

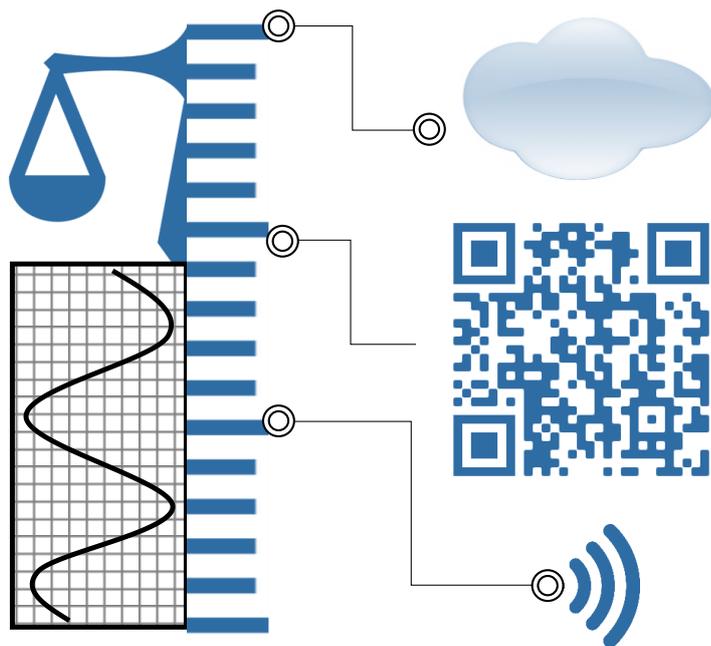
## 8.º ENCONTRO NACIONAL DA SPMET

# A METROLOGIA E A TRANSIÇÃO DIGITAL

15 DE NOVEMBRO DE 2022

PRESENCIAL E *ON-LINE*

RELACRE  
LISBOA



ORGANIZADA POR:



8.º ENCONTRO NACIONAL DA SPMET  
A METROLOGIA E A TRANSIÇÃO DIGITAL  
PROGRAMA

APOIOS



## **8.º ENCONTRO NACIONAL DA SPMET A METROLOGIA E A TRANSIÇÃO DIGITAL PROGRAMA**

A **SPMet** - Sociedade Portuguesa de Metrologia tem por objetivo promover o estudo, o desenvolvimento e a divulgação da Metrologia, contribuindo para a expansão do ensino neste domínio, estimular a investigação científica e a difusão de conhecimentos, promover a edição de publicações, estabelecer relações com sociedades científicas nacionais e internacionais, incentivar a participação nacional em congressos internacionais e promover a realização de reuniões científicas em Portugal.

A **RELACRE** - Associação de Laboratórios Acreditados de Portugal tem como missão apoiar e promover a comunidade portuguesa de entidades de avaliação da conformidade acreditadas, contribuindo para o seu reconhecimento na sociedade e para o desenvolvimento e credibilização da sua atividade.

A Comissão Organizadora pretende, com este **Encontro Nacional**, dinamizar a discussão, pela comunidade científica nacional, de todos os temas relevantes para os organismos, instituições e pessoas individuais com atividade nestes domínios.

Pretende-se obter contribuições originais nos temas selecionados, que abrangem as atividades desenvolvidas pelos laboratórios, o tratamento de assuntos teóricos de interesse geral e o desenvolvimento de nova instrumentação e de novos métodos e procedimentos de ensaio.

### **COMISSÃO ORGANIZADORA**

**SPMet** – Eduarda Filipe, Paulo Cabral, Olivier Pellegrino, Frederica Carvalho e Luís Lages Martins

**RELACRE** – Álvaro Ribeiro, Ana Duarte e Cláudia Silva

### **COMISSÃO CIENTÍFICA**

Dinis dos Santos - Presidente, António Vallera, Dinis Pestana, Filomena Camões, Helena Navas, Ivette Gomes, João Sousa Lopes, José Manuel Rebordão, Luís Pleno de Gouveia e Mário Nunes

## 8.º ENCONTRO NACIONAL DA SPMET A METROLOGIA E A TRANSIÇÃO DIGITAL PROGRAMA

### ORADORES CONVIDADOS



#### MIGUEL MARQUES

- Engenheiro do Ambiente pela Universidade de Aveiro, Pós graduação no von Karman Institute for Fluid Dynamics e Mestre em Mecânica de Fluidos pela Universidade do Porto.
- Membro do grupo de Energia Eólica do Instituto de Ciência e Inovação em Engenharia Mecânica e Engenharia Industrial (INEGI), como consultor em projetos de energia eólica, tendo recentemente expandido a atividade também aos projetos de energia fotovoltaica;
- Responsável técnico do LAC, laboratório do Instituto de Ciência e Inovação em Engenharia Mecânica e Engenharia Industrial (INEGI) dedicado à calibração de equipamentos de medição da velocidade do vento e a ensaios de aerodinâmica industrial.
- Especialista em Metrologia pela Ordem dos Engenheiros, sendo atualmente Vogal Suplente da respetiva Comissão de Especialização.



#### ANA PIRES

- Investigadora do Centro de Robótica e Sistemas Autónomos do INESC TEC. Está envolvida em vários projetos sustentáveis de mineração marítima/marinha, geotecnologias, geoengenharia e georecursos. A sua pesquisa está focada na interação Espaço-Terra-Mar, Recursos Espaciais, Mineração Espacial, geotecnia, geofísica e desenvolvimento de geotecnologias ou georobótica para exploração espacial.
- Foi também a primeira portuguesa a concluir com sucesso o Programa Cientista-Astronauta, no âmbito do Projeto PoSSUM (Polar Suborbital Science in the Upper Mesosphere) apoiado pelo Flight Opportunities da NASA.
- Apaixonada por explorar ambientes extremos. Especialista Mergulhadora (Certificação SSI) e também foi selecionada para fazer parte da tripulação principal da equipe "Pegasus" para realizar uma missão analógica em maio de 2023 na Estação de Pesquisa do Deserto de Marte (MDRS), localizada em Utah (EUA), que pertence e é gerida pela Mars Society. Desde 2018 tem feito esforços para promover o voo espacial humano, astrogeologia, tecnologia, robótica e atividades de divulgação STEAM em Portugal.
- Atualmente, é Co-Chair of Knowledge Management do "Space For All Nations|SFAN", uma iniciativa desenvolvida no âmbito do International Institute for Astronautical Sciences (IIAS).

**8.º ENCONTRO NACIONAL DA SPMET  
A METROLOGIA E A TRANSIÇÃO DIGITAL  
PROGRAMA**

**CONFERÊNCIA**

**Presencial**

Local: RELACRE - Associação de Laboratórios Acreditados de Portugal  
Morada: Estrada do Paço do Lumiar, Campus do Lumiar - Edifício D, 1º Andar,  
1649-038 LISBOA, Portugal  
<https://www.relacre.pt>

***On-line***

Videoconferência na plataforma Zoom – *Link* a enviar aos participantes

# 8.º ENCONTRO NACIONAL DA SP MET A METROLOGIA E A TRANSIÇÃO DIGITAL PROGRAMA

15 de novembro

09:00 *Inscrição e recepção dos participantes*

09:30 **Sessão de ABERTURA**

Eduarda Filipe, Presidente do Conselho Diretivo da SP Met

Álvaro Ribeiro, Presidente do Conselho de Administração da RELACRE

**Sessão 1 - Alan Turing (1912-1954)**

Moderador: Noélia Duarte

09:45 **Certificação de amostras sólidos em colorimetria**

Olivier Pellegrino<sup>1</sup>, Francisco Brasil<sup>2</sup>, Tiago Pedro<sup>2</sup>, Helena Navas<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Instituto Português da Qualidade, Rua António Gião, 2, 2829-513 Caparica, Portugal, <sup>2</sup> Department of Mechanical and Industrial Engineering, NOVA School of Science and Technology, Universidade NOVA de Lisboa, 2829-516 Caparica, Portugal, <sup>3</sup> UNIDEMI, Department of Mechanical and Industrial Engineering, NOVA School of Science and Technology, Universidade NOVA de Lisboa, 2829-516 Caparica, Portugal

10:05 **Preparação de Misturas Gasosas de Etanol a Pressões Elevadas**

Florabela A. Dias<sup>1</sup>, Alda Botas<sup>1</sup>, Ramalíanes da Silva<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Português da Qualidade, Rua António Gião, 2, 2829-513 Caparica, Portugal

10:25 **A importância da rastreabilidade na metrologia dimensional em sistemas microfluídicos**

Elsa Batista<sup>1</sup>, João Alves e Sousa<sup>1</sup>, Fernanda Saraiva<sup>1</sup>, Vânia Silvério<sup>2,3</sup>, Luís Martins<sup>4</sup>, André Lopes<sup>5</sup>, Rui F. Martins<sup>5</sup>

<sup>1</sup> IPQ – Instituto Português da Qualidade, Rua António Gião, 2, 2829-513 Caparica, Portugal, <sup>2</sup> INESC MN Microsistemas e Nanotecnologias, Lisboa, <sup>3</sup> Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Lisboa, <sup>4</sup> LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil, I.P., Avenida do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, <sup>5</sup> UNIDEMI, NOVA School of Science and Technology, Universidade NOVA de Lisboa, 2829-516 Caparica, Portugal

10:50



**Sessão 2 – Vinton Gray Cerf (1943- )**

Moderador: Paulo Cabral

**APRESENTAÇÃO CONVIDADA**

11:00 **Exemplos e desafios dos Certificados de Calibração digitais**

**MIGUEL MARQUES**

INEGI - Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial, Universidade do Porto, Porto

## 8.º ENCONTRO NACIONAL DA SPMET A METROLOGIA E A TRANSIÇÃO DIGITAL PROGRAMA

- 11:45 **Medição do Risco de Exploração de Vulnerabilidades**  
M. F. Brilhante<sup>1,2</sup>, D. Pestana<sup>2,3</sup>, P. Pestana<sup>4,5</sup>, M. L. Rocha<sup>6,7</sup>, F. Sequeira<sup>8,2</sup>, M. Santana<sup>8,9</sup>  
<sup>1</sup> Universidade dos Açores, Faculdade de Ciências e Tecnologia, <sup>2</sup> CEAUL, Centro de Estatística e Aplicações da Universidade de Lisboa, <sup>3</sup> Instituto de Investigação Científica Bento da Rocha Cabral, <sup>4</sup> Universidade Aberta, Departamento de Ciências e Tecnologia, <sup>5</sup> CITAR, Centro de Investigação em Ciência e Tecnologia das Artes, <sup>6</sup> Universidade dos Açores, Faculdade de Economia e Gestão — School of Business and Economics, <sup>7</sup> CEEApIA, Centro de Estudos de Economia Aplicada do Atlântico, <sup>8</sup> Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências, <sup>9</sup> Banco de Portugal
- 12:05 **Transição digital nos domínios do tempo e comprimento do IPQ**  
Carlos Pires<sup>1</sup>, Fernanda Saraiva<sup>1</sup>, Pedro Neves<sup>1</sup>, João Alves e Sousa<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Instituto Português da Qualidade, Rua António Gião, 2, 2829-513 Caparica, Portugal
- 12:25 **Contributos metrológicos para a reconstrução digital fotogramétrica de materiais e estruturas em engenharia civil**  
Luís F. Lages Martins<sup>1</sup>, Álvaro Silva Ribeiro<sup>1</sup>, Maria do Céu Almeida<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil, I.P., Avenida do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa
- 13:00   
**Sessão 3 – Robert Elliot Kahn (1938- )**  
Moderador: Álvaro Ribeiro
- APRESENTAÇÃO CONVIDADA**
- 14:15 **A Geociência aplicada aos Desafios da Exploração Espacial e das Tecnologias Subaquáticas**  
**ANA PIRES**  
INESC TEC - Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores, Tecnologia e Ciência, Porto
- 15:00 **Comparação Interlaboratorial Internacional em Alcoolimetria**  
Carlos Costa<sup>1</sup>, Piotr Janko<sup>2</sup>, Paul Kok<sup>3</sup>  
<sup>1</sup> Instituto Português da Qualidade, Rua António Gião, 2, 2829-513 Caparica, Portugal, <sup>2</sup> Główny Urząd Miar, ul. Elektoralna 2, 00-139 Warszawa, Poland, <sup>3</sup> NMI Certin B.V., Thijssseweg 11, 2629 JA Delft, The Netherlands
- 15:20 **Exposição Ao Ruído Durante O Trabalho - Refrescar Conceitos Identificados em Ensaio de Aptidão**  
Cláudia Silva<sup>2</sup>, Fátima Inglês<sup>1</sup>, Jorge Fradique<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> INIAV - Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P., Av. da República, Quinta do Marquês 2780-157 Oeiras, Portugal, <sup>2</sup> RELACRE, Estrada do Paço do Lumiar, Campus do Lumiar, Edifício D, 1º, 1649-038 Lisboa, Portugal
- 15:40 

**8.º ENCONTRO NACIONAL DA SPMET  
A METROLOGIA E A TRANSIÇÃO DIGITAL  
PROGRAMA**

**Sessão 4 - John Tukey (1915-2000)**

Moderador: Pedro Girão

- 16:00 **Validação do método de calibração de misturas gasosas de etanol em nitrogénio (MRC) por cromatografia gasosa (GC-FID)**  
Cristina Palma, Carlos Costa, Florbela A. Dias  
Instituto Português da Qualidade, Rua António Gião, 2, 2829-513 Caparica, Portugal
- 16:20 **Ensaios ATP em túnel termodinâmico**  
Miguel Brito<sup>1</sup>, Sérgio Guiomar<sup>1</sup>, Eduarda Filipe<sup>1,2</sup>, Ana Carvalho<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Prova Impar Unipessoal, Lda., Urbanização do Feital, lote 34, Porta 48 Frossos, 4700-152 Frossos Braga, <sup>2</sup> Sociedade Portuguesa de Metrologia, Estrada do Paço do Lumiar, Campus do Lumiar, Edifício D, 1º, 1649-038 Lisboa
- 16:40 **Preparação de Misturas Multicomponente em Nitrogénio**  
Florbela A. Dias, Cristina Palma, Carlos Costa  
Instituto Português da Qualidade, Rua António Gião, 2, 2829-513 Caparica, Portugal
- 17:00 **A influência da dimensão do voxel na avaliação dimensional e geométrica de componentes técnicos por metrotomografia**  
Fernando Ferreira<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> CATIM - centro de apoio tecnológico à indústria metalomecânica, Rua dos Plátanos, n.º 197 – 4100-414 Porto
- 17:30 **Encerramento**

**8.º ENCONTRO NACIONAL DA SPMET  
A METROLOGIA E A TRANSIÇÃO DIGITAL  
PROGRAMA**

# **Resumos**

# 8.º ENCONTRO NACIONAL DA SPMET A METROLOGIA E A TRANSIÇÃO DIGITAL PROGRAMA

## Sessão 1 - Alan Turing (1912-1954)

### Certificação de amostras sólidos em colorimetria

Olivier Pellegrino<sup>1</sup>, Francisco Brasil<sup>2</sup>, Tiago Pedro<sup>2</sup>, Helena Navas<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto Português da Qualidade, Rua António Gião, 2, 2629-531 Caparica, Portugal

<sup>2</sup> Departamento de Engenharia Mecânica e Industrial, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Quinta da Torre, 2829-516 Monte de Caparica, Portugal

Email: [opellegrino@ipq.pt](mailto:opellegrino@ipq.pt)

**Palavras-chave:** Espectrofotometria, colorimetria, sistemas colorimétricos, calibração

### Resumo

Para uma correta caracterização da cor de um objeto [1], é necessário definir a fonte de iluminação, a superfície e a forma do objeto iluminado, as geometrias da iluminação e da deteção, e a qualidade da receção visual. Como o olho humano consegue distinguir mais de 350 000 cores diferentes, uma caracterização simples e eficaz das cores deveria ser independente do olho humano e das respetivas variações de funcionamento. Assim, a caracterização das cores encontra-se tradicionalmente classificada segundo três abordagens. Uma é meramente visual, uma outra meramente física e a terceira é uma abordagem física corrigida por dados da psicometria. A primeira abordagem consiste na publicação de catálogos de amostras, juntando, numa mesma página, uma dada tonalidade cromática (*hue*, em inglês), e variações de cromas (*chroma*, em inglês) e luminosidades ou brilhos (*brightness*, em inglês). Um exemplo de sistema visual pouco conhecido é o sistema RAL [2], criado em Alemanha, nos anos 1920, ainda utilizado hoje em dia para as normas em língua alemã (DIN). Na segunda abordagem, uma cor é representada por um vetor, num espaço de 3 dimensões, cuja amplitude corresponde à luminosidade e a orientação representa a cromaticidade. A cor é assim definida com uma distribuição espectral da potência da fonte,  $S(\lambda)$ , o objeto iluminado, com um fator de reflexão  $R(\lambda)$  ou de transmissão,  $T(\lambda)$ , segundo a configuração do sistema de medição, e as funções colorimétricas  $\bar{x}(\lambda)$ ,  $\bar{y}(\lambda)$  e  $\bar{z}(\lambda)$ , que caracterizam a sensibilidade dos fotorreceptores da retina de um “olho humano de referência” [1]. Finalmente, a terceira abordagem toma em conta parâmetros suplementares para a perceção das diferenças entre duas cores pelo olho humano, que não consegue uma abordagem meramente física. No laboratório de Espectrofotometria da Unidade Laboratório Nacional de Metrologia do Instituto Português da Qualidade, um espectrofotómetro de alto desempenho, de duplo feixe e dois monocromadores, permite efetuar medições de fatores de transmissão e de fatores de reflexão regulares de amostras, com uma incerteza expandida (para um fator de expansão  $k = 2$ ) de 0,3 %. A partir dessas medições, é possível caracterizar as cores de amostras de cores específicas, por exemplo das constituindo o catálogo de um sistema colorimétrico visual. Em resposta a um pedido de transposição da norma ISO 14726, que inclui sistemas colorimétricos visuais, como o sistema RAL, para uma norma nacional, que deve referir os sistemas colorimétricos da Comissão Internacional da Iluminação (CIE), que seguem as abordagens física e física corrigida, apresentamos, neste trabalho, as correspondências entre amostras típicas do sistema RAL e as coordenadas tricromáticas da CIE, com as incertezas expandidas associadas.

### Referências:

1. Schanda J. (ed), 2007 *Colorimetry: Understanding the CIE system* John Wiley & Sons, Inc.
2. <https://www.ral.de/en/>

# 8.º ENCONTRO NACIONAL DA SPMET A METROLOGIA E A TRANSIÇÃO DIGITAL PROGRAMA

## Preparação de Misturas Gasosas de Etanol a Pressões Elevadas

Florbela A. Dias, Alda Botas, Ramalíanes da Silva

Instituto Português da Qualidade, Rua António Gião, 2, 2629-531 Caparica, Portugal

Email: [florbelad@ipq.pt](mailto:florbelad@ipq.pt)

**Palavras-chave:** Preparação de misturas gasosas, Certificação, estudo de estabilidade, erro normalizado, incerteza.

### Resumo

O Departamento de Metrologia do IPQ desenvolve várias atividades, nomeadamente na área da metrologia dos gases, quer na preparação de misturas gasosas primárias, quer na produção de materiais de referência certificados (MRC).

Este trabalho vai incidir sobre a preparação de MRC de etanol em nitrogénio que é de fundamental importância, por serem usados na calibração e no controlo metrológico de alcoolímetros, equipamentos estes utilizados pelas forças policiais, na prestação de serviços de segurança pública.

O estudo teve como principal objetivo a preparação e certificação de misturas gasosas de etanol em nitrogénio, no intervalo de medição de  $300 \times 10^{-6}$  mol/mol a  $500 \times 10^{-6}$  mol/mol, a pressões entre os 50 bar e os 100 bar<sup>1</sup>. Estas misturas normalmente são preparadas a pressões inferiores a 50 bar, no entanto a pressão neste tipo de misturas é uma condicionante operacional pois o etanol é um líquido em condições normais de pressão e temperatura. Deste modo, é necessário ter algumas precauções na preparação destas misturas, nomeadamente com a pressão máxima de enchimento do componente gasoso, o nitrogénio, de forma a minimizar o risco de condensação.

No processo de produção de um material de referência certificado, a avaliação da estabilidade é uma parte importante do planeamento, no enquadramento da norma NP EN ISO 17034:2020<sup>2</sup>. Assim será realizado também um estudo de estabilidade, com avaliação estatística, para este tipo de misturas, nestas condições operacionais, com base na ferramenta estatística Erro Normalizado ( $E_n$ )<sup>3</sup>.

O estudo de estabilidade realizou-se com 12 cilindros de misturas gasosas de etanol em nitrogénio com concentrações de 500 ppm e 9 cilindros destas misturas com concentrações de 316 ppm, a pressões superiores a 50 bar, durante 32 semanas<sup>1</sup>.

O estudo de estabilidade destas misturas é de elevada importância para toda a dinâmica do laboratório de gases de referência pois uma vez que normalmente as misturas são preparadas a pressões inferiores a 50 bar e com a possibilidade de passarem a serem preparadas a pressões até 100 bar, vai conseqüentemente diminuir o número de padrões a preparar, diminuindo assim os custos com equipamentos e consumíveis e também uma diminuição de horas/homem na produção destas misturas.

### Referências:

1. Tese de Mestrado "Preparação de Misturas Gasosas de Etanol a Pressões Elevadas", Ramalíanes Albernais da Silva, FCUL, 2021
2. NP EN ISO 17034:2020 - *Requisitos gerais para a competência dos produtores de materiais de referência*
3. ISO 13528:2015 - *Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons*

# 8.º ENCONTRO NACIONAL DA SPMET A METROLOGIA E A TRANSIÇÃO DIGITAL PROGRAMA

## A importância da rastreabilidade na metrologia dimensional em sistemas microfluídicos

<sup>1</sup>Elsa Batista, <sup>1</sup>João Alves e Sousa, <sup>1</sup>Fernanda Saraiva, <sup>2,3</sup>Vania Silverio, <sup>4</sup>Luis Martins, <sup>5</sup>André Lopes,  
<sup>5</sup>Rui F. Martins

<sup>1</sup>IPQ – Instituto Português da Qualidade

<sup>2</sup>INESC MN Microsistemas e Nanotecnologias

<sup>3</sup>Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa

<sup>4</sup>LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil

<sup>5</sup>UNIDEMI, NOVA School of Science and Technology, Universidade NOVA de Lisboa

Email: [ebatista@ipq.pt](mailto:ebatista@ipq.pt)

### **PALAVRAS-CHAVE: MICROFLUÍDICA, MEDIÇÕES DIMENSIONAIS, GRAVIMETRIA, RASTREABILIDADE**

#### **RESUMO**

A microfluídica é a ciência que estuda o comportamento dos fluidos através de percursos com dimensões micrométricas (microcanais, microcâmaras, microválvulas, etc.), e a tecnologia de fabricação dos mesmos [2]. Os dispositivos microfluídicos são pequenos, simples, portáteis e podem ser usados em várias aplicações emergentes tais como no desenvolvimento de medicamentos, na microimplantologia, em laboratórios em chip (*lab-on-a-chip*, *LOC*), nos órgãos-em-chip (*organ-on-a-chip*, *OoC*), etc. [1].

O projeto EMPIR MFMET – *Establishing Metrology Standards in Microfluidic Devices*, coordenado pelo Instituto Português da Qualidade (IPQ), tem como objetivos principais: 1) o desenvolvimento de padrões de transferência para dispositivos fluídicos miniaturizados a serem utilizados no controlo de qualidade dos processos de fabrico, e 2) o desenvolvimento de protocolos para a medição de quantidades, propriedades, dimensões e posicionamentos de interfaces entre diferentes materiais [2].

Este trabalho consistiu na verificação da compatibilidade de conectividade em três sistemas microfluídicos (que incluem vários componentes tais como tubos, conectores e reservatórios, etc). O estudo teve como foco principal a medição das dimensões da porta de conexão dos dispositivos microfluídicos e dos seus componentes, e como consequência a possível existência de fugas de fluido em cada sistema estudado. As dimensões associadas aos três sistemas microfluídicos foram determinadas por interferometria e também através de um projetor de perfis, ambos rastreados aos padrões nacionais de Comprimento. Posteriormente, o caudal imposto nestes sistemas foi estudado no Laboratório de Volume e Caudal do IPQ através de dois métodos: O método gravimétrico [3] e o método *front tracking* [4] de forma a avaliação a existência de fugas de fluido no percurso microfluídico.

A comparação entre as especificações dos fabricantes dos três sistemas microfluídicos e as dimensões medidas por interferometria e por um projetor de perfil permitiu inferir sobre qual o método com maior exatidão e menor incerteza para caracterização deste tipo de sistemas.

Este trabalho permitiu ainda salientar a necessidade de que as fabricações de componentes devam ser harmonizadas e ter valores de especificação metrológica rastreados à realização prática das unidades SI. O conhecimento obtido neste estudo será incluído no enquadramento normativo, de forma a melhorar o processo de fabrico e o controlo de qualidade deste tipo de sistemas microfluídicos.

#### **REFERÊNCIAS**

1. Silverio, V., Cardoso, S. (2021) "Lab-on-a-chip: systems integration at the microscale". In Chappel E (Ed.), *Drug Delivery Devices and Therapeutic systems*, Elsevier Science, ISBN: 978-0-12-819838-4
2. <https://mfmet.eu>
3. Batista, E., Alves e Sousa J., Cardoso, S., Silverio, V., (2020), "Experimental testing for metrological traceability and accuracy of liquid microflows and microfluidics", *Flow Measurement and Instrumentation*, 71, 101691
4. Batista, E., Sousa, J. A., Alvares, M., Afonso, J., Martins, R., (2021), "Development of an experimental setup for micro flow measurement using the front tracking method", *Measurement: Sensors*, 18, 100152

**8.º ENCONTRO NACIONAL DA SPMET  
A METROLOGIA E A TRANSIÇÃO DIGITAL  
PROGRAMA**

**Sessão 2 – Vinton Gray Cerf (1943- )**

**APRESENTAÇÃO CONVIDADA**

**Exemplos e desafios dos Certificados de Calibração digitais**

**Miguel Marques**

INEGI - Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial, Universidade do Porto, Porto

# 8.º ENCONTRO NACIONAL DA SPMET A METROLOGIA E A TRANSIÇÃO DIGITAL PROGRAMA

## Medição do Risco de Exploração de Vulnerabilidades

M. F. Brilhante<sup>1,2</sup>, D. Pestana<sup>2,3</sup>, P. Pestana<sup>4,5</sup>, M. L. Rocha<sup>6,7</sup>, F. Sequeira<sup>8,2</sup>, M. Santana<sup>8,9</sup>

<sup>1</sup>Universidade dos Açores, Faculdade de Ciências e Tecnologia, <sup>2</sup>CEAUL; Centro de Estatística e Aplicações da Universidade de Lisboa, <sup>3</sup>Instituto de Investigação Científica Bento da Rocha Cabral, <sup>4</sup>Universidade Aberta, Departamento de Ciências e Tecnologia; <sup>5</sup>CITAR, Centro de Investigação em Ciência e Tecnologia das Artes, <sup>6</sup>Universidade dos Açores, Faculdade de Economia e Gestão — School of Business and Economics, <sup>7</sup>CEEApA, Centro de Estudos de Economia Aplicada do Atlântico, <sup>8</sup>Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências, <sup>9</sup>Banco de Portugal

**Palavras-chave:** medição do risco, ciclo de vida de vulnerabilidades, métricas CVSS, métricas temporais, métricas ambientais, domínios de atração de leis max-geo-estáveis.

### Resumo:

Vulnerabilidades são fragilidades passíveis de serem exploradas por ciber-criminosos para acederem a um computador ou sistema, podendo correr código malicioso, instalar *malware* ou roubar dados (Tunggal, 2022). As primeiras vulnerabilidades foram registadas em 1988, apenas duas, atualmente (2022/09/30 a *Vulnerability Database* (<https://vuldb.com/>) regista 209886, e em 2022 já foram registadas 18890 vulnerabilidades na *National Vulnerability Database* (<https://nvd.nist.gov/general/nvd-dashboard>) gerida pelo NIST — *National Institute of Standards and Technology*. A *Exploit Database* (<https://www.exploit-db.com>) informa que até 2022/09/23 tinham sido detetadas 45086 alarmes de ciber-ataque, de que 33658 foram verificados, com 8110 ocorrências. A probabilidade de uma vulnerabilidade ser explorada e o impacto de eventuais ataques são determinantes na avaliação do risco que representa. Qualquer das atuais pontuações, de que se destacam o EPSS — *Exploit Prediction Scoring System* (<https://www.first.org/epss/>) que estima a probabilidade de uma vulnerabilidade ser explorada, e o CVSS — *Common Vulnerability Scoring System* (<https://www.first.org/cvss/>) que usa métricas de base, métricas temporais e métricas ambientais para calcular scores usados para priorizar as necessidades de remediação, tem imperfeições, e estabelecem priorizações eventualmente discordantes. A existência de diversas instituições mantendo bancos de dados de vulnerabilidades e risco que representam mostra por um lado a importância económica da proteção contra ciber-ataques, e por outro lado a incipiência na normalização da medição do risco das vulnerabilidades..

A transição digital torna desejável normalizar a medição do risco associado às vulnerabilidades, fundamental para a priorização das necessidades de remediação ou mitigação, seja *patch* ou *workaround*, e é um desafio para a evolução da Metrologia no que se refere a medições virtuais. Torna também desejável aperfeiçoar as métricas usadas e sua utilização, nomeadamente no que se refere a reavaliação, se possível automática, da medição do risco ao longo do tempo após descoberta e divulgação da vulnerabilidade.

Apesar das muitas críticas ao CVSS, que mesmo na atual versão 3.1 do calculador não é dinâmico no que se refere às métricas temporais, a sua utilização é obrigatória na classificação e priorização das vulnerabilidades dos sistemas no setor bancário. Santana et al. (2022) propõe a alteração da equação  $Temporal = Array(Base \times ECM \times RL \times RC)$ , em que  $ECM = Exploit Code Maturity$ ,  $RL = Remediation Level$  e  $RC = Report Confidence$  são as métricas temporais do CVSS v3.1, para a fórmula dinâmica  $Temporal = Min(Array(Base \times (1 + 7WR)) \times ECM \times RL \times RC, 10)$ , em que  $W$  é o número de semanas desde que decorreram desde a divulgação da vulnerabilidade, e  $R$  é um valor tabulado associado ao perfil de risco da organização que o aplica.— alteração que obviamente tem o inconveniente de promover o incremento até ao valor máximo 10 se não ocorrer entretanto mitigação. Frühwirth and Männistö (2009) propuseram uma alteração, de racionalidade duvidosa, usando a modelação de Frei et al. (2005). No entanto essa modelação aponta arbitrariamente para ajustamento por Pareto ou por Weibull, e o ciclo de vida das vulnerabilidades era muito diverso do atual, nomeadamente no que se refere à política de divulgação.

Analizamos, com base em dados do ano em curso, a evolução do CVSS 2 para CVSS 3.1, e o enquadramento de variáveis do ciclo de vida de vulnerabilidades na teoria dos valores extremos, eventualmente sujeitos a filtragem geométrica, para propor modelações mais adequadas no âmbito de leis com caudas pesadas, procurando metodologias racionais de alteração do cálculo de modificações temporais do CVSS. Por outro lado abordamos a possibilidade de usar aprendizagem automática (*machine learning*) para reavaliação simples da medição do risco ao longo do tempo.

1. CVSS — Common Vulnerability Scoring System version 3.1: Specification Document (<https://www.first.org/cvss/specification-document>), User Guide (<https://www.first.org/cvss/user-guide>), Examples Document (<http://www.first.org/cvss/examples>), Calculator (<https://www.first.org/cvss/calculator/3.1>).
2. Frei, S., May, M., Fiedler, U., Plattner, B. (2006) Large-scale vulnerability analysis. In: Proceedings of the 2006 SIG-COMM Workshop on Large-Scale Attack Defense, ACM, 131–138.
3. Frühwirth, C., and Männistö, T. (2009). Improving CVSS-based vulnerability prioritization and response with context information. In 3rd International symposium on empirical software engineering and measurement, 535–544. IEEE.
4. Santana, M., Oliveira de Sá, A., Silva, P. (2022) SecScore — Priorização de vulnerabilidades de nova geração, Banco de Portugal.
5. Tunggal, A. T. (2022) What is a vulnerability? Definition + Examples, <https://www.upguard.com/blog/vulnerability>

**Financiamento:** Investigação parcialmente financiada por Fundos Nacionais via FCT — Fundação para a Ciência e Tecnologia, projeto UIDB/00006/2020 (CEAUL).

# 8.º ENCONTRO NACIONAL DA SPMET A METROLOGIA E A TRANSIÇÃO DIGITAL PROGRAMA

## Transição digital nos domínios do tempo e comprimento do IPQ

Carlos Pires<sup>1</sup>, Fernanda Saraiva<sup>1</sup>, Pedro Neves<sup>1</sup>, João Alves e Sousa<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Português da Qualidade, Rua António Gião, 2, 2629-531 Caparica, Portugal

Email: [carlosp@ipq.pt](mailto:carlosp@ipq.pt)

**Palavras-chave:** *Machine Learning*, *data science*, UTC, PZT, metrologia digital

### Resumo

Um dos desafios da metrologia em 2022 tem sido a transição digital. Não obstante o aumento da digitalização e automatização nas últimas décadas, no sentido da aquisição, tratamento e apresentação de dados, surgiu uma nova abordagem com a introdução de novos conceitos como megadados (*big data*), prospeção de dados (*data mining*), *internet of things*, *digital twins*, ciência dos dados (*data science*) e aprendizagem de máquina (*machine learning* ML), entre outros. Esta nova abordagem, com foco na tecnologia que trabalha para as pessoas, provoca um impacto na maneira como se olha para os dados. A quem mede, permite uma maior confiança e robustez dos dados, uma maior rapidez e eficiência no processamento e desenvolvimento de novos métodos de análise.

Na metrologia, a aquisição e o tratamento de dados permanecerão como atividades fundamentais para a garantia da qualidade, no entanto, devido ao grande volume de dados, denominado correntemente por megadados, estes apresentam um potencial que não é facilmente observável recorrendo às ferramentas informáticas mais utilizadas, como folhas de cálculo. Novas ferramentas, como ML e prospeção de dados, são essenciais, gerando novos conjuntos de dados, que nos permitam o desenvolvimento de novas abordagens metrológicas. Este processo, no entanto, leva tempo e consome recursos, e por forma a acompanhar a proposta da Comissão Europeia sobre o futuro digital da Europa [1] é necessário implementar programas para a transição digital.

No IPQ, mais propriamente no Laboratório de Tempo e Frequência (LTF) e no Laboratório de Comprimento (LCO), esta transição começa a ser implementada.

No LTF, esta a ser utilizada ciência dos dados para análise e escolha dos dados da geração da escala de tempo de referência UTC(IPQ) e ML para prever a deriva da mesma escala. Os dados da geração do UTC(IPQ) são transformados em *datasets* cujas variáveis são selecionadas a partir de um conjunto de valores provenientes dos ficheiros CGGTTS diários, obtidos dos relógios atómicos que geram o UTC(IPQ). Com estes *datasets* foi possível treinar alguns algoritmos de ML, como *Random Forest*, *Logistic Regression* e *Neural Networks* para prever o comportamento futuro da escala UTC(IPQ) [2].

No LCO, a análise dos valores de indicação de distância recolhidos de um interferómetro laser (IL) através de um programa de aquisição em *LabVIEW* e de um *piezoelectric transducer* (PZT) através de um programa em *AeroBasic*, passou a ser realizada com recurso a programas desenvolvidos em *Python*. Com esta linguagem de programação foi desenvolvido um programa que analisa os valores do IL, deteta patamares com valores constantes (degraus), determina a média e desvio padrão desses valores por patamar e compara-os com os valores para os mesmos patamares adquiridos pelo PZT, apresentando no final os erros de medição, e ainda, o valor da histerese do PZT.

### Referências:

1. Shaping Europe's digital future: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en>
2. Machine Learning, Tom M. Mitchell, McGraw-Hill Science/Engineering/Math; (March 1, 1997), ISBN: 0070428077

# 8.º ENCONTRO NACIONAL DA SPMET A METROLOGIA E A TRANSIÇÃO DIGITAL PROGRAMA

## Contributos metrológicos para a reconstrução digital fotogramétrica de materiais e estruturas em engenharia civil

Luís F. Lages Martins, Álvaro Silva Ribeiro, Maria do Céu Almeida

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil, I.P., Avenida do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa

[lfmartins@lnecc.pt](mailto:lfmartins@lnecc.pt)

**Palavras-chave:** Fotogrametria; reconstrução digital; metrologia.

### Resumo

A transição digital atualmente em curso na nossa sociedade não se manifesta exclusivamente numa vertente socioeconómica, mas tem igualmente um significativo impacto em setores diversificados de atividade ligados à Ciência e à Engenharia. No contexto particular da Engenharia Civil, a reconstrução digital de materiais e estruturas de interesse constitui uma abordagem cada vez mais frequente em estudos de investigação relacionados, por exemplo, com o património edificado, a observação de barragens [1], obras geotécnicas e hidráulicas [2-3], vias de comunicação e materiais de construção [4].

Na última década foi possível assistir a uma crescente utilização da fotogrametria na reconstrução digital de objetos de interesse, motivada pela recente evolução tecnológica dos meios e dos algoritmos computacionais, bem como dos dispositivos de aquisição digital de imagem. Comparativamente com outras abordagens tecnológicas alternativas para a reconstrução digital como, por exemplo, o varrimento laser [1], a fotogrametria é caracterizada por uma maior acessibilidade da comunidade científica e técnica, atendendo ao menor custo económico dos recursos materiais envolvidos na sua concretização experimental.

Apesar dos modelos digitais gerados por reconstrução fotogramétrica serem frequentemente utilizados, em determinados contextos observacionais, na realização de medições dimensionais, constata-se um reduzido enquadramento metrológico deste tipo de abordagem, sem o qual não é possível evidenciar o nível de exatidão obtido e, conseqüentemente, a confirmação da sua adequação no que respeita ao rigor e à confiança nas medições pretendidas.

Esta comunicação descreve os estudos metrológicos preliminares efetuados no LNEC sobre a reconstrução digital fotogramétrica, suportada em algoritmos de geração de nuvem de pontos [5-6] e aplicação computacional de processamento e edição de malhas de pontos tridimensionais [7]. Em acréscimo à descrição sumária da abordagem de reconstrução digital fotogramétrica utilizada, é promovida a discussão sobre a geração de um modelo digital de cenário de observação laboratorial, contendo medidas materializadas rastreadas ao Sistema Internacional de Unidades (SI).

Neste âmbito é efetuada uma comparação entre as estimativas e as incertezas de medição das dimensões de referência das medidas materializadas e as obtidas por via de modelo digital, tendo em vista a sua potencial aplicação em cenário real de observação de grandes coletores da cidade de Lisboa. Estes resultados são de particular interesse no enquadramento da gestão patrimonial de infraestruturas e apoio à decisão relativamente às atividades de inspeção e ao planeamento da reabilitação destas infraestruturas.

### Referências

1. Berberan, I. Ferreira, E. Portela, S. Oliveira, B. Batista "Overview on terrestrial laser scanning as a tool for dam surveillance", Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Conference on Dam Engineering, Lisboa, Portugal (2011);
2. S. Mendes, S. Amaral, T. Alvarez, R. Aleixo, T. Viseu, R. Ferreira "Técnicas de análise de imagem aplicadas a ensaios de rotura de aterros – geometria 3D e campo de velocidades", TEST&E 2022 – Smart Technologies, Caparica (2022);
3. R. F. Rodríguez, R. Cardoso "SFM photogrammetry as a tool to monitor slope erosion and evaluate bio-stabilization treatment", TEST&E 2022 – Smart Technologies, Caparica (2022);
4. Paixão, R. Resende, E. Fortunato "Photogrammetry for digital reconstruction of railway ballast particles – a cost-efficient method", Construction and Building Materials, 191, pp. 963-976, (2018);
5. Wu, S. Agarwal, B. Curless, S. M. Seitz "Multicore bundle adjustment," CVPR 2011, pp. 3057-3064 (2011), doi: 10.1109/CVPR.2011.5995552;
6. Y. Furukawa, B. Curless, S. M. Seitz, R. Szeliski "Towards internet-scale multi-view stereo", 2010 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 1434-1441 (2010), doi: 10.1109/CVPR.2010.5539802;
7. P. Cignoni, M. Corsini, G. Ranzuglia "MeshLab: an Open-Source 3D Mesh Processing System", ERCIM News, (2008).

**8.º ENCONTRO NACIONAL DA SPMET  
A METROLOGIA E A TRANSIÇÃO DIGITAL  
PROGRAMA**

**Sessão 3 – Robert Elliot Kahn (1938- )**

**APRESENTAÇÃO CONVIDADA**

**A Geociência aplicada aos Desafios da Exploração Espacial e das  
Tecnologias Subaquáticas**

**Ana Pires**

INESC TEC - Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores, Tecnologia e Ciência, Porto

# 8.º ENCONTRO NACIONAL DA SPMET A METROLOGIA E A TRANSIÇÃO DIGITAL PROGRAMA

## Comparação Interlaboratorial Internacional em Alcoolimetria

Carlos Costa<sup>1</sup>, Piotr Janko<sup>2</sup>, Paul Kok<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Instituto Português da Qualidade, Rua António Gião, 2, 2629-531 Caparica, Portugal

<sup>2</sup> Główny Urząd Miar, ul. Elektoralna 2, 00-139 Warszawa, Poland

<sup>3</sup> NMI Certin B.V., Thijsseweg 11, 2629 JA Delft, The Netherlands

Email: [ccosta@ipq.pt](mailto:ccosta@ipq.pt)

**Palavras-chave:** Alcoolímetro, calibração, comparação interlaboratorial

### Resumo

O laboratório de Alcoolimetria da Unidade Laboratório Nacional de Metrologia do IPQ desenvolve atividade no âmbito da calibração e do controlo metrológico legal de alcoolímetros. Todos os ensaios laboratoriais são realizados com misturas gasosas de etanol em nitrogénio, produzidas pelo Laboratório de Gases de Referência, do IPQ, com frações molares que permitem simular cinco teores de álcool no sangue ( $T_{AS}$ ): 0,2 g/L; 0,5 g/L; 0,8 g/L; 1,2 g/L e 2,0 g/L.

O laboratório de Alcoolimetria participou, em 2022, pela primeira vez, numa comparação interlaboratorial com congéneres europeus. O IPQ foi responsável pela organização desta comparação, que envolveu os laboratórios do Instituto Designado da Holanda, o NMI-certin, e o Instituto Nacional de Metrologia da Polónia, o GUM.

Na qualidade de laboratório piloto da comparação, o laboratório de Alcoolimetria do IPQ preparou o protocolo de medição, caracterizou e disponibilizou um dos seus alcoolímetros de despiste, utilizado como padrão circulante, e procedeu à respetiva análise estatística e tratamento dos resultados de medição obtidos.

O critério considerado para a seleção destes laboratórios, enquanto participantes, resultou do facto de, à semelhança do IPQ, ambos utilizarem também misturas gasosas de etanol em nitrogénio (gás seco) para a calibração e a verificação metrológica dos alcoolímetros.

O desempenho dos laboratórios envolvidos nesta comparação foi determinado através da avaliação do erro normalizado ( $E_n$ ), conforme o definido na norma ISO 13528:2015 - *Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparison*.

Esta comunicação pretende descrever o protocolo seguido pelos laboratórios participantes, bem como apresentar os resultados obtidos, os quais permitem evidenciar e validar os resultados produzidos no laboratório de Alcoolimetria do IPQ e o seu excelente desempenho, demonstrando a garantia da qualidade para o referido domínio técnico.

### Referências:

1. Eurachem, 2021, Selection, Use and Interpretation of Proficiency Testing (PT) Schemes.
2. JCGM 100:2008, BIPM, 2008, Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM).
3. ISO/IEC 17043:2010 Conformity Assessment, General Requirements for Proficiency Testing.
4. ISO/IEC 13528:2015 Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparison.

# 8.º ENCONTRO NACIONAL DA SPMET A METROLOGIA E A TRANSIÇÃO DIGITAL PROGRAMA

## Exposição ao ruído durante o trabalho - Refrescar conceitos identificados em ensaio de aptidão

Cláudia Silva<sup>2</sup>, Fátima Inglês<sup>1</sup>, Jorge Fradique<sup>1</sup>

<sup>1</sup> INIAV - Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P., Av. da República, Quinta do Marquês 2780-157 Oeiras, Portugal, <sup>2</sup> RELACRE, Estrada do Paço do Lumiar, Campus do Lumiar, Edifício D, 1º, 1649-038 Lisboa, Portugal

**Palavras-chave:** Ruído durante o trabalho, ensaio de aptidão, proteção

### Resumo

A legislação sobre Exposição ao Ruído Durante o Trabalho já se encontra em aplicação em Portugal há mais de 15 anos, e consiste essencialmente no Decreto-Lei 182/2006, de 6 de setembro.

De acordo com o artigo 4.º do referido Decreto-Lei, a medição do nível do ruído é sempre realizada por uma entidade acreditada, ou por um técnico superior ou técnico de higiene e segurança do trabalho que possua certificado de aptidão profissional válido e formação específica em matéria de métodos e instrumentos de medição do ruído no trabalho.

No entanto, apesar destes requisitos, os resultados obtidos num recente Ensaio de Aptidão, (EAp) – Ruído Laboral – Avaliação da Exposição ao Ruído Durante o Trabalho, promovido pela RELACRE em 2021, revelam a existência de algumas dificuldades na realização destes ensaios, que se torna importante analisar e discutir.

A presente comunicação visa efetuar esta análise e apontar medidas e cuidados a ter, na realização das avaliações de exposição ao ruído durante o trabalho, de modo a cumprir as normas impostas pela legislação e permitir a obtenção de resultados fiáveis e representativos, contribuindo para uma adequada proteção dos trabalhadores, objetivo último desta legislação.

### Referências

1. Decreto-Lei 182/2006, de 6 de setembro.
2. Diretiva 2003/10/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 6 de fevereiro de 2003, relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde em matéria de exposição dos trabalhadores aos riscos devidos aos agentes físicos (ruído).
3. NP EN ISO 9612:2011, Acústica. Determinação da exposição ao ruído ocupacional. Método de Engenharia.
4. NP EN ISO/IEC 17025:2018, Requisitos gerais de competência para laboratórios de ensaio e calibração.
5. RELACRE, Relatório Final – Ruído Laboral, REF: EAp/RL/2020, ED: 01, DATA: 2022-03-09.

# 8.º ENCONTRO NACIONAL DA SPMET A METROLOGIA E A TRANSIÇÃO DIGITAL PROGRAMA

## Sessão 4 - John Tukey (1915-2000)

### Validação do método de calibração de misturas gasosas de etanol em nitrogénio (MRC) por cromatografia gasosa (GC-FID)

Cristina Palma, Carlos Costa, Florbela A. Dias

Instituto Português da Qualidade, Rua António Gião, 2, 2629-531 Caparica, Portugal

Email: [cpalma@ipq.pt](mailto:cpalma@ipq.pt)

**Palavras-chave:** validação de métodos; MRC; GC-FID

#### Resumo

A produção de Materiais de Referência Certificados (MRC), segundo a norma NP EN ISO 17034:2020<sup>1</sup>, tem vindo a desempenhar um papel cada vez mais importante nas atividades de medição. Os MRC são um importante meio de disseminação das unidades de grandezas do SI e são também um suporte na credibilidade e confiança numa medição ou de um laboratório. Têm aplicação na calibração de equipamentos, validação de métodos analíticos e controle da qualidade de medições. O uso de MRC é desta forma um importante meio de validar um método e avaliar a exatidão e a precisão das medições efetuadas, estabelecendo a rastreabilidade metrológica dos resultados obtidos.

O LNM é responsável pela produção de vários tipos de MRC, nomeadamente de padrões de misturas gasosas de etanol em nitrogénio (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH/N<sub>2</sub>), pelo método gravimétrico de acordo com a norma internacional ISO 6142-1:2015<sup>2</sup>, e certificação por espectroscopia de infravermelho não dispersivo (NDIR) de acordo com a norma ISO 6143:2001<sup>3</sup>.

O LNM desenvolveu o método de análise de MRC de misturas gasosas de etanol em nitrogénio, por cromatografia gasosa, com detetor de ionização de chama (GC-FID).

De acordo com a norma NP EN ISO/IEC 17025:2018<sup>4</sup> os métodos desenvolvidos pelo laboratório devem ser validados. A validação deve ser tão extensiva quanto possível, de modo a termos confiança nas medições realizadas pelo método em causa.

Nesta comunicação vamos apresentar os resultados da análise das várias misturas gasosas analisadas e a validação do método, utilizando a ferramenta estatística Erro Normalizado ( $E_n$ )<sup>5</sup>. Os resultados obtidos pelo método GC-FID foram comparados com os resultados obtidos pelo método analítico de referência NDIR.

As medições neste estudo foram realizadas em condições de repetibilidade e de reprodutibilidade. Este estudo foi realizado com três MRC, misturas de C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH/N<sub>2</sub> com frações molares de aproximadamente 300×10<sup>-6</sup> mol/mol.

#### Referências:

1. NP EN ISO 17034:2020 - *Requisitos gerais para a competência dos produtores de materiais de referência*
2. ISO 6142-1:2015 – *Gas analysis — Preparation of calibration gas mixtures — Part 1: Gravimetric method for Class I mixtures*
3. ISO 6143:2001 - *Gas analysis — Comparison methods for determining and checking the composition of calibration gas mixtures*
4. NP EN ISO/IEC 17025:2018 – *Requisitos gerais de competência para laboratórios de ensaio e calibração*
5. ISO 13528:2015 - *Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons*

# 8.º ENCONTRO NACIONAL DA SPMET A METROLOGIA E A TRANSIÇÃO DIGITAL PROGRAMA

## Ensaaios ATP em túnel termodinâmico

Miguel Brito<sup>1</sup>, Sérgio Guiomar<sup>1</sup>, Eduarda Filipe<sup>1,2</sup>, Ana Carvalho<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Prova Impar Unipessoal, Lda., Urbanização do Feital, lote 34, Porta 48 Frossos, 4700-152 Frossos Braga

<sup>2</sup> Sociedade Portuguesa de Metrologia, Estrada do Paço do Lumiar, Campus do Lumiar, Edifício D, 1º, 1649-038 Lisboa

E-mail: [atp@provaimpar.pt](mailto:atp@provaimpar.pt)

**Palavras-chave:** Ensaaios ATP; túnel termodinâmico; aquisição e tratamento dos dados; desmaterialização das Actas de ensaio e dos Certificados ATP

### Resumo

O Acordo ATP - Acordo relativo a transportes internacionais de produtos alimentares perecíveis e aos equipamentos especializados a utilizar nestes transportes, da UNECE (*United Nations Economic Commission for Europe*), no seu – Anexo 1 regulamenta os ensaios a realizar nestes equipamentos, assim como os modelos de Actas de ensaio, Certificado ATP e placas identificadoras a colocar nos veículos com Certificado ATP válido. O Acordo ATP entrou em vigor em Portugal em 14 de Agosto de 1987 e determina que o transporte internacional de certos produtos alimentares (congelados ou ultracongelados listados no Anexo II e/ou outros listados no Anexo III do acordo ATP) só pode ser realizado em veículos cujos equipamentos tenham Certificado ATP. A Prova Impar, é uma entidade acreditada pelo IPAC, IP para a realização destes ensaios.

Neste artigo serão apresentados os ensaios realizados no Centro de ensaios da empresa Prova Impar Lda. sito em Castanheira do Ribatejo, nomeadamente os realizados em túnel termodinâmico; o ensaio para a medição do coeficiente global de transmissão térmica de equipamentos isotérmicos utilizados no transporte de produtos alimentares perecíveis e o ensaio para a avaliação da eficiência do dispositivo térmico - máquinas frigoríficas, o sistema de aquisição e tratamento de dados e ainda a desmaterialização das Actas de ensaio e dos Certificados ATP (em curso).

O Centro de ensaios possui dois túneis termodinâmicos, estando 1 totalmente operacional e o outro em fase final de instalação. As câmaras isotérmicas com um comprimento de 35 metros, permitem ensaiar diversos tipos de veículos, nomeadamente os de maior dimensão como os semi-reboques e possuem um sistema de controlo de temperatura do ar, com um intervalo entre 0 °C e 40 °C; um sistema de ventilação com controlo de velocidade do ar; um sistema de renovação do ar; bateria de arrefecimento com proteção, que permitem realizar os ensaios para equipamentos isotérmicos e em máquinas frigoríficas dentro dos parâmetros especificados pelo acordo ATP. Dentro das câmaras estão instalados diversos equipamentos a utilizar nos veículos em ensaio, nomeadamente os sensores de temperatura (24 por câmara), sensores de velocidade do ar, sistemas de aquecimento interno e ventiladores a instalar dentro dos equipamentos isotérmicos e wattímetros. Com um programa realizado em LabView são adquiridos os dados em tempo real e conseqüente tratamento e cálculo dos parâmetros de interesse e respetivas incertezas e ainda o preenchimento dos modelos do acordo ATP – Actas de ensaio, Certificado ATP e placas identificadoras para os veículos com Certificado ATP válido.

### Referências

1. ATP/2022 – *Agreement on the International Carriage of Perishable Foodstuffs and on the Special Equipment to be used for such Carriage*
2. ILAC-G17:01/2021 - *ILAC Guidelines for Measurement Uncertainty in Testing*;

# 8.º ENCONTRO NACIONAL DA SPMET A METROLOGIA E A TRANSIÇÃO DIGITAL PROGRAMA

## Preparação de Misturas Multicomponente em Nitrogénio

Florbela A. Dias, Cristina Palma, Carlos Costa

Instituto Português da Qualidade, Rua António Gião, 2, 2629-531 Caparica, Portugal

Email: [florbelad@ipq.pt](mailto:florbelad@ipq.pt)

**Palavras-chave:** Misturas multicomponente, método gravimétrico, certificação, incerteza de medição.

### Resumo

Nas últimas décadas, as preocupações relacionadas com as alterações climáticas originaram um crescimento exponencial da monitorização ambiental, aumentando a necessidade de medições com rastreabilidade, por forma a garantir a confiança dos dados e reduzir as incertezas de medição.

O Laboratório de Gás de Referência (LGR), do IPQ, é responsável pela produção, manutenção e desenvolvimento das misturas gasosas de padrões primários nacionais. Estas misturas são preparadas gravimetricamente, de acordo com a norma internacional ISO 6142-1<sup>1</sup>, garantindo assim, o mais alto nível de exatidão. A certificação de misturas gasosas é realizada de acordo com a norma internacional ISO 6143<sup>2</sup>, com utilização de métodos analíticos, nomeadamente, cromatografia gasosa (GC), paramagnético, espectroscopia de infravermelho não dispersivo (NDIR) e espectroscopia de ultravioleta não dispersivo (NDUV).

O controlo da qualidade das medições é suportado pela participação em projetos e comparações internacionais. Também é demonstrado pela aceitação e inclusão na base de dados do BIPM de capacidades de medição e calibração (CMC)<sup>3</sup>.

O LGR está a preparar misturas gasosas multicomponente por forma a contribuir para a melhoria e desenvolvimento da monitorização ambiental. Estas misturas conseguem simular melhor o ar real, ou seja, o ar com poluentes gasosos, que podemos encontrar perto de fontes emissoras ou até mesmo nas grandes cidades.

Estamos a iniciar este projeto com misturas multicomponente de CO ( $500 \times 10^{-6}$  mol/mol), CO<sub>2</sub> ( $10 \times 10^{-2}$  mol/mol) e NO ( $200 \times 10^{-6}$  mol/mol) em matriz de nitrogénio. Com este tipo de misturas é possível ter uma amostra de gás que simula melhor o ar poluído. Este estudo permitiu caracterizar estes três gases poluentes dentro de um cilindro à pressão de cerca de 100 bar e fazer uma análise dos interferentes.

Esta comunicação pretende descrever o trabalho realizado no LGR, no que diz respeito à preparação e certificação de misturas gasosas multicomponente, para serem utilizadas como padrões no controlo das medições de poluentes atmosféricos com rastreabilidade metrológica.

### Referências:

1. ISO 6142-1:2015 – Gas analysis — Preparation of calibration gas mixtures — Part 1: Gravimetric method for Class I mixtures
2. ISO 6143:2001 - Gas analysis — Comparison methods for determining and checking the composition of calibration gas mixtures
3. <https://www.bipm.org/kcdb/>

# 8.º ENCONTRO NACIONAL DA SPMET A METROLOGIA E A TRANSIÇÃO DIGITAL PROGRAMA

## A influência da dimensão do voxel na avaliação dimensional e geométrica de componentes técnicos por metrotomografia

Fernando Ferreira<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CATIM - Centro de Apoio Tecnológico à Indústria Metalomecânica, Rua dos Plátanos, n.º 197, 4100-414 Porto

E-mail: [fernando.ferreira@catim.pt](mailto:fernando.ferreira@catim.pt),

**Palavras Chave:** Digitalização; Voxel; Metrotomografia; Ensaios dimensionais e geométricos; Avaliação da conformidade.

### Resumo

A produção e avaliação da conformidade de componentes técnicos de grande complexidade exige meios cada vez mais sofisticados e capazes de garantir um bom desempenho da função metrológica dentro das organizações.

Em diferentes sectores da indústria assistimos ao crescente recurso a meios tecnológicos de última geração na área dos ensaios não destrutivos, associados à metrologia dimensional e geométrica, como o caso da tomografia computadorizada, enquanto tecnologia digital para avaliação da conformidade, que proporciona uma melhor interação entre o processo produtivo e o processo de controlo da qualidade, estimula a produção de componentes técnicos cada vez mais complexos e contribui para a crescente inovação de produtos, melhoria da eficiência dos processos produtivos e redução dos tempos de inovação e desenvolvimento.

Em ambientes industriais, a avaliação de características estruturais, dimensionais e geométricas, externas e internas, a produtos e componentes técnicos tornou-se também mais complexa e com necessidade de recorrer a tecnologia de última geração como as máquinas de tomografia computadorizada aplicada à metrologia (baseadas no princípio da tecnologia de raios-X e de acordo com requisitos de referenciais normativos como a VDI/VDE 2617 e a VDI/VDE 2630).

Esta tecnologia possibilita realizar ensaios dimensionais e geométricos com boa exatidão a peças com geometria complexa e diferentes tipos de material, sem destruição da sua estrutura, permitindo construir e medir um modelo tridimensional de forma eficaz, podendo também ser utilizada para realização de ensaios de análise estrutural, controlo de montagem de componentes, comparação entre modelos matemáticos CAD, modelação de sólidos e engenharia inversa.

Contudo, esta tecnologia apesar de possibilitar uma nova abordagem aos processos de avaliação da conformidade, não está isenta de erro, e como tal tornou-se importante avaliar a sua performance e como diferentes parâmetros de configuração de um processo de tomografia influenciam os resultados.

Entre diferentes parâmetros que podem afetar os resultados de uma medição de um componente avaliado por tomografia, é objetivo deste trabalho avaliar a influência da dimensão do voxel (volume formado pelo *pixel* e pela profundidade de um corte) na avaliação das características geométricas de um artefacto produzido recorrendo a tecnologia de manufatura aditiva (Estereolitografia).

Para avaliar a influência da dimensão do voxel, no processo de digitalização do artefacto, foram realizadas digitalizações em diferentes posições ao longo do eixo do feixe cónico de raio-x, mantendo constantes todos os restantes parâmetros do tomógrafo.

As avaliações efetuadas a diferentes características geométricas permitem observar diferentes resultados, em alguns casos inferiores ao erro máximo admissível do tomógrafo.

### Referências

1. G. Moronia, S. Petro "A Discussion on Performance Verification of 3D X-Ray Computed Tomography Systems", ScienceDirect, Procedia CIRP 75, (2018), pág.: 125-130;
2. F. Zaninia, E. Sbettegaa, S. Carmignato "X-ray computed tomography for metal additive manufacturing: challenges and solutions for accuracy enhancement" ScienceDirect, Procedia CIRP 75, (2018), pág.: 114-118;
3. F. Ferreira, S. Aymerich, H. Guerra "Tomografia computadorizada industrial, tecnologia inovadora e flexível para ensaios dimensionais e geométricos de componentes técnicos" RELACRE-FELAB, V Congresso Ibero-Americano Laboratórios, (2018);
4. VDI/VDE 2617 Part 13 (Accuracy of coordinate measuring machines, Characteristics and their testing – Guideline for the application of DIN EN ISO 10360 for coordinate measuring machines with CT-sensors);
5. VDI/VDE 2630 Part 1.3 (Computed tomography in dimensional measurement - Guideline for the application of DIN EN ISO 10360 for coordinate measuring machines with CT-sensors).