

O conhecimento acerca da Metrologia Forense entre os profissionais de Perícia Oficial no Estado de Santa Catarina

M.E.M. Haertel ^{a*}, A.L. de Melo ^b, J.M.B. Nadolny ^b

^a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC/BNU), Blumenau (SC), Brasil

^b Superintendência Regional da Polícia Científica (PCI/SRLGS), Lages (SC), Brasil

^c Advogada, Lages (SC), Brasil

*Endereço de e-mail para correspondência: marvah.elisa@gmail.com.

Recebido em 07/04/2022; Revisado em 14/12/2022; Aceito em 21/12/2022

Resumo

Metrologia forense é a utilização de conceitos e procedimentos de metrologia na solução de crimes. Seus estudos partiram da década de 1990 e demonstram importância técnica e jurídica crescente. Este trabalho foi desenvolvido para trazer à tona questionamentos a respeito da compreensão, abrangência e emprego dos termos utilizados na área de metrologia, por profissionais oficiais de perícia no Estado de Santa Catarina, com objetivo de rastrear o conhecimento básico dessa notável ciência entre tais profissionais. A metodologia empregada no presente trabalho se pautou no desenvolvimento e aplicação de um questionário, anônimo e voluntário, contendo perguntas objetivas sobre metrologia geral e forense. Como resultado, observou-se que é inegável a presença de considerável confusão na compreensão e aplicação de conceitos básicos. Mesmo assim, grande parte dos participantes tinham certo conhecimento sobre o conteúdo/teor dos termos apresentados. Conclui-se, ainda, pela existência de um campo fértil para maiores discussões sobre a premente necessidade da aplicação de metrologia nas ciências forenses.

Palavras-Chave: Metrologia Forense; Medição; Confiabilidade; Incerteza de Medição.

Abstract

Forensic metrology is defined as the use of metrology concepts and procedures to solve crimes. Its study and development began in the 1990s and there is increasingly technical and legal importance in the forensics analysis. This work was developed to raise questions about the understanding, comprehensiveness, and use of terms used in the metrology area, by official forensic experts in the State of Santa Catarina (Brazil), with the objective of tracking the basic knowledge of this remarkable science among such professionals. The methodology used in this work was based on the development and application of a questionnaire, anonymous and voluntary, containing objective questions about forensic and general metrology. As a result, it was observed that, it is undeniable the presence of considerable confusion in the understanding and application of basic concepts. Even so, most participants have some knowledge about the content of the terms presented. It also concludes that there is a fertile field for further discussions on the need of metrology in the forensic sciences.

Keywords: Forensic Metrology; Measurement; Reliability; Measurement Uncertainty.

1. INTRODUÇÃO

A metrologia é o ramo da ciência responsável pelo estudo dos meios e métodos de medição, do controle de qualidade [1], da ciência da medição e das respectivas aplicações [2]. Sua presença é de extrema importância na indústria, nos laboratórios e para a pesquisa, além de assegurar transações comerciais confiáveis.

Vosk e Emery [3] definem metrologia forense como a aplicação de conceitos de metrologia e medição na solução de crimes, sendo uma disciplina relativamente nova, tanto

no Brasil como em outras regiões do mundo, porém, de importância crescente. É de se destacar que a metrologia forense fornece confiabilidade e rastreabilidade aos resultados obtidos nas análises forenses, além de garantir padrões de qualidade nos procedimentos e análises.

A metrologia forense, como termo científico, surgiu na primeira década do século XXI, no primeiro seminário apresentado sobre o tema [3,4], que descreveu a importância de análises metrológicas confiáveis para a adequada valoração das provas colhidas durante a

persecução penal, a fim de conferir confiabilidade para as análises realizadas em laboratório, em especial, de DNA.

A necessidade da utilização de métodos científicos, com respaldo da comunidade científica e em normas internacionais eclodiu, pela primeira vez, no caso *Daubert* (1993), tendo o juiz da causa afirmado que: “(...) *seria irracional concluir que o assunto do testemunho científico deve ser ‘conhecido’ com certeza; indiscutivelmente, não há certezas na ciência*” [5]. O caso em questão era *Daubert versus Merrell Dow Pharmaceuticals*, cuja problemática eram os efeitos adversos de um remédio para náusea utilizado por uma gestante, que acabou causando sequelas no bebê. A partir desse caso, o testemunho de cientistas passou a ser admitido, desde que seja relevante e válido [3]. Esse caso deu origem ao Padrão *Daubert*, utilizado nos Estados Unidos, servindo para mostrar que os métodos utilizados na perícia são realmente considerados científicos.

No Brasil, a preocupação com a metrologia forense surgiu no ano de 2009, com a criação do Programa Nacional de Normalização e Metrologia Forense (PNNMF), e trabalhos de pesquisa sobre a aplicação da metrologia pelos setores de balística e química forense [6].

Nas Diretrizes Estratégicas para a Metrologia Brasileira 2018-2022 [7], tem-se as seguintes áreas como prioritárias para o desenvolvimento da metrologia forense: análise de drogas proscritas e controladas, identificação humana pelo perfil genético (DNA), balística forense e acústica forense. Ações estratégicas para melhorar a rastreabilidade e normatização dos procedimentos periciais também são descritos.

Sobre a metrologia forense, destaca-se que:

“A precariedade dessa área, no entanto, tem-se tornado um desafio não apenas para os governos, como também para os INM (Institutos Nacionais de Metrologia). Países como os Estados Unidos recentemente elaboraram um documento detalhado sobre a falência das ciências forenses e os novos desafios impostos à área, envolvendo acreditação e programas de certificação compulsórios e o desenvolvimento de uma série de normas técnicas e materiais de referência”. ([7] p.34)

Registra-se, ainda, que mesmo sendo um tópico de importância no procedimento pericial, ao utilizar o termo “metrologia forense”, em pesquisa no *site* da Revista Brasileira de Criminalística, sobreveio, como resultado, apenas um artigo, qual seja: SILVA, G.A. Proposta de Construção de um Banco de Dados de Amostras de Fala para Uso Forense em um Arcabouço Bayesiano. *Rev. Bra. Crimin.* v. 5, n. 1, p.35-45 (2016) [8].

Não obstante isso, nos últimos anos vê-se grande evolução na metrologia forense, aplicada às análises toxicológicas e de perfis genéticos (DNA), principalmente com a acreditação de laboratórios do Instituto Nacional de

Criminalística da Polícia Federal pela ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005 (Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração) [9]. De suma importância também é a publicação da resolução que dispõe sobre as atribuições da Comissão de Qualidade e os requisitos técnicos para realização de auditorias nos laboratórios e bancos que compõem a Rede Integrada de Bancos de Perfis Genéticos [3].

Não se desconhece a existência de esforços por parte do governo de vários países para a inclusão da metrologia e seus conceitos nos procedimentos periciais, a refletir, como consequência, na formação da convicção do julgador. No Brasil, tais esforços destacam-se principalmente nos exames laboratoriais, com ênfase nas técnicas instrumentais, porém é necessário expandir sua atuação, sobretudo nas análises de locais de crime.

Feito esse breve apanhado sobre a importância e relevância do tema, com intuito de explorar ainda mais os conceitos básicos de metrologia forense, avaliando o grau de compreensão e possível aplicação pelos profissionais oficiais de perícia do Estado de Santa Catarina, foi realizado um levantamento exploratório objetivo, a partir de um questionário, que demonstrou quais são as noções que cada profissional tem sobre o objeto do presente artigo.

2. ASPECTOS TEÓRICOS

A metrologia forense é extremamente importante no sistema jurídico [4], principalmente porque para interpretar evidências é necessário medi-las.

O processo de medição, embora pareça simples e familiar, quando utilizado de maneira científica, fornece informações sobre o mensurando (grandeza), sobre o sistema de medição e sobre o procedimento de medição.

Nas ciências forenses, o resultado de uma medição muitas vezes se mostra suficiente para a condenação ou absolvição de um acusado, e é a metrologia que traz a confiabilidade necessária ao processo de medição e consequente resultado [4].

Apesar disso, é inegável que todo processo de medição fornece informações incompletas sobre o mensurando [11,12]. A questão é saber, através do emprego adequado da metrologia, o quanto se pode aproximar ou afastar de uma “certeza” como resultado, aferindo-se, assim, o grau de incerteza. Na prática, todo trabalho de medição deveria trazer, de forma pormenorizada, clara e objetiva, qual foi a incerteza aferida, pois sem ela o resultado estará incompleto.

Tal compreensão é cientificamente indiscutível, mas na prática é comum nos depararmos com certa resistência na apreensão de tal preceito. Há profissionais que reconhecem a importância e a necessidade de a abordagem pericial trazer todas as informações na conclusão do trabalho, inclusive as incertezas. Mas também há aqueles que

defendem que a menção às incertezas enfraqueceria a conclusão final.

Contudo, referida divergência de entendimento, vista pelo enfoque jurídico, está adstrita ao emprego da palavra “incerteza”. Segundo Scotti [13], vários países têm resolvido essa contradição, mostrando que a metrologia e as ciências jurídicas objetivam primordialmente a mesma coisa: a verdade.

Em uma abordagem conceitual:

“Medir é o procedimento experimental pelo qual o valor momentâneo de uma grandeza física (mensurando) é determinado como um múltiplo e/ou uma fração de uma unidade, estabelecida por um padrão e reconhecida internacionalmente” ([1] p.03).

O ato de medir, portanto, é sempre experimental, quantitativo e atrelado a um sistema de medição. Define-se sistema de medição com todo o aparato utilizado para fazer a medição. Além do sistema de medição, faz parte do processo de medição: o mensurando, o operador e o procedimento de medição. O mensurando é a grandeza a ser medida, o operador é quem faz a medição e o procedimento de medição são as etapas a serem seguidas durante a medição [1,2,14]. Dessa forma, um resultado de medição é composto pelo valor medido junto com a incerteza associada a essa medição [2]. A incerteza de medição é um “parâmetro não negativo que caracteriza a dispersão dos valores atribuídos a um mensurando, com base nas informações utilizadas” ([2] p.24).

A incerteza de medição é calculada a partir de diversos fatores, podendo ser composta por incerteza Tipo A, ou aleatória, e incerteza Tipo B, ou sistemática [1]. Qualquer valor numérico que advém de uma análise estatística de um experimento conduzido em condições de repetibilidade é um exemplo de incerteza do Tipo A. Dados numéricos de calibração do sistema de medição e de manuais de instrumentos de medição podem compor a incerteza Tipo B, que é caracterizado pela parte previsível da medição e contempla a tendência do sistema [1,2,14]. Define-se balanço de incertezas como sendo os cálculos e avaliações relacionados a todos os componentes de erro considerados, junto com seus resultados [14]. Desse modo, a apresentação do balanço de incerteza, deve incluir uma função de densidade de probabilidade e um fator de abrangência escolhido, sendo estimada como uma incerteza expandida. Em suma, a expressão de um resultado de medição dever vir acompanhada de sua incerteza de medição, a fim de se declarar o grau de concordância de valores medidos, com significância estatística [12].

Conclui-se, assim, que:

“A incerteza de medição é uma evidência importante para o investigador de fato considerar e pesar com o resto das evidências para chegar a um veredicto. Na ausência de incerteza, parte da evidência é escondida

para o julgador de fato, de modo que uma decisão injustificável pode ser proferida.” ([13] p.388)

3. MÉTODO

De maneira exploratória, sem finalidade descritiva, foi realizada uma pesquisa via formulário *online*. A divulgação foi realizada pelos sindicatos das categorias dos profissionais da área forense de Santa Catarina: Sindicato dos Peritos Oficiais de Santa Catarina (SINPOSC), Associação dos Servidores da Perícia Oficial de Santa Catarina (ASPOSC) e Associação dos Papiloscopistas do Estado de Santa Catarina (APPASC). A participação foi voluntária e anônima.

Para descrição dos voluntários foram realizados dois questionamentos: Qual a sua formação em nível de graduação e se possui pós-graduação (especialização, mestrado e/ou doutorado).

As respostas possíveis para o questionamento relacionado à formação em nível de graduação seguiram a divisão realizada segundo as áreas do conhecimento do CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico):

- Ciências Agrárias (Agronomia, Engenharia Florestal, Engenharia da Pesca, Medicina Veterinária, Zootecnia, Engenharia de Alimentos, entre outros)
- Ciências Biológicas (Biologia)
- Ciências da Saúde (Medicina, Odontologia, Enfermagem, Nutrição, Educação Física, Fisioterapia, Fonoaudiologia, Farmácia, entre outros)
- Ciências Exatas e da Terra (Matemática, Física, Química, Astronomia, Geociências, Meteorologia, Oceanografia, Computação, Engenharia da Computação, Estatística, entre outros)
- Ciências Humanas (História, Geografia, Filosofia, Sociologia, Ciências Sociais, Pedagogia, Antropologia, Psicologia, Arqueologia, Ciências Políticas, Teologia, entre outros)
- Ciências Sociais Aplicadas (Direito, Administração, Serviço Social, Economia, Arquitetura, Comunicação, Jornalismo, Turismo, entre outros)
- Engenharias (Engenharia Mecânica, Engenharia Elétrica, Engenharia Civil, Engenharia de Controle e Automação, Engenharia Química, Engenharia de Materiais, Engenharia de Minas, Engenharia Nuclear, Engenharia Sanitária, Engenharia de Produção, Engenharia de Transportes, Engenharia Biomédica, entre outros)
- Linguística, Letras e Artes (Letras, Design, Artes Visuais, Artes, Teatro, Música, entre outros)

As perguntas relacionadas abaixo foram incluídas no formulário, com a possibilidade de resposta binária: “sim” ou “não”.

- Você já ouviu falar de metrologia?
- Você já ouviu falar de metrologia forense?
- Você utiliza técnicas de metrologia em seu cotidiano profissional?

A questão referente a frase “Toda medição é afetada por erros” foi apresentada como “verdadeiro” ou “falso”.

O intervalo de confiança utilizado nesta pesquisa foi de 95%.

4. RESULTADOS

As respostas foram colhidas no período de 4 a 20 de dezembro de 2020. No total, o questionário obteve 84 respostas, sendo a população total de 512 indivíduos, representando uma proporção de amostra correspondente a 0,16 (16,4% da população).

Nas Figuras 1 e 2, observa-se a descrição dos participantes da pesquisa, sendo a maioria formada em nível de graduação nas áreas de ciências exatas e da terra (23,8%), ciências da saúde (23,8%), engenharias (20,2%), e ciências sociais aplicadas (11,9%).

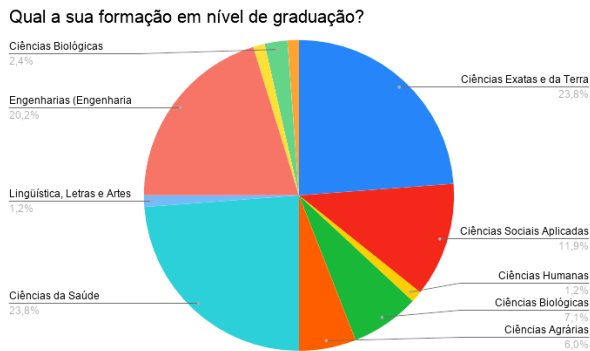


Figura 1. Gráfico mostrando os resultados do questionário quanto a área de graduação.

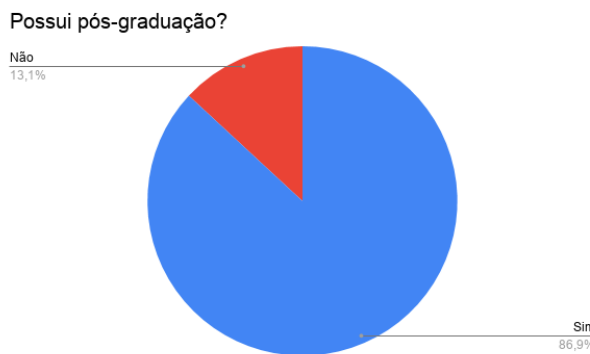


Figura 2. Gráfico mostrando os resultados do questionário quanto a existência de pós-graduação (especialização, mestrado e doutorado).

Nas Figuras 3, 4 e 5 estão os resultados quanto ao conhecimento de metrologia, metrologia forense e quanto ao seu uso no cotidiano profissional.

Na Figura 6 apresentam-se os resultados do questionário em relação à afirmação: Toda medição é afetada por erros.

Você já ouviu falar de metrologia?

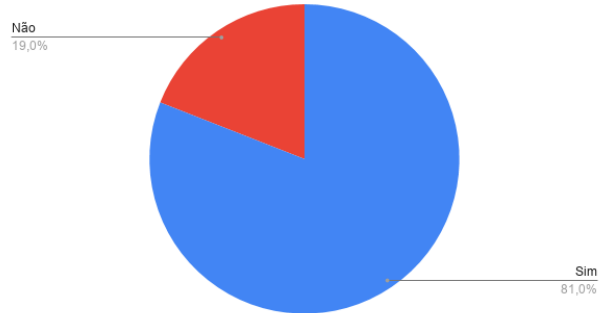


Figura 3. Gráfico mostrando os resultados do questionário quanto ao conhecimento de metrologia. O intervalo de confiança (95%) dessa amostra foi de $\pm 0,36\%$.

Você já ouviu falar de metrologia forense?

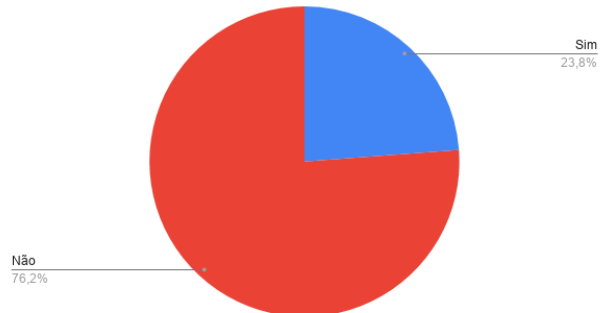


Figura 4. Gráfico mostrando os resultados do questionário quanto ao conhecimento de metrologia forense. O intervalo de confiança (95%) dessa amostra foi de $\pm 0,43\%$.

Você utiliza técnicas de metrologia em seu cotidiano profissional?

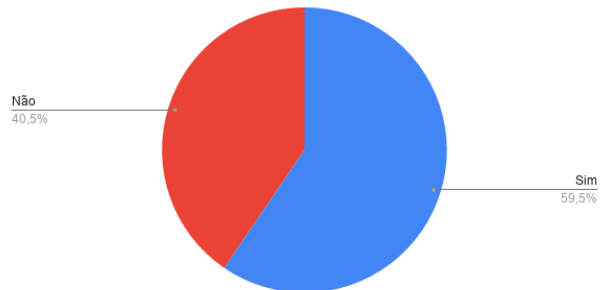


Figura 5. Gráfico mostrando os resultados do questionário quanto a utilização de metrologia no cotidiano profissional. O intervalo de confiança (95%) dessa amostra foi de $\pm 0,56\%$.

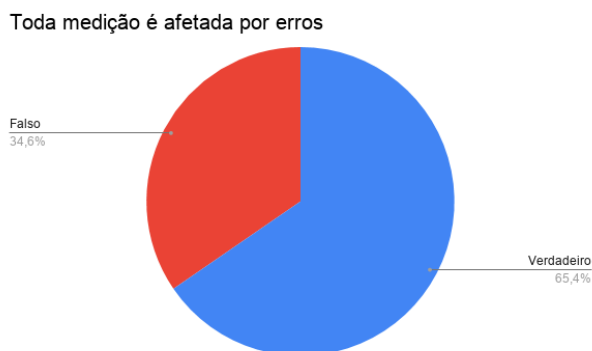


Figura 6. Gráfico mostrando os resultados do questionário quanto a frase: Toda medição é afetada por erros. O intervalo de confiança (95%) dessa amostra foi de $\pm 0,54$ %.

5. DISCUSSÃO

A metrologia é disciplina presente em diversas graduações, como engenharias e química. Considerando que mais de 40% das respostas são de profissionais formados nas áreas de ciências exatas e da terra e engenharias (Figura 1), já era esperado esse mínimo percentual de conhecimento do termo entre os voluntários. A pesquisa mostrou que 81% dos profissionais (Figura 3) que responderam ao questionário já haviam ouvido falar em metrologia. Embora o questionamento não determine o nível de conhecimento sobre a ciência das medições, o resultado mostra que já há algum conhecimento, mesmo que básico/rudimentar, sobre o assunto.

O conhecimento sobre a existência da metrologia forense foi sinalizado por apenas 23,8% das respostas, porém 59,5% disseram utilizar conceitos de metrologia no seu cotidiano profissional. Esses resultados indicam ainda algum desconhecimento ou mesmo confusão quanto ao uso do termo “metrologia forense”, porém também demonstram a utilização de conceitos de metrologia no dia a dia da perícia catarinense.

Essa pesquisa não teve o caráter descritivo dos conhecimentos dos pesquisados, assim como seus resultados não podem ser generalizados a todos os profissionais oficiais de perícia do Estado de Santa Catarina. Mesmo assim, o resultado apresentado quanto à afirmação “Toda medição é afetada por erros.” (Figura 6) foi surpreendente, com 34,6% dos participantes respondendo “falso”, principalmente quando comparado à resposta quanto ao conhecimento de metrologia, onde apenas 19% dos participantes nunca haviam ouvido falar sobre o tema. Dessa forma, observa-se uma confusão quanto a interpretação e compreensão da premissa básica da metrologia: “*Em geral, uma medição tem imperfeições que dão origem a um erro no resultado da medição.*” ([16] p.5)

Portanto, observa-se sim um crescente entendimento sobre o assunto, porém ainda com equívoco quanto aos seus reais e exatos conceitos.

6. CONCLUSÕES

O uso da metrologia nas ciências forenses é um caminho a ser trilhado, ante a necessidade premente e contínua de aperfeiçoamento dos princípios e procedimentos científicos empregados na elaboração e conclusão de laudos periciais, notadamente porque a incerteza da medição é uma evidência importante para ser extirpada da análise do julgador.

A título ilustrativo da pretensão do presente trabalho, pode-se citar o exame de DNA, inicialmente tido como duvidoso visto a sua margem de incerteza, ainda que mínima, e hoje em dia é amplamente acolhido pelos tribunais superiores de forma irrefutável.

Esta pesquisa abordou o conhecimento de uma parte dos profissionais de perícia oficial do Estado de Santa Catarina, sobre termos relativos à metrologia. Embora os dados mostrem que grande parte afirmou conhecer a metrologia e aplicá-la em seu cotidiano, foi surpreendente o fato de que 34,6% dos voluntários desconheçam o princípio básico da metrologia: “Toda medição é afetada por erros”.

O uso da metrologia, seus métodos e técnicas no ambiente pericial fornece confiabilidade e rastreabilidade às medições realizadas e suas conclusões.

A pesquisa mostrou que há conhecimento, mesmo que básico/rudimentar, dos conceitos envolvidos, porém revela também que há espaço para um amplo desenvolvimento da metrologia forense no país, assim como a sua divulgação.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer aos voluntários que responderam à pesquisa, bem como o auxílio de Paulo Henrique dos Santos (SINPOSC), Sandra Lorena Muñoz Rojas (SINPOSC), Rômulo Cândido Guimarães de Sousa (ASPOSC) e Ruy Fernando Garcia (APPASC) na divulgação do questionário.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] A. Albertazzi, A.R. Sousa. *Fundamentos de Metrologia Científica e Industrial*. 1ª. ed. Manole, 2008.
- [2] INMETRO. Vocabulário Internacional de Metrologia: Conceitos fundamentais e gerais e termos associados (VIM 2012). Duque de Caxias, RJ. INMETRO, 94p, 2012.
- [3] T. Vosk, A.F. Emery. *Forensic Metrology: Scientific measurement and inference for lawyers, judges and criminalists*. CRC Press, 2015.
- [4] To Vosk. Forensic Metrology: Its Importance and Evolution in the United States. *J. Phys.: Conf. Ser.* **772** 012018, 7p., 2016
- [5] E.J. Imwinkelried. *Forensic Metrology: The New Honesty about the Uncertainty of Measurements in*

- Scientific Analysis*. UC Davis Legal Studies Research Paper No. 317, 2012.
- [6] INMETRO. *Perícia e Direito do Consumidor fecham parceria com Inmetro*. (2009). Retirado em 01/02/2021, de <https://www.gov.br/inmetro/pt-br/assuntos/noticias/pericia-e-direito-do-consumidor-fecham-parceria-com-inmetro>.
- [7] CONMETRO. *Diretrizes Estratégicas para a Metrologia Brasileira 2018-2022*. Rio de Janeiro (2017). Retirado em 01/02/2021, de <http://www.sitedoconsumidor.gov.br/metcientifica/dirEstrategica/diretrizes-estrategicas-metrologia-brasileira-2018-2022.pdf>.
- [8] G.A. Silva. Proposta de Construção de um Banco de Dados de Amostras de Fala para Uso Forense em um Arcabouço Bayesiano. *Rev. Bra. Crimin.* **5(1)**, 35-45, 2016.
- [9] POLÍCIA FEDERAL. *Perícias da Polícia Federal ganham reconhecimento internacional*. Brasília (2014). Retirado em 01/02/2021, de <http://www.pf.gov.br/agencia/noticias/2014/10/pericias-da-policia-federal-ganham-reconhecimento-internacional>.
- [10] BRASIL. Resolução nº 12, de 1º de Agosto de 2019. *Dispõe sobre os requisitos técnicos para a realização de auditorias nos laboratórios e bancos que compõem a Rede Integrada de Bancos de Perfis Genéticos*. *Diário Oficial da União*, Brasília (DF), 09/08/2019, ed. 153, sec. 1, 94., 2019.
- [11] G.S. Spanolo et al. *Forensic Metrology: Uncertainty of Measurements in Forensic Analysis*. *Proceedings of 20th IMEKO TC4 International Symposium*. Benevento, Italia, 390-395, 2014.
- [12] A. Ferrero, V. Scotti. Forensic metrology: a new application field for measurement experts across techniques and ethics. *IEEE Instrumentation & Measurement Magazine* **16(1)**, 14–17, 2013.
- [13] V. Scotti. *Forensic Metrology: Where Law Meets Measurements*. *Proceedings of 20th IMEKO TC4 International Symposium and 18th International Workshop on ADC Modelling and Testing Research on Electric and Electronic Measurement for the Economic Upturn*. Benevento, Italy, September 15-17. 385-389, 2014.
- [14] M.E.M. Haertel. *Análise dos sistemas de medição*. Indaial: UNIASSELVI, 2018.
- [15] A. Ferrero, V. Scotti. *Forensic metrology: its importance and evolution*. *Proceedings of 18th International Congress of Metrology*. 10004. DOI: 10.1051/metrology/201710004, 2017.
- [16] ISO – International Organization for Standardization GUM 2008: *Avaliação de dados de medição: Guia para a expressão de incerteza de medição*. Duque de Caxias, RJ: INMETRO/CICMA/SEPIN, 141 p., 2012.