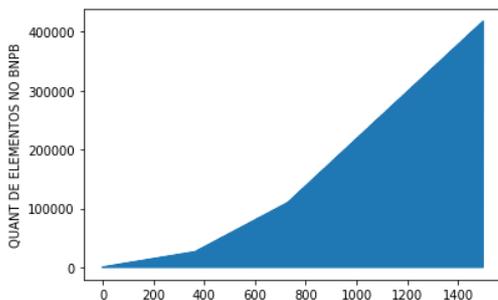


Figura 16 – Projeção de crescimento da quantidade total de elementos no BNPB.

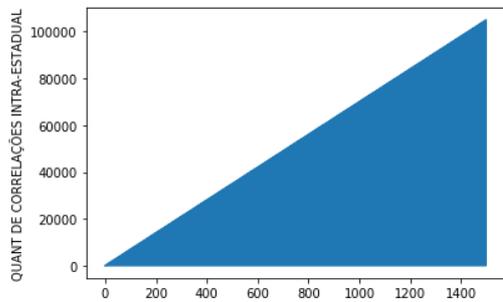


Figura 17 – Projeção de crescimento da quantidade de correlações a serem processadas diariamente pelo BNPB para fornecer a uma UF listas de correlação intra-estadual.

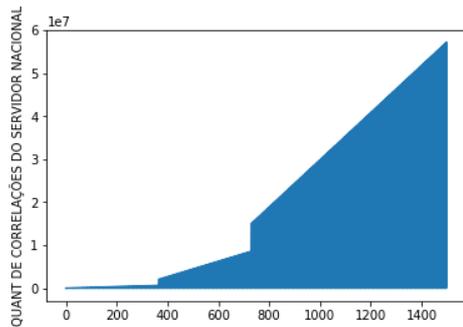


Figura 18 – Projeção de crescimento da quantidade de correlações a serem processadas diariamente pelo BNPB para fornecer a cada UF listas de correlação inter-estaduais.

Tabela 5- O estudo do crescimento do BNPB e projeções de interesse.

| DIAS* (meses ou anos) | PROJEÇÃO DO BNPB |
|--------------------------|---|
| 58 (2 meses) | BNPB atingirá 100 mil correlações por dia em 58 dias Neste dia a quantidade de correlações intra-estadual será 4.018 ... o tamanho de um banco estadual será de 840 imagens de elementos de munição. ... e o tamanho do banco nacional de 4.200 imagens de elementos de munição. |
| 288 (9 meses) | BNPB atingirá 500 mil correlações por dia em 288 dias Neste dia a quantidade de correlações intra-estadual será 20.090 ... o tamanho do banco estadual será de 4.120 imagens de elementos de munição. ... e o tamanho do banco nacional de 20.600 imagens de elementos de munição. |
| 366 (1 ano) | BNPB atingirá 1 milhão de correlações por dia em 366 dias Neste dia a quantidade de correlações intra-estadual será 25.578 ... o tamanho do banco estadual será de 5.240 imagens de elementos de munição. ... e o tamanho do banco nacional de 26.420 imagens de elementos de munição. |
| 530 (1,5 ano) | BNPB atingirá 5 milhões de correlações por dia em 530 dias Neste dia a quantidade de correlações intra-estadual será 37.142 ... o tamanho do banco estadual será de 7.600 imagens de elementos de munição. ... e o tamanho do banco nacional de 64.180 imagens de elementos de munição. |
| 731 (2 anos) | BNPB atingirá 10 milhões de correlações por dia em 731 dias Neste dia a quantidade de correlações intra-estadual será 51.156 ... o tamanho do banco estadual será de 10.460 imagens de elementos de munição. ... e o tamanho do banco nacional de 110.180 imagens de elementos de munição. |
| 822 (2,25 anos) | BNPB atingirá 20 milhões de correlações por dia em 822 dias Neste dia a quantidade de correlações intra-estadual será 57.526 ... o tamanho do banco estadual será de 11.760 imagens de elementos de munição. ... e o tamanho do banco nacional de 146.580 imagens de elementos de munição. |
| 1.369 | BNPB atingirá 50 milhões de correlações por dia em 1369 dias Neste dia a quantidade de correlações intra-estadual será 95.844 ... o tamanho do banco estadual será de 19.580 imagens de elementos de |

| | |
|-------------|--|
| (3.75 anos) | municação. ... e o tamanho do banco nacional de 365.540 imagens de elementos de municação. |
|-------------|--|

*Contados do início da implantação do BNPB

6.33. O plano de implementação desenvolvido pela EPC previu uma evolução gradativa do BNPB, atingindo 110.000 elementos de municação em aproximadamente 2 anos, e 360.000 em aproximadamente 4 anos. Se fossemos levar em conta todo o backlog e produção dos estados, esse número atingiria aproximadamente um milhão de imagens/ano, o que comprometeria seriamente as capacidades de TI do Ministério da Justiça e Segurança Pública e a própria acurácia dos algoritmos de correlação balísticos.

6.34. Ainda assim, mesmo este crescimento mais conservador implicará em uma quantidade significativa de correlações nacionais com valores (Figura 6), algo que precisa ser corretamente abordado.

6.35. As Figura 17 e Figura 18 retratam as projeções da quantidade de correlações diárias que o servidor do BNPB terá que processar para gerar as listas de correlações intra-estadual e inter-estaduais. Também foi estudada a possibilidade de uma diminuição nesta projeção, considerando outras características de classe além do calibre. Porém é comum que para determinado calibre ocorra uma concentração em dado tipo de característica de classe, como sentido e quantidade de raias, ou como tipo de marca de pino percussor, de tal forma que isto não impactou significativamente o cômputo geral.

6.36. De acordo com os dados da Tabela 5, ainda no primeiro ano de implantação, com apenas 5 SIBS integrados em rede, serão atingidas aproximadamente 500mil correlações/dia. O valor de 1.000.000 correlações/dia ocorrerá com a entrada em operação de mais 11 SIB no segundo ano, atingindo valores próximos a 10, 20 e 50 milhões de correlações diárias, entre o 2º e 4º anos de implementação.

6.37. O percentual que as correlações intra-estadual de uma UF representam em relação ao total de correlações inter-estaduais que o BNPB terá que processar para cada dia, destacado na Tabela 1, diminui com o passar do tempo, representando 4% em 58 dias e retraindo a 0.2% em 1369 dias. Este fator por si só é um forte argumento para ineficiência do uso de servidores locais, que seriam responsáveis por uma tarefa extremamente pequena da necessidade do SINAB. Ainda que se espere uma quantidade de *matches* estaduais maiores, tal fato pode não se observar em cidades fronteiriças de estados, e o cenário nacional somente poderá ser obtido com o uso da correlação nacional obrigatória nos primeiros 4 anos de implantação do projeto.

6.38. Diante destas projeções apresentadas, o Anexo I-A do TR (12586297), estipulou que às empresas interessadas no certame informassem o hardware para duas configurações previstas:

6.38.1. O fornecedor da solução contratada deverá apresentar o dimensionamento técnico do hardware necessário para o Servidor de Correlação, Armazenamento e Gerenciamento do BNPB, considerando, para o primeiro ano de 2021, aproximadamente 1.000.000 (um milhão) de correlações diárias das peças de projétil e estojo coletadas e armazenadas no BNPB. A empresa Contratada deverá, ainda, dimensionar o hardware necessário para o crescimento do banco, para até 2023, com 50.000.000 (cinquenta milhões de correlações diárias) devido a previsão de crescimento do banco.

6.39. A razão para tal exigência decorre da estimativa de crescimento do banco acima registrada e do disposto no Plano de Implementação, que ao considerar os recursos humanos e capacitação anotou:

"Um fator crítico observado para o sucesso do emprego de SIB no esclarecimento de crimes é o tempo de resposta. Assim é de fundamental importância que o laboratório possua uma equipe dedicada ao sistema em quantidade e com comprometimento tal que seja possível fornecer o Laudo de Inteligência Pericial, ou documento equivalente, com a maior brevidade que as circunstâncias locais permitirem. Em países desenvolvidos o tempo ideal pretendido é de 24h após o cometimento do crime. Ainda que a realidade brasileira não permita, nas condições atuais, o estabelecimento de uma meta desta natureza, pelo menos o tempo de resposta após a entrada do material no laboratório deve ser o menor possível".

6.40. Diante do exposto, a EPC reconhece que para o sucesso da solução o tempo máximo de espera dos resultados de correlações do servidor central deve ser de até 24h. Mais do que isso além de atraso nos resultados de interesse, geraria um acúmulo constante uma vez que novos pedidos de correlação chegarão diariamente. Embora possa-se dividir estas correlações em correlações estaduais, processadas inicialmente e cujos resultados sejam logo disponibilizados, a correlação nacional deve ser realizada neste prazo também, permitindo que o perito titular do caso tenha interesse nos resultados das correlações nacionais.

6.41. Desta forma se faz necessário que para prova de conceito seja especificado qual o hardware será disponibilizado para o teste e qual tempo máximo será aceito para atendimentos das correlações nos testes realizados.

6.42. Considerando o planejamento de crescimento do PNPB e, conseqüentemente das correlações no tempo (ver Figura 18), é imperativo que a motor de correlações (correlation engine) seja capaz de escalar horizontalmente para suportar o crescimento total de correlações previstas.

6.43. A capacidade do motor de correlações de escalar e balancear a carga, entre os nós do cluster de correlação, deverá ser demonstrada quando, dobrando o número de correlação, e dobrado o hardware, for mantida a eficiência de tempo de resposta do algoritmo.

7. ESTABELECIMENTO DO HARDWARE PARA PROVA DE CONCEITO

7.1. Para configuração do hardware e do software para a linha de base da POC do SINAB, foram comparadas as respostas das empresas à pesquisa de preço, em que solicitou-se que

informassem o hardware para 1.000.000 de correlações em 12h, considerada demanda para o primeiro ano de implementação do projeto, e para 50.000.000 de correlações em 24h, considerado o maior valor a ser atingido no final do período de cobertura da garantia contratada. A pesquisa de preços foi atendida com as informações sobre hardware por três empresas (12375502, 12375505, 12375512).

7.2. Tendo estudado a viabilidades dos hardwares solicitados, e as características tecnológicas das soluções, o limite de hardware aqui especificado diz respeito exclusivamente ao disponibilizado para os testes relativos ao “motor de correlações” (correlation engine) de cada uma das plataformas.

7.3. Os demais componentes das plataformas, incluindo bancos de dados relacionais e não-relacionais, componentes de controle, balanceamento, interface de usuário e outros componentes da solução, poderão ter recursos criados em nuvem em hardware adicional em nuvem, de acordo com o dimensionamento do “workload” pelo fornecedor.

- Fase 1 – Teste sem escalabilidade horizontal

Hardware disponibilizado para o motor de correlações - 1 (uma) máquina virtual Azure Standard_D16s V3, com 16 VCPUs, 64 GB RAM, 1 TB Armazenamento tipo SSD.

- Fase 2 – Teste com escalabilidade horizontal

Hardware disponibilizado para o motor de correlações - 2 (duas) máquina virtual Azure Standard_D16s V3, com 16 VCPUs, 64 GB RAM, 1 TB Armazenamento tipo SSD.

8. ESTABELECIMENTO DO TEMPO PARA CORRELAÇÕES DA PROVA DE CONCEITO

8.1. Diante da necessidade de estabelecer parâmetros para a prova de conceito que medisse esta capacidade de processamento da solução diante do hardware que será provisionado, a equipe técnica apresentou às empresas o cenário da Tabela 6, e solicitou às empresas que fornecessem o tempo para atendimento das seguintes correlações propostas:

- Pacote A (total 20 elementos) correlacionando contra X (total 3580 elementos);
- Pacote A (total 20 elementos) correlacionando contra Y (total 6760 elementos); e
- Pacote B (total 10 elementos) correlacionando contra Z (total 95000 elementos).

Tabela 6 – Tabela de correlações para cálculo do tempo de correlação

| | A | B | PARTIÇÃO X | PARTIÇÃO Y | BANCO Z |
|------------------|---|---|------------|------------|---------|
| Projéteis .38S&L | 8 | 4 | 1400 | 2400 | 37000 |
| Projéteis 9x19mm | 4 | 2 | 700 | 1400 | 19000 |
| Projéteis .40S&W | 2 | 1 | 400 | 800 | 10000 |
| Estojo 9x19 mm | 4 | 2 | 780 | 1560 | 21000 |
| Estojo .40 S&w | 2 | 1 | 300 | 600 | 8000 |

8.2. Das 4 (quatro) empresas questionadas apenas 2 (duas) apresentaram respostas objetivas contendo tempos de correlação, cujas análises estão contidas nas Figura 19 e Figura 20 (12075595 e 12752919).

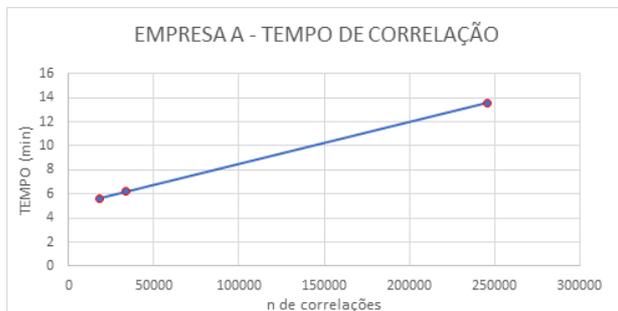


Figura 19 – Tempo para atendimentos das correlações propostas na Tabela 6 para solução da primeira empresa.

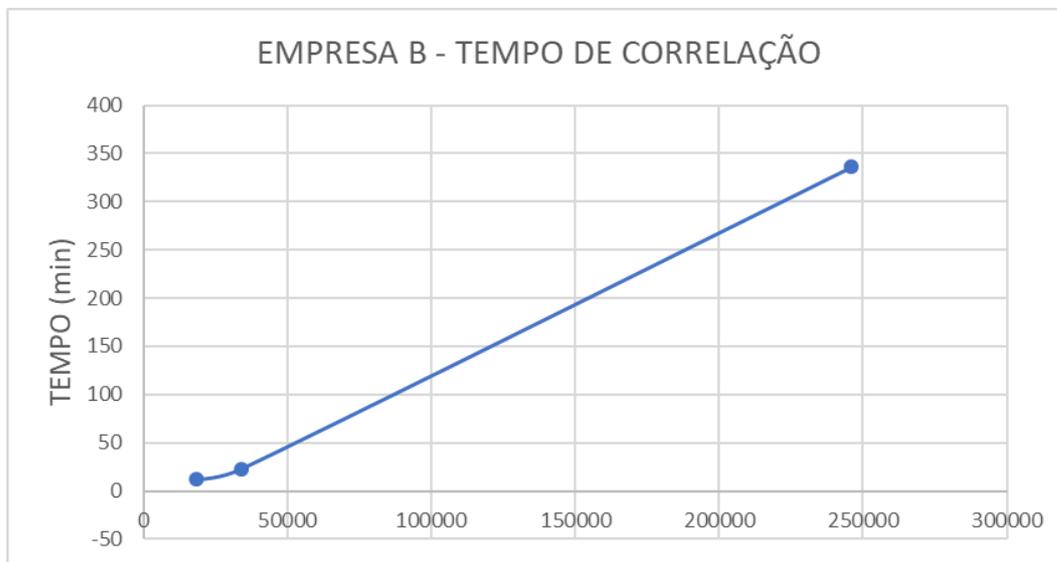


Figura 20 – Tempo para atendimentos das correlações propostas na Tabela 6 pela solução da segunda empresa.

8.3. A diferença entre os tempos de repostas é bastante significativa. Variando, por exemplo, para as aproximadamente 250.000 correlações (fruto dos elementos da coluna B contra o Banco Z da Tabela 6), de aproximadamente 14min à aproximadamente 5h:30min.

8.4. Consequentemente houve grande variância na projeção do tempo necessário para processar 1.000.000 correlações: 39 minutos nos dados da Figura 19 contra 24 horas nos dados da Figura 20. Comparados os tempos fornecidos com as quantidades de correlações previstas para o BNPB, depreende-se que o hardware estimado para que a segunda solução tenha o desempenho ilustrado na Figura 20, são adequados para um momento em que o banco nacional estará efetuando 1 milhão de correlações por dia (final do primeiro ano pelos dados da Tabela 5), enquanto o hardware estimado para que a primeira solução tenha o desempenho ilustrado na Figura 19, são adequados para um momento em que o banco nacional estará efetuando 50 milhões de correlações por dia (3.75 anos pela Tabela 5). Desta forma se faz necessário determinar para o hardware estipulado para prova de conceito, qual o tempo máximo aceitável para atendimento das solicitações de correlação da prova de conceito.

8.5. Conforme registrado no item 5 deste documento, a prova de conceito será realizada com os 395 (trezentos e noventa e cinco) elementos de munição selecionados conforme detalhado em Informação Técnica Nº 125/2020 –INC/DITEC/PF que serão correlacionados entre si, e contra o ruído solicitado, e ademais, o ruído deverá ser composto por 8.000 elementos de munição, o que resultará na quantidade de correlações constante na Tabela 7.

8.6. O tempo esperado para estas correlações, considerando o cenário para prova de conceito estabelecido no item 5.8 deste documento, e determinado pelo parâmetro de 1000.000 de correlações em 12h conforme questionado às empresas (ver item 7.1 deste documento), se encontram lançados na Tabela 8.

Tabela 7 – Tabela de correlações para prova de conceito

| | MATERIAL DE REFERÊNCIA | QUESTIONADOS | BANCO DE DADOS (TESTE SEM RUIÍDO) | BANCO DE DADOS (TESTE COM RUIÍDO) | CORRELAÇÕES - QUEST (Q/3) X RUIÍDO | CORRELAÇÕES - QUEST (2Q/3) X RUIÍDO |
|------------------|------------------------|--------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Projéteis .38S&P | 81 | 33 | 80 | 4080 | 44880 | 89760 |
| Projéteis 9x19mm | 72 | 30 | 71 | 4071 | 40710 | 81420 |
| Projéteis .40S&W | 80 | 32 | 79 | 4079 | 43509 | 87019 |
| Estojo 9x19mm | 87 | 29 | 86 | 4086 | 39498 | 78996 |
| Estojo .40S&W | 75 | 25 | 74 | 4074 | 33950 | 67900 |

Tabela 8 – Tempo esperado para correlações do teste com ruído, considerando os procedimentos da prova de conceito estabelecidos em 5.1.2, e tempo de reposta de 12h para 1000.000 de correlações.

| Teste com ruído (Q/3)* | | Teste com ruído (2Q/3)* | |
|---------------------------|-----------|---------------------------|----------|
| Projéteis | 40710 | Projéteis | 81420 |
| Estojo | 39498 | Estojo | 78996 |
| TOTAL | 80208 | TOTAL | 160416 |
| TEMPO ESPERADO (T1) horas | 0.962496* | TEMPO ESPERADO (T2) horas | 0.962496 |

*UTILIZADO DADOS DO CALIBRE 9mm pois teste com ruído será realizado apenas em

8.7. Diante dos tempos esperados (T1 e T2), e considerando a premissa de que o limite para correlações em qualquer fase do crescimento do banco é que o tempo de resposta das correlações deve ser de 24h (ver item 2.9.5 do Anexo I-A do TR - 12586297), a EPC estabeleceu uma margem de erro de 100% nos tempos acima esperados (T1 e T2), e de 20% em relação à escalabilidade, sendo portanto definidos como requisitos de tempo de resposta das correlações da prova de conceito:

- para o teste com ruído (Q/3) com hardware Fase 1 (T1): $T1 \leq 1$ hora e 56 minutos; e
- para o teste com ruído (2Q/3) com hardware Fase 2 (T2): $T2 \leq 1$ hora e 56 minutos; e
- para o teste de escalabilidade: $T2 \leq 1,2 * T1$.

9. DOS CRITÉRIOS DE APROVAÇÃO NA PROVA DE CONCEITO

9.1. Ante o exposto e considerando os testes estabelecidos, os critérios para aprovação na prova de conceito são:

- 9.1.1. No teste sem ruído obter para todos os tipos de eficácia da Tabela 3, eficácia maior ou igual à NOTA MÍNIMA PARA APROVAÇÃO (definidas na coluna 8 da Tabela 3).
- 9.1.2. No teste com ruído obter para todos os tipos de eficácia da Tabela 4, diminuição em eficácia (eficácia do teste sem ruído menos eficácia do teste com ruído) menor ou igual à DIMINUIÇÃO MÁXIMA PARA APROVAÇÃO (definidas na coluna 3 da Tabela 4).
- 9.1.3. Ser aprovado no teste de qualidade da imagem dos padrões NIST, com confronto balístico positivo e imagem X3P com marcas de referência devidamente resolvidas, conforme determinados no item 5.9.12 deste documento.
- 9.1.4. Disponibilizar os resultados das correlações solicitadas na primeira parte do teste com ruído, (Q/3) com hardware Fase 1, em tempo (T1) menor ou igual a 1 hora e 56 minutos.
- 9.1.5. Disponibilizar os resultados das correlações solicitadas na segunda parte do teste com ruído, (2Q/3) com hardware Fase 2, em tempo (T2) menor ou igual 1 hora e 56 minutos e menor ou igual a 1,20 vezes T1.
- 9.1.6. Demonstrar, durante a instalação e execução do software do algoritmo de correlação, que ele possui arquitetura capaz de escalar horizontalmente.

10. DO ROTEIRO PARA ANÁLISE NA PROVA DE CONCEITO

10.1. O Anexo I-B do TR (12586297), apresenta com base nas definições desta Nota Técnica, o Roteiro para Análise da Amostra da Prova de Conceito, estabelecendo para cada teste a ser realizado, o material necessário, os pré-requisitos, e as etapas de avaliação.

11. REFERÊNCIAS

- Rahm, Joachim. Evaluation of an electronic comparison system and implementation of a quantitative effectiveness criterion. Forensic Science International, Vol. 214, p. 173–177, 2012.
- Santos, L. S.; Muterlle, Palloma. V. Influence factors regarding the effectiveness of automated ballistic comparison on .38 Special caliber bullets and cartridge cases. Journal of Forensic Sciences, Vol. 63, Issue 6, pp. 1846-1853, 2018.
- DONG, F.; ZHAO, Y.; LUO, Y.; ZHANG, W.; LI, W. Objective evaluation of similarity scores derived by Evofinder® system for marks on bullets fired from Chinese Norinco QSZ-92 pistols. Forensic Sciences Research, 2019. DOI:10.1080/20961790.2019.1642984.



Documento assinado eletronicamente por **Ladislau Brito Santos Junior, Servidor(a) Mobilizado(a) da Secretaria Nacional de Segurança Pública**, em 30/09/2020, às 16:33, conforme o § 1º do art. 6º e art. 10 do Decreto nº 8.539/2015.



Documento assinado eletronicamente por **LEHI SUDY DOS SANTOS, Servidor(a) Mobilizado(a) da Secretaria Nacional de Segurança Pública**, em 30/09/2020, às 17:47, conforme o § 1º do art. 6º e art. 10 do Decreto nº 8.539/2015.



Documento assinado eletronicamente por **Ana Carolina Ferrari, Servidor(a) Mobilizado(a) da Secretaria Nacional de Segurança Pública**, em 30/09/2020, às 17:58, conforme o § 1º do art. 6º e art. 10 do Decreto nº 8.539/2015.



Documento assinado eletronicamente por **Paulo de Tarso Penna da Costa, Integrante Técnico(a)**, em 30/09/2020, às 18:02, conforme o § 1º do art. 6º e art. 10 do Decreto nº 8.539/2015.



Documento assinado eletronicamente por **Rodrigo Lange, Diretor(a) de Tecnologia da Informação e Comunicação**, em 30/09/2020, às 18:15, conforme o § 1º do art. 6º e art. 10 do Decreto nº 8.539/2015.



Documento assinado eletronicamente por **João Carlos Laboissiere Ambrósio, Coordenador(a)-Geral de Pesquisa e Inovação**, em 30/09/2020, às 20:24, conforme o § 1º do art. 6º e art. 10 do Decreto nº 8.539/2015.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <http://sei.autentica.mj.gov.br> informando o código verificador **12756167** e o código CRC **E928576A**.
O trâmite deste documento pode ser acompanhado pelo site <http://www.justica.gov.br/acesso-a-sistemas/protocolo> e tem validade de prova de registro de protocolo no Ministério da Justiça e Segurança Pública.

