

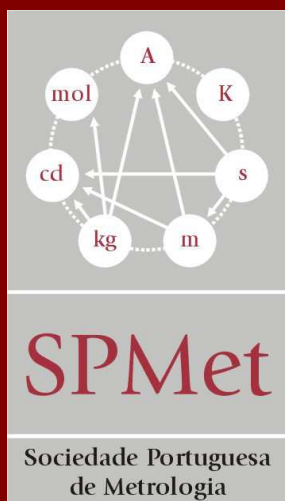
Revista **MEDIÇÕES E ENSAIOS**

www.spmet.pt

SPMet

Sociedade Portuguesa
de Metrologia



**Conselho Editorial**

Eduarda Filipe
Álvaro Ribeiro
Pedro Girão
Isabel Godinho
Olivier Pellegrino

Propriedade e Redação

Sociedade Portuguesa de Metrologia

Contactos

Sede:
Rua Filipe Folque, 2 - 6º Dto.
1050-113 Lisboa
Tel. 213 139 840
Fax: 213 139 841

Secretariado:
Av. do Brasil, 101
1700-066 Lisboa PORTUGAL
Tel.: +351 - 218 443 201
Fax: +351 - 218 443 011
N.I.F. 506 461 696

E-mail: geral@spmet.pt
Internet: www.spmet.pt

Periodicidade

Quadrimestral

Distribuição

Eletrónica

ISSN 2182-5424

Os artigos assinados são da responsabilidade dos seus autores.

Foto de Capa

Álvaro Ribeiro

Índice

EDITORIAL	2
------------------------	---

METROLOGIA ÓPTICA APLICADA À SEGURANÇA ESTRUTURAL DE PONTES SUSPENSAS

Luís Lages Martins¹, José Manuel Rebordão², Álvaro Silva Ribeiro¹

¹ Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), Centro Instrumentação Científica

² Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências (FCUL), Departamento de Física, Laboratório de Óptica, Lasers e Sistemas..... 3

VIGILÂNCIA DOS NÍVEIS DE RADIAÇÃO EM INSTALAÇÕES DE GAMAGRAFIA INDUSTRIAL

P. Gomes, L. Branco

Instituto de Soldadura e Qualidade (ISQ)..... 16

SEGURANÇA: O PORQUÊ DA CALIBRAÇÃO?

Tânia Farinha, Alexandra Costa

Instituto de Soldadura e Qualidade (ISQ)..... 24

CERTIFICAÇÃO E ACREDITAÇÃO: DOIS CONCEITOS NUM LABORATÓRIO DE METROLOGIA

José António da Silva Barradas

Centro de Apoio Tecnológico à Indústria Metalomecânica (CATIM) 28

NOTÍCIAS E EVENTOS DA METROLOGIA	40
---	----

Publicação apoiada por:

FCT Fundação para a Ciência e a Tecnologia

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CIÊNCIA

Editorial

Caros leitores,

Este sexto número da Revista “Medições e Ensaios” é dedicado à Metrologia no setor da Segurança, tema desenvolvido no 5º Encontro Nacional da SPMet “Medir para a Segurança”, realizado no Centro Tecnológico da Cerâmica e do Vidro (CTCV), em Coimbra e a 8 de novembro de 2012.

Publicamos o primeiro grupo de artigos apresentados neste Encontro, relacionados com desenvolvimentos e aplicações em domínios tão diversos como o da segurança estrutural de pontes suspensas – o tema da capa; a vigilância dos níveis de radiação em instalações de gamagrafia; a necessária rastreabilidade dos analisadores de gases poluentes e um último artigo dedicado à importância da implementação de Sistemas de Gestão da Qualidade pelos laboratórios de metrologia. Fechamos com a secção de “Notícias e eventos da metrologia”, que inclui pequenas notícias sobre os próximos eventos de interesse para a nossa comunidade.

A Comissão Redatora agradece aos autores que nos facultaram os seus trabalhos e à Comissão Científica que desde sempre tem zelado pela qualidade das publicações da SPMet.

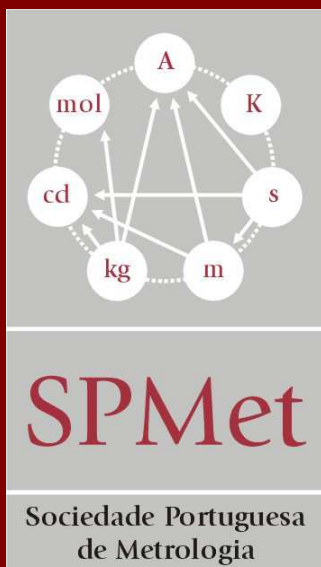
Gostaríamos de salientar o patrocínio recente que a SPMet recebeu da Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT), pelo reconhecimento que representa para a nossa atividade de difusão do conhecimento científico.

Desejamos uma leitura proveitosa deste sexto número cheio de interesse da Revista “Medições e Ensaios”.

Lisboa, 18 de setembro de 2013

Eduarda Filipe

Presidente do Conselho Diretivo da SPMet



SPMet

ISSN 2182-5424

| nº 6 | setembro 2013

FAÇA-SE SÓCIO

A SPMet tem quatro categorias de associados:

- **ASSOCIADOS HONORÁRIOS** - pessoas singulares ou coletivas às quais, pela sua categoria científica, a SPMet entenda dever conferir este testemunho de consideração.
- **ASSOCIADOS EFETIVOS** - pessoas singulares cuja atividade se processe no domínio da Metrologia ou das Ciências.
- **ASSOCIADOS INSTITUCIONAIS** - as entidades com atividade no domínio do ensino, da investigação, da indústria ou outros de algum modo relacionados com a Metrologia
- **ASSOCIADOS ESTUDANTES** - as pessoas singulares que frequentam o ensino superior e se interessam pelo estudo da Metrologia ou das Ciências afins

O número de associados de qualquer das categorias mencionadas nos números anteriores não será limitado.

Estão disponíveis no seguinte endereço http://www.spmet.pt/inscricao_1024.htm

As respetivas fichas de inscrição que, depois de devidamente preenchidas e enviadas para o secretariado de direção, serão analisadas para validação.

METROLOGIA ÓPTICA APLICADA À SEGURANÇA ESTRUTURAL DE PONTES SUSPENSAS

Luís Lages Martins¹, José Manuel Rebordão², Álvaro Silva Ribeiro¹

¹ Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), Centro de Instrumentação Científica

² Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências (FCUL), Departamento de Física, Laboratório de Óptica, Lasers e Sistemas

RESUMO

A presente comunicação descreve as temáticas desenvolvidas no âmbito da conceção e desenvolvimento de um sistema óptico de visão computacional visando a medição do deslocamento tridimensional a $\frac{1}{2}$ vão da viga de rigidez de pontes suspensas. É apresentado o estado da arte no que respeita a sistemas de medição dimensional a longa distância e é mencionada a motivação para o recurso aos sistemas ópticos de visão computacional. Descrevem-se os principais aspetos do método de medição proposto, em particular, os sistemas de compensação da refração atmosférica e do comportamento dinâmico relativo a câmaras e turbulência atmosférica.

É, ainda, descrito o processo de simulação numérica visando a validação dos algoritmos de suporte computacional desenvolvidos neste contexto, nomeadamente, no que respeita aos algoritmos de reconhecimento de alvo, parametrização, triangulação e redundância. Finalmente, é exposto o conjunto de atividades experimentais planeadas para a caracterização do sistema óptico de medição proposto mediante ensaio metrológico e calibração com recurso a protótipo de padrão de referência, assegurando-se a rastreabilidade do sistema de medição ao SI de Unidades e o conhecimento do seu nível de exatidão suportado na respetiva avaliação de incertezas de medição.

ABSTRACT

This paper describes the main issues related to the conception and development of a computer vision optical system for three-dimensional displacement measurement of suspension bridges, namely, in the stiffness beam central section of the bridge's main span. The state-of-the-art knowledge about long-distance dimensional measurement systems is presented, as well as, the motivation for the use of computer vision optical systems.

The main concerns of the proposed measurement method are mentioned, in particular, the atmospheric refraction compensation system and the camera and atmospheric turbulence dynamic behaviors. The developed computational algorithms, dedicated to target recognition, parameterization, triangulation and redundancy operations are described and the corresponding validation process by numeric simulation is also presented.

The paper also mentions the planned experimental activities for the characterization of the proposed measurement optical system through calibration and metrological testing, using a reference standard prototype, capable of assuring the system's traceability to the International System of Units (SI) and allowing its accuracy level determination, supported in the corresponding measurement uncertainty evaluation.

1. Introdução

As pontes suspensas constituem estruturas de grande dimensão que, em regra, estão integradas em infraestruturas rodoviárias e ferroviárias que asseguram a mobilidade de pessoas e bens. As consequências sociais e económicas e o consequente risco associados a um eventual cenário de falha estrutural neste tipo de obra exigem um rigoroso controlo de segurança ao longo de toda a sua vida, desde a fase inicial do seu projeto até ao fim da sua exploração.

Neste contexto, a observação do comportamento estrutural de uma ponte suspensa constitui um importante contributo para a garantia da segurança na sua construção, entrada ao serviço, exploração, reforço ou reparação. Esta atividade permite caracterizar as ações resultantes do tráfego, condições ambientais e atividade sísmica na ponte suspensa observada e conhecer a consequente resposta estrutural. A informação recolhida torna possível uma análise comparativa relativamente aos requisitos de segurança estrutural estabelecidos na fase de projeto e à evolução do comportamento da estrutura ao longo do tempo.

Uma parte significativa das observações realizadas é suportada em instrumentação instalada em pontos de interesse dos elementos estruturais (viga de rigidez, pilares, torres, cabos de suspensão, ancoragens) que compõem a ponte suspensa, assegurando a medição de grandezas distintas, nomeadamente, de natureza dimensional (extensão, deslocamento e rotação), de natureza ambiental (velocidade do vento e temperatura) e de natureza mecânica (tensão, força e aceleração).

Tem particular relevância o conhecimento do deslocamento tridimensional da viga de rigidez, sobretudo, ao nível do vão principal nas secções a $\frac{1}{2}$ vão e $\frac{1}{4}$ de vão, onde a magnitude desta grandeza pode atingir, numa ponte suspensa, valores bastante elevados (na ordem de grandeza do metro), principalmente, na direção vertical. Note-se que estas regiões da ponte são inacessíveis à medição dimensional convencional de contacto com recurso a alongâmetros, deflectómetros ou transdutores de deslocamento. Outros métodos convencionais de medição dimensional como o

método geodésico, o método de nivelamento hidrostático e o método fotogramétrico, não são exequíveis atendendo ao comportamento dinâmico da ponte suspensa.

A permanente preocupação com a segurança estrutural de pontes suspensas, traduzida na necessidade metrológica de promover a medição de deslocamento tridimensional, na ausência de contacto, em pontos de interesse na viga de rigidez de pontes suspensas tem motivado a conceção e o desenvolvimento de sistemas de medição dimensional alternativos, suportados na crescente evolução do conhecimento científico e tecnológico.

Na presente comunicação, é descrito, de forma sumária, o conjunto de soluções emergentes para o referido problema metrológico. É dada particular atenção aos sistemas ópticos de visão computacional como instrumentos de medição dimensional a longa distância com potencial viabilidade para a monitorização contínua, em tempo real, de pontes suspensas. Em adição à motivação para o estudo deste tipo de sistemas, são referidos os principais aspetos que caracterizam o método de medição proposto, destacando-se a influência dos fenómenos de refração, turbulência atmosférica e dinâmica da câmara na qualidade das medições de deslocamento realizadas. Procura-se, igualmente, descrever o processo de validação dos algoritmos de visão computacional utilizados neste contexto, bem como, o método e o protótipo de padrão de calibração propostos para o estabelecimento da rastreabilidade ao Sistema Internacional de Unidades (SI) no domínio do Comprimento e a consequente avaliação do nível de exatidão.

Pretende-se, deste modo, salientar o relevante papel que a Metrologia Óptica possui na conceção e desenvolvimento de instrumentação científica dedicada, ao procurar assegurar uma avaliação fundamentada do desempenho metrológico do sistema óptico de visão computacional proposto para a medição de deslocamento tridimensional da viga de rigidez de pontes suspensas, face aos requisitos de gama de medição e nível de exatidão requeridos para uma avaliação de segurança estrutural robusta e fiável suportada em medições dimensionais com elevado nível de confiança.

2. Métodos emergentes para medição dimensional a longa distância

O atual desenvolvimento científico e tecnológico permitiu que surgisse um conjunto de métodos emergentes visando a medição de deslocamentos tridimensionais de estruturas de grande dimensão a longa distância, que procuram colmatar a ausência de meios instrumentais adequados à monitorização dimensional contínua no contexto da observação de pontes suspensas. Nesse conjunto (*vide* Figura 1) incluem-se: (i)

sistemas de navegação global por satélite; (ii) sistemas de interferometria; (iii) sistemas laser; (iv) sistemas ópticos de visão computacional.

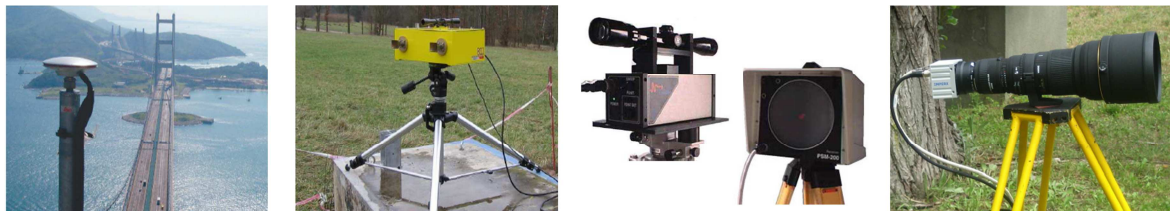


Figura 1 – Sistemas de medição emergentes para medição dimensional a longa distância (da esquerda para a direita: sistema GPS; sistema interferométrico; sistema laser; sistema óptico de visão computacional) [1].

Os sistemas de navegação global recorrem a sinal eletromagnético emitido por conjunto de satélites em órbita em torno do planeta Terra (por exemplo, o sistema norte-americano *Global Positioning System* – GPS). No contexto da Engenharia Civil são conhecidas aplicações deste tipo de sistema à medição de deslocamentos em barragens e pontes suspensas motivadas, em parte, pela sua capacidade de realizar medições em referencial absoluto, sem limitações de localização geográfica e na ausência de deriva instrumental a longo prazo. Contudo, numa perspetiva operacional, este método de medição apresenta vulnerabilidades no que respeita à possibilidade de obstrução do sinal emitido pelos satélites disponíveis. Numa perspetiva metrológica, constata-se que o nível de exatidão das medições de deslocamento está dependente do número e distribuição de satélites emissores, das condições atmosféricas, do ruído e do efeito de múltiplo percurso do sinal. Este último aspeto é particularmente relevante no caso de aplicação em ponte suspensa, atendendo à sua composição estrutural suportada em elementos metálicos [1].

Por sua vez, os sistemas de interferometria recorrem à emissão de um sinal eletromagnético (por exemplo, na gama de frequência das micro-ondas) e à consequente receção do sinal refletido pela estrutura em observação. A medição do tempo de propagação desde a emissão do sinal até à receção da sua reflexão permite determinar a distância entre o elemento emissor e o ponto de reflexão na estrutura, sendo o seu deslocamento obtido com base em técnica interferométrica de medição do desvio de fase de sinais refletidos em instantes consecutivos. A aplicação deste sistema de medição à observação de pontes suspensas é comprometida pela sua configuração estrutural metálica, não sendo possível conhecer, com rigor, as

componentes do deslocamento observado segundo as direções transversal, longitudinal e vertical [1].

No caso dos lasers, o seu crescente desenvolvimento tecnológico permite que estes sejam utilizados para a emissão de radiação coerente a longa distância em direção a um recetor composto por uma matriz de fotodiodos, no qual são determinadas as coordenadas do ponto de impacto do feixe. Deste modo, a colocação do recetor do sistema laser na estrutura permite que a posição do ponto de impacto varie de acordo com o deslocamento da estrutura. Embora o atual estado do conhecimento permita que este sistema de medição seja robusto a alterações das condições atmosféricas do meio de propagação (ar) do feixe laser, não deixa de ser suscetível ao fenómeno de turbulência atmosférica. Em adição, a sua gama de medição está limitada pela dimensão da área sensível do elemento recetor, inviabilizando a medição de deslocamentos de elevada magnitude, como é expectável no caso das pontes suspensas [1].

Face ao conjunto de limitações mencionadas anteriormente para os métodos de medição referidos, os sistemas ópticos de visão computacional constituem uma potencial solução atrativa para a medição não-invasiva de deslocamento tridimensional de pontes suspensas, tendo em conta o desenvolvimento tecnológico recente dos elementos constituintes da cadeia de medição óptica, designadamente, ao nível dos LEDs (fontes emissoras), câmaras digitais (fontes recetoras) e meios computacionais no que respeita à sua capacidade de aquisição e processamento de imagens digitais.

Na secção seguinte promove-se a descrição do processo de conceção e desenvolvimento de sistema óptico de visão computacional aplicado ao caso particular da observação de pontes suspensas, caracterizado pela necessidade de monitorização contínua e distâncias de observação elevadas (próximas de 500 metros), pretendendo-se assimilar o conhecimento existente neste domínio nas áreas da Visão Computacional e da Fotogrametria. Note-se que, em Visão Computacional, as aplicações de medição dimensional em tempo real conhecidas dizem respeito, na sua maioria, a distâncias de observação muito reduzidas (inferiores a 10 metros) enquanto que, no caso da Fotogrametria, as medições dimensionais são, em regra, efetuadas de forma não-contínua, abrangendo distâncias de observação inferiores a 100 metros em Fotogrametria Terrestre ou superiores a 1000 metros em Fotogrametria Aérea.

3. Sistema óptico de visão computacional aplicado à observação de pontes suspensas

O sistema óptico de visão computacional proposto é composto por um conjunto de alvos ativos formados por LEDs, câmaras digitais, suporte computacional e sistema de monitorização ambiental (temperatura, humidade e pressão atmosférica), tendo por objetivo a medição do deslocamento tridimensional a $\frac{1}{2}$ vão da viga de rigidez da ponte suspensa, caracterizado por uma frequência dinâmica baixa (inferior a 1 Hz) e magnitude variável dependendo da direção do deslocamento podendo atingir, em situações de maior solicitação mecânica por ação do tráfego e do vento, cerca de 1 m na direção vertical, 0,5 m na direção transversal e 0,1 m na direção longitudinal da viga de rigidez.

A disposição geométrica dos elementos constituintes do sistema de medição no cenário de observação mencionado anteriormente deve ter em conta o campo de visão determinado pela distância focal da lente e pelas dimensões lineares do sensor de imagem que compõem a câmara digital utilizada. Este campo de visão deve abranger quer alvos de monitorização colocados na região inferior da viga de rigidez quer alvos fiduciais (de apoio às operações de parametrização, triangulação e compensação de fenómenos perturbadores), colocados em regiões com comportamento dinâmico pouco significativo. Deste modo, considera-se que a localização ideal das câmaras digitais seja nas bases das torres, minimizando a distância de observação entre câmaras e alvos de monitorização a $\frac{1}{2}$ vão e assegurando a visualização de alvos fiduciais na base da torre oposta ou nas ancoragens na margem oposta, conforme ilustrado na Figura 2.

Perante esta disposição geométrica de câmaras e alvos, é necessário analisar a sensibilidade do sistema óptico de visão computacional ao movimento longitudinal mínimo (corresponde à componente do deslocamento tridimensional com menor magnitude) da viga de rigidez e avaliar o respetivo nível de exatidão requerido no processamento digital de imagem no que respeita à determinação computacional do centro geométrico do alvo observado. Esta análise é suportada no conhecimento da distância focal da lente e das dimensões lineares dos elementos – píxeis – que formam o sensor da câmara de observação, determinando o campo de visão instantâneo, conforme ilustrado na Figura 3.

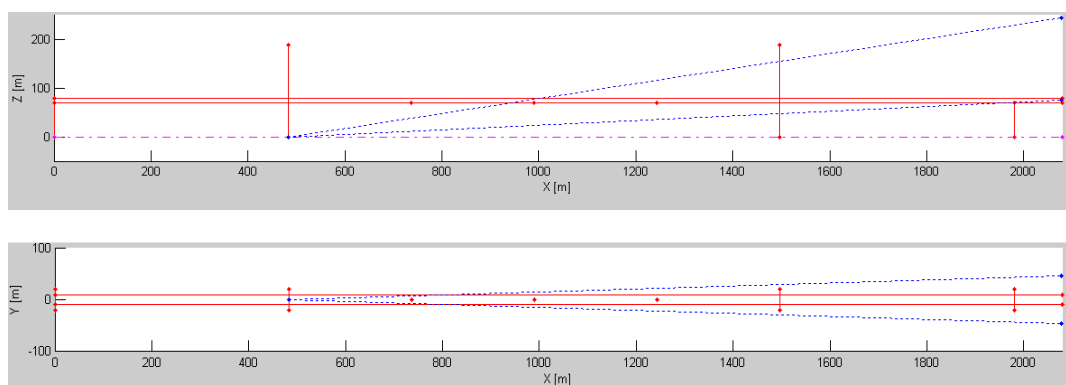


Figura 2 – Representação esquemática dos perfis vertical e transversal do campo de visão de câmara de observação (distância focal de 150 mm; dimensão do sensor 15,9 mm x 8,61 mm).

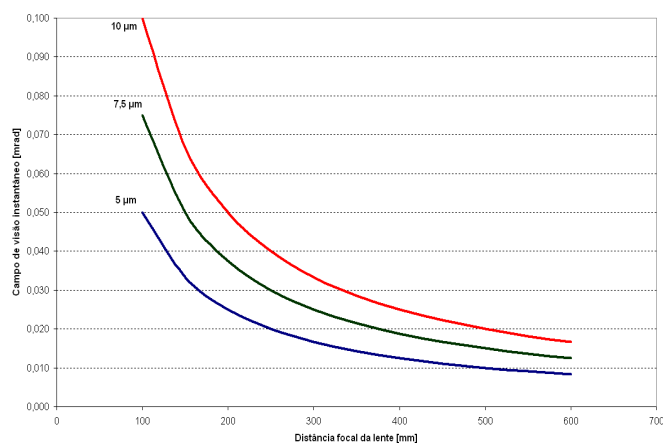


Figura 3 – Relação funcional entre campo de visão instantâneo, distância focal e dimensões do píxel.

Deste modo, o dimensionamento da distância focal da lente do sistema óptico constitui um aspeto relevante visto que condiciona quer o campo de visão e, consequentemente, a visualização de regiões de interesse no cenário de observação, quer o campo de visão instantâneo e a correspondente sensibilidade do sistema à medição de deslocamento na direção longitudinal da viga de rigidez. Torna-se necessário otimizar o equilíbrio entre um campo de visão abrangente, obtido com lente de reduzida distância focal, e uma sensibilidade elevada resultante do recurso a lente com elevada distância focal.

O sistema de medição proposto apresenta como principais vulnerabilidades: (i) a incapacidade de realizar medições por efeito de atenuação radiante acentuada provocada por nevoeiro ou chuva; (ii) a perturbação das medições dimensionais por efeitos ambientais no meio de propagação óptica (ar) em resultado do fenómeno de refração atmosférica; (iii) a perturbação das medições dimensionais por efeitos

dinâmicos resultantes, sobretudo, da ação do vento e do tráfego sobre câmaras e do fenómeno de turbulência atmosférica no meio de propagação óptica. Neste sentido, desenvolvem-se esforços no sentido de mitigar o efeito destas vulnerabilidades na qualidade da medição dimensional pretendida.

No que respeita ao efeito de atenuação radiante por efeito de nevoeiro ou chuva, importa atuar ao nível do comprimento de onda associado às fontes emissoras (LEDs que compõem os alvos ativos) procurando, em simultâneo, garantir uma sensibilidade espectral da fonte recetora (câmara digital) satisfatória nesse comprimento de onda. A maioria das câmaras digitais comerciais tecnicamente adequadas e economicamente acessíveis para a atividade de monitorização de pontes suspensas apresentam, em regra, uma sensibilidade espectral situada na região do visível (380 nm a 750 nm) e do infravermelho próximo (750 nm a 1400 nm). De acordo com [1], existem duas janelas de transmissão que minimizam o efeito de atenuação: na região espectral da zona do visível, o comprimento de onda próximo dos 690 nm e, na região do infravermelho próximo, o comprimento de onda em torno dos 850 nm. Caso a sensibilidade espectral da câmara o permita e tendo em conta que as diferenças relativas de atenuação atmosférica não são significativamente elevadas, a escolha do comprimento de onda recai sobre a janela de transmissão próxima dos 850 nm visto que apresenta a vantagem adicional de se poder minimizar o efeito da radiação ambiente mediante recurso a filtro óptico [1].

No caso da refração atmosférica, importa avaliar o efeito deste fenómeno na qualidade da medição dimensional pretendida mediante análise comparativa entre a magnitude do ângulo de refração vertical do raio luminoso câmara/alvo e o campo de visão instantâneo do sistema óptico de visão computacional. A proximidade entre estes dois valores angulares (em regra, expressos em milirradianos) justifica o desenvolvimento de sistema de compensação visando a correção do valor lido de deslocamento do alvo de monitorização, recorrendo a modelo matemático representativo do trajeto curvilíneo dos raios luminosos quando se propagam em meio não-homogéneo cujo índice de refração varia de acordo com a altitude [2].

Este aspeto é particularmente relevante no caso da observação de pontes suspensas, em que câmaras e alvos podem apresentar uma diferença de cota altimétrica superior a 50 metros. Nesta situação, a variação do índice de refração é particularmente acentuada na direção vertical em resultado da variação local das condições ambientais, sobretudo, pela variação vertical da temperatura do ar.

A modelação matemática do sistema de compensação pretendido é suportada no conhecimento da evolução vertical das condições ambientais no cenário de

observação, justificando a realização de ensaios de campo de determinação experimental do perfil termohigrométrico vertical (note-se que a evolução vertical da pressão atmosférica com a altitude é bem conhecida), sobretudo, nos locais onde estão instaladas as câmaras e alvos que compõem o sistema de medição.

Relativamente aos efeitos dinâmicos perturbadores em câmaras e no meio de propagação óptica (turbulência atmosférica [3]) procura-se, por um lado, promover condições de imobilização dinâmica das câmaras de observação (mediante proteções contra a exposição ao vento e isolamento de vibrações na estrutura de suporte) e, por outro lado, desenvolver a correção deste efeito sistemático suportado na observação do movimento aparente de alvos fiduciais instalados em elementos estruturais da ponte suspensa com comportamento dinâmico pouco relevante como, por exemplo, nas ancoragens.

Nestas condições, a magnitude do movimento aparente de alvos fiduciais está dependente, fundamentalmente, do fenómeno de turbulência atmosférica cuja variabilidade ambiental a longo prazo (efeito sazonal das estações do ano), bem como, a curto prazo (efeito diurno/noturno) importa conhecer mediante atividade experimental *in situ*. Deste modo, propõe-se a realização de ensaio de campo de avaliação do efeito de turbulência atmosférica, recorrendo a fonte pontual de luz, designadamente, LED idêntico aos utilizados na formação dos alvos ativos, instalado na região a $\frac{1}{2}$ vão da viga de rigidez e visível em câmara de observação localizada em base da torre da ponte suspensa. A dimensão da mancha luminosa produzida pela fonte pontual nas imagens produzidas permite avaliar a intensidade do fenómeno da turbulência atmosférica e justificar a correção da medição dimensional obtidas pelo sistema óptico de visão computacional.

4. Validação de algoritmos computacionais

O sistema óptico de visão computacional proposto incorpora um conjunto de algoritmos computacionais essenciais para o cálculo da mensuranda de interesse (deslocamento) onde se inclui: (i) algoritmo de reconhecimento de alvos e determinação das coordenadas do seu centro geométrico; (ii) algoritmo de parametrização de câmaras e triangulação; (iii) algoritmo de redundância ou ajustamento de medições dimensionais.

O processo de validação proposto consiste na comparação entre o deslocamento tridimensional lido obtido pela aplicação dos referidos algoritmos a um conjunto de imagens digitais do cenário de observação obtidas por simulação computacional e o deslocamento tridimensional conhecido, conforme representado na Figura seguinte.

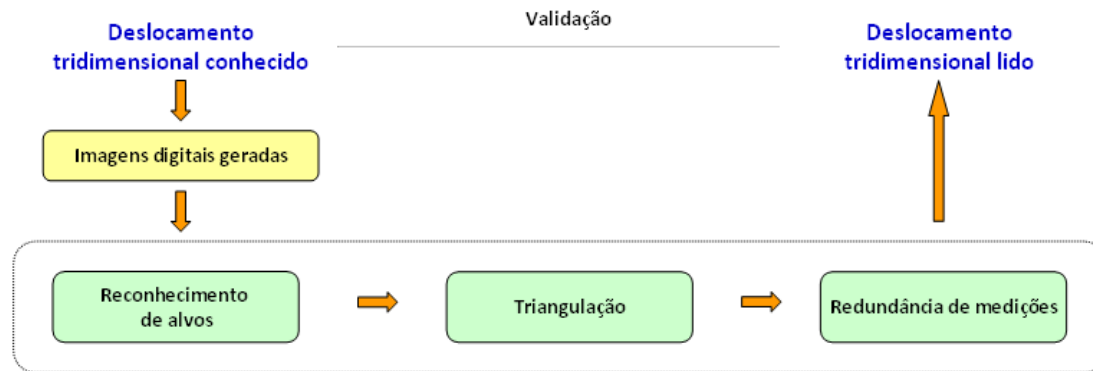


Figura 4 – Representação esquemática do processo de validação de algoritmos computacionais.

As imagens digitais geradas são representativas de deslocamento tridimensional conhecido e computacionalmente imposto ao alvo de monitorização, sendo suportadas num conjunto de variáveis de influência de natureza distinta que podem ser agrupadas segundo quatro categorias: (i) câmaras – número, posição, orientação, distância focal, abertura relativa, dimensões lineares do píxel, número de píxeis, coordenadas do ponto principal, ângulo de rotação entre plano focal e sensor, parâmetros de distorção radial, transmitância do sistema óptico, eficiência quântica do sensor, limites de deteção e saturação e ruído; (ii) alvos – número, posição, orientação, tipo de alvo (monitorização ou fiducial), forma do alvo (cruz, retangular, circular), número de linhas de LEDs, número de LEDs por linha, espaçamento entre LEDs, intensidade, ângulo de abertura e comprimento de onda de emissão do LED; (iii) monitorização – instantes inicial e final, frequência de aquisição, turbulência atmosférica e tempo de exposição do sensor; (iv) dinâmica da estrutura observada – modo de vibração, amplitude, frequência e fase.

Finalizado o processo de validação dos algoritmos computacionais implementados no sistema óptico de visão computacional, pretende-se promover a realização de ensaio de calibração, conforme proposto na secção seguinte.

5. Método e protótipo de padrão de calibração

No contexto da Engenharia Civil, são conhecidos estudos relativos a sistemas ópticos aplicados à observação de pontes suspensas [1], [4-7] cujo desenvolvimento foi efetuado na ausência de um enquadramento metrológico necessário à obtenção de medições dimensionais com elevado nível de confiança. Em particular, destaca-se a ausência de ligação à cadeia de rastreabilidade dimensional do Sistema Internacional de Unidades (SI) e a determinação do nível de exatidão das medições mediante avaliação de incertezas de medição. Deste modo, torna-se necessário desenvolver esforços no sentido de estabelecer um método de calibração do sistema óptico de visão computacional, suportado num padrão de referência dedicado, que permita efetuar um julgamento fundamentado da sua aplicação no contexto da observação de pontes suspensas.

O método de calibração proposto tem por objetivo a obtenção sincronizada de valores de deslocamento lidos no sistema de óptico de visão computacional (composto por câmaras digitais previamente caracterizadas nas vertentes geométrica e radiométrica) e de valores de deslocamento de referência do alvo de monitorização, procurando estabelecer uma disposição geométrica dos elementos constituintes do sistema a calibrar próxima da verificada em cenário de observação de ponte suspensa, nomeadamente, no que diz respeito à distância de observação implicando, deste modo, a realização de ensaio de campo.

Para tal, este método recorre a protótipo de padrão de calibração onde é acoplado, de forma rígida, o alvo de monitorização. Através de um actuador e controlador elétrico, pretende-se aplicar um deslocamento dinâmico tridimensional ao alvo de monitorização, na gama de amplitude e frequência expectável para o deslocamento a $\frac{1}{2}$ vão da ponte suspensa. A medição deste deslocamento de referência é assegurada através de instrumentação rastreada ao Sistema Internacional de Unidades (SI), nomeadamente, régua linear digital e contador universal de tempo.

Deste modo, torna-se possível quantificar os desvios de calibração e a incerteza de medição do sistema óptico de visão computacional e validar os sistemas de compensação ambiental desenvolvidos para a correção dos valores lidos de deslocamento face aos fenómenos perturbadores de refração, turbulência atmosférica e dinâmica da câmara.

6. Considerações finais

A observação e avaliação do comportamento estrutural de pontes suspensas é uma atividade fundamental no contexto da segurança estrutural, tendo em consideração o risco envolvido e a natureza das consequências sociais e económicas de um eventual cenário de falha estrutural. Este tipo de observação, fortemente enraizada na missão do LNEC, requer a utilização de instrumentos de medição com requisitos metrológicos apropriados à variabilidade das grandezas observáveis e à exigência de monitorização contínua em tempo real neste tipo estruturas de grande dimensão, essenciais para a deteção atempada de fenómenos anómalos no seu comportamento estrutural. A qualidade das medições que resulta da observação possui, neste contexto, um impacto significativo na avaliação do estado deste tipo de infraestruturas rodoviárias e ferroviárias, num quadro de segurança associada à mobilidade de pessoas e bens.

O enquadramento da conceção e desenvolvimento de sistema óptico de visão computacional para medição de deslocamento tridimensional de pontes suspensas no contexto da Metrologia Óptica, apresenta vantagens significativas visto que a integração deste sistema de medição no Sistema Internacional de Unidades (SI) e o consequente conhecimento do seu nível de exatidão asseguram a confiança necessária nas medições dimensionais pretendidas.

Com efeito, contribui-se para o estabelecimento de uma base comparativa com outros sistemas de medição dimensional a longa distância utilizados na observação estrutural de pontes suspensas, para além de se promover a quantificação de fontes de incerteza de medição e, consequentemente, a identificação de oportunidades de melhoria no desenvolvimento e aplicação de sistemas ópticos de visão computacional. Salienta-se, igualmente, a possibilidade de aplicação de abordagens de avaliação de incertezas de medição extensíveis a outros problemas metrológicos caracterizados por um nível similar de complexidade, não-linearidade e natureza multivariável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Santos, C., Técnicas de processamento de imagem para medição de deslocamentos. Aplicação à medição de deslocamentos verticais e transversais de tabuleiros de pontes suspensas ou atirantadas, Tese de Doutoramento, Departamento de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, julho de 2011.
- [2] Casaca, J., *A refração atmosférica em geodesia aplicada*, ICT – Informação Científica – Barragens – INCB 9, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, 2004.

- [3] Goodman, J., *Statistical optics*, John Wiley and Sons, Inc., 1985.
- [4] Marécos, J., Castanheta, M., Trigo, J., *Field observation of status river suspension bridge*, Journal of the Structural Division, Vol. 95, No. 4, April 1969, pp. 555-583.
- [5] Macdonald, J., Dagless, E., Thomas, B., Taylor, C., *Dynamic measurements of the second severn crossing*, Proceedings Instrumentation Civil Engineers Transport, Vol. 123, No. 4, Nov. 1997, pp. 241-248.
- [6] Olaszek, P., Investigation of the dynamic characteristics of bridge structures using a computer vision method, Measurement, Vol. 25, No. 3, Jan. 1999, pp. 227-236.
- [7] Wahbeh, A., Caffrey, P., Masri, S., *A vision-based approach for the direct measurement of displacements in vibrating systems*, Institute of Physics Publishing, Smart Materials and Structures, Vol. 12, Sept. 2003, pp. 785-794.

VIGILÂNCIA DOS NÍVEIS DE RADIAÇÃO EM INSTALAÇÕES DE GAMAGRAFIA INDUSTRIAL

Gomes, P., Branco, L.

Unidade de Protecção Radiológica do Instituto de Soldadura e Qualidade (ISQ)

RESUMO

De acordo com a regulamentação em vigor, deve ser garantida a vigilância dos níveis de radiação em instalações de gamagrafia industrial. Neste trabalho foram utilizados dois modelos para estimativa dos débitos de dose esperados, um teórico e outro computacional, tendo os resultados sido comparados com os débitos de dose medidos na prática, afectados da respectiva incerteza expandida de medição.

Para este efeito, utilizou-se uma fonte de ^{192}Ir com uma actividade de 1,33 Ci. Os débitos de dose teóricos foram obtidos considerando a aproximação de fonte pontual, recorrendo à expressão $dX/dt = A \Gamma (1/2)^{x/HVL}/d^2$, onde dX/dt é o débito de dose estimado, d a distância à fonte de radiação, A a actividade da fonte, Γ a constante específica do radioisótopo, HVL a espessura semi-redutora da barreira e x a sua espessura. Os débitos de dose obtidos computacionalmente foram determinados recorrendo a métodos de simulação por Monte Carlo, mais concretamente, em MCNPX, onde se considerou a geometria exacta da fonte, do bunker e do labirinto. As medições em concreto foram realizadas em vários pontos de interesse do bunker recorrendo a uma câmara de ionização, Fluke Victoreen 451P verificada metrologicamente, tendo sido calculada em adição a respectiva incerteza expandida de medição para um intervalo de confiança de, aproximadamente, 95 %.

Obtiveram-se assim, para o débito de dose a 1 m da fonte, erros de 3,5 % e de 13,7 % entre os valores medidos e os valores calculados, respectivamente, por simulação computacional e pela aproximação de fonte pontual.

Conclui-se que, embora os resultados obtidos se apresentem acima das medições realizadas, são coerentes com as mesmas. Por outro lado, reforça-se que a estimativa prévia dos débitos de dose na envolvente do bunker, recorrendo tanto a modelos teóricos como computacionais, permite uma análise prévia do local em termos de segurança radiológica.

ABSTRACT

According to the legislation in force, entities performing industrial gammagraphy are obliged to assure the radiological surveillance of the working environment. In the present study, both a theoretical and a computational model were used to estimate the expected dose rates, having then the results been compared to those obtained by direct measurement of the dose rate, affected by the corresponding expanded uncertainty.

The radioactive source used was ^{192}Ir with an activity of 1,33 Ci. The theoretical dose rates were obtained by approximation to a point source, according to the equation $dX/dt = A \Gamma (1/2)^{x/HVL}/d^2$, where dX/dt is the estimated dose rate, d the distance to the radioactive source, A the activity of the source, Γ the radioactive decay constant of the source, HVL the half value layer of the barrier and x the barrier's thickness. The dose rates obtained via the computational model were determined by means of the Monte Carlo simulation method. The MCNPX software was deployed for this purpose, wherein the exact geometry of the source, the gammagraphy bunker and its respective labyrinth were defined. The direct measurement of the dose rates was carried out at various points of interest of the bunker with a metrologically verified Fluke Victoreen 451P ionization chamber radiation detector. The radiation detector's corresponding measuring expanded uncertainty was calculated for a confidence level of, approximately, 95 %.

The results obtained for the dose rate at 1 m agreed within 3,5 % and 13,7 % between the measured values and those respectively estimated by computational simulation and theoretical approximation of a point source.

Although estimated dose rates with both theoretical and computational models are superior to those obtained by direct measurement, they are consistent. This study reiterates that the prior estimation of the dose rates of the working environment of a bunker, using either model, allows for a prior analysis of the workspace regarding radiation protection and safety.

1. Introdução

O objectivo do presente trabalho é determinar os débitos de dose em vários pontos de um bunker de gamagrafia utilizando uma fonte de ^{192}Ir com actividade de 1,33 Ci [7], recorrendo para o efeito a métodos teóricos e computacionais por comparação com medições práticas.

1.1. Simulação Monte Carlo

Os métodos de Monte Carlo simulam o transporte de cada partícula gerada, e de toda a sua descendência, desde a sua origem até à sua extinção. Para este efeito são utilizados geradores de números aleatórios para a geração e o transporte de partículas, considerando tanto as suas probabilidades de emissão como de interacção com o meio (secções eficazes). As referidas interacções são por conseguinte contabilizadas em cada célula definida na geometria do problema para posterior análise (*mesh tally*). Recorrendo ao actual poder computacional, este método permite a repetição de todo o processo um considerável número de vezes num curto intervalo de tempo, considerando-se por isso bastante fiável.

1.2. Aproximação de fonte pontual

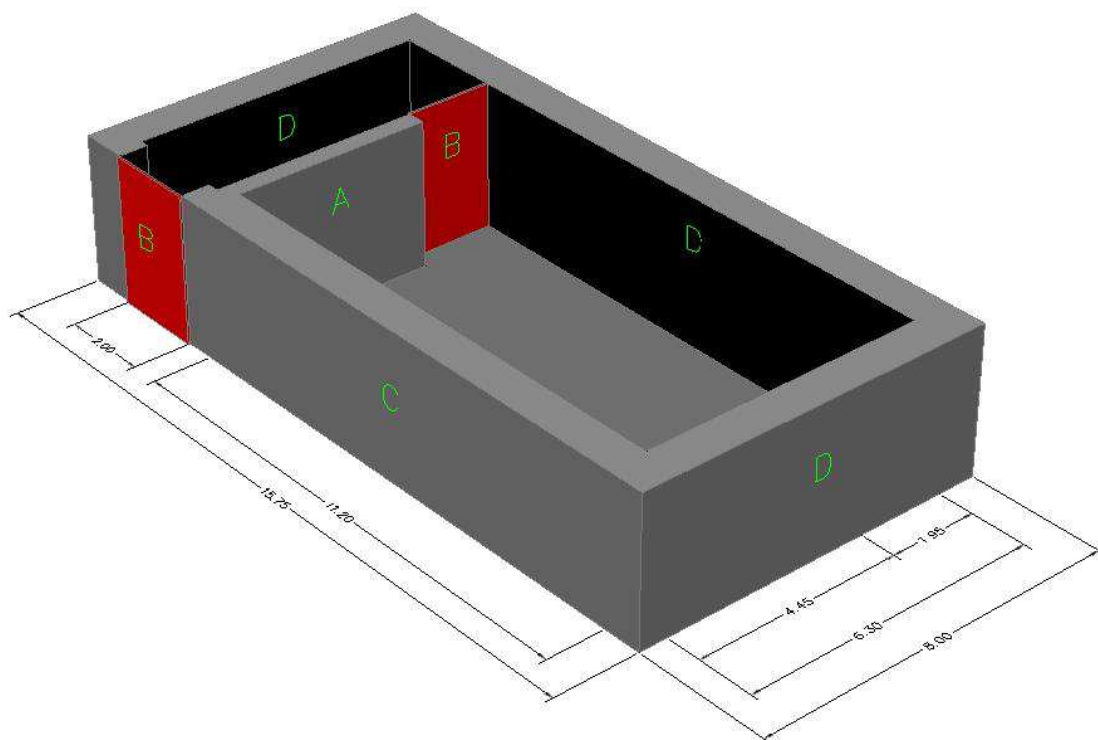
Este método baseia-se na aplicação da fórmula [3]: $\frac{dX}{dt} = \frac{A\Gamma\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{x}{HVL}}}{d^2}$, onde dX/dt é o débito de dose estimado, d a distância à fonte de radiação, A a actividade da fonte, Γ a constante específica do radioisótopo, HVL a espessura semi-redutora da barreira e x a sua espessura, quando aplicável.

1.3. Medições práticas

As medições práticas foram realizadas com um detector de radiação rastreado a um laboratório de referência. Os débitos de dose foram assim obtidos por leitura directa, através da média das medições em cada ponto considerado [6].

2. Metodologia

O presente estudo foi aplicado ao bunker de gamagrafia do ISQ em Oeiras, cujas dimensões e características se apresentam na figura 1:



Barreira	Material	Espessura (cm)
A	Betão	40
B	Chumbo	4,2
C	Betão	65
D	Betão	85

Fig 1. Dimensões e características do bunker

A geometria da sala foi implementada em MCNPX, recorrendo-se a uma *mesh tally* de tipo 1 para obtenção dos débitos de dose no interior do bunker e áreas adjacentes (figuras 2, 4 e 5) [1], [2]. Foi implementada uma *mesh tally* rectangular com 100 x 100 x 100 células individuais, de forma a cobrir toda a área em estudo (figura 3).

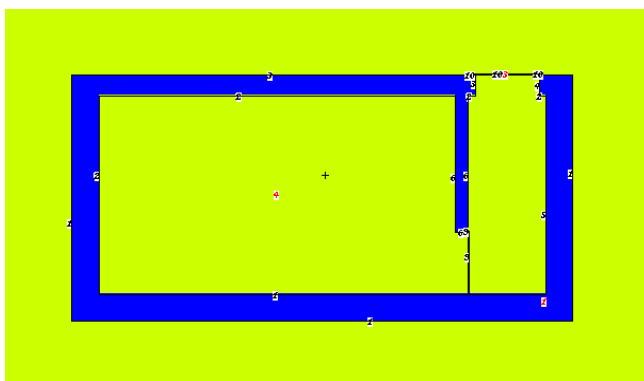


Fig 2. Geometria do bunker em MCNPX (corte XY)

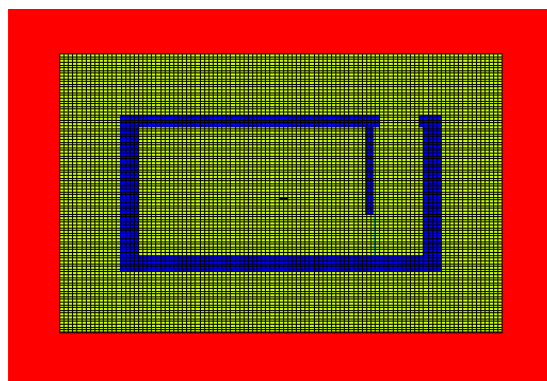


Fig 3. Mesh Tally utilizada em CNPX (corte XY)

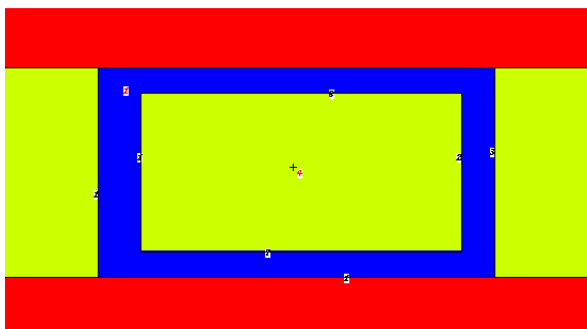


Fig 4. Geometria do bunker em MCNPX (corte YZ)

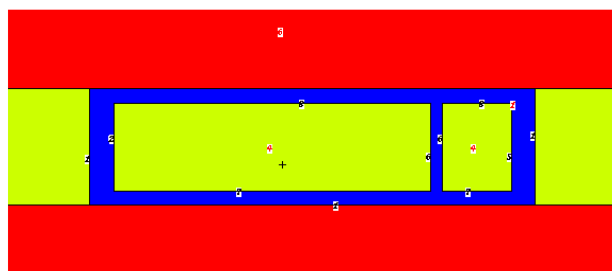


Fig 5. Geometria do bunker em MCNPX (corte XZ)

A fonte foi posicionada no centro do bunker, tendo-se considerado as suas dimensões (cilindro de raio 1 mm e extensão 2,31 mm) de acordo com a informação na ficha de certificação da fonte [7]. Após simulação de 64 468 251 partículas, obteve-se assim a seguinte distribuição de dose no plano da fonte ($z = 80$ cm):

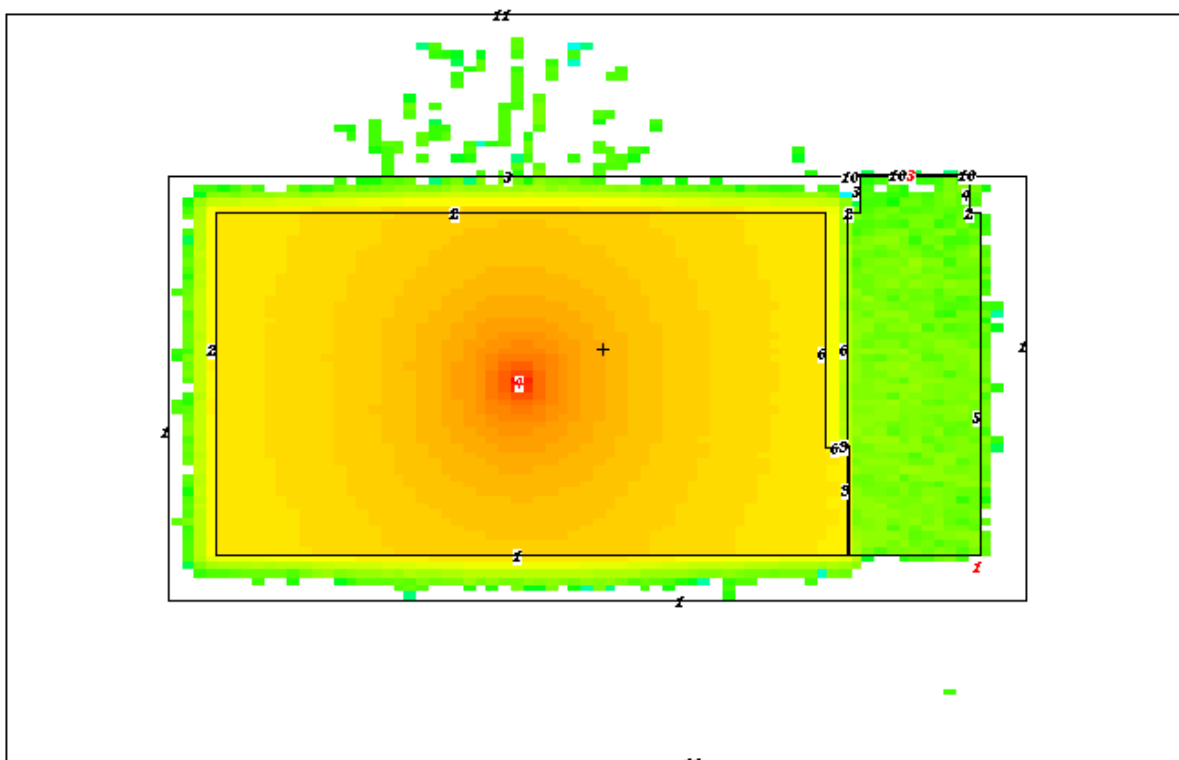


Fig 6. Distribuição de dose no bunker e áreas adjacentes no plano da fonte (corte XY, $Z = 80$ cm)

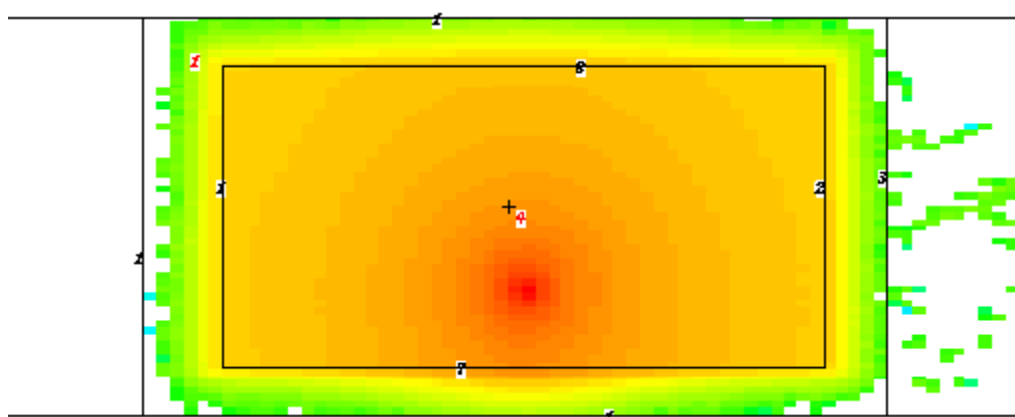


Fig 7. Distribuição de dose no bunker e áreas adjacentes no plano da fonte (corte YZ, $X = 0$ cm)

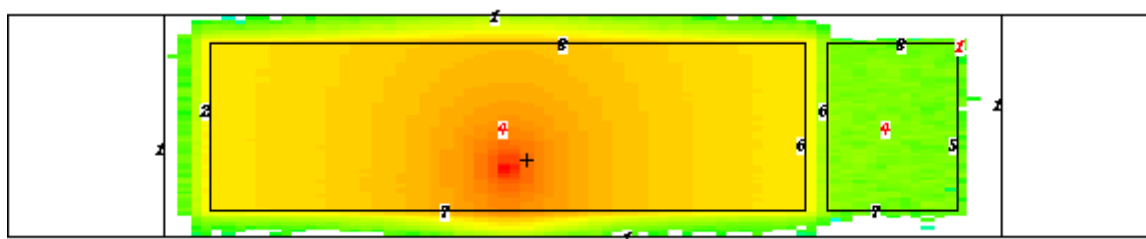


Fig 8. Distribuição de dose no bunker e áreas adjacentes no plano da fonte (corte XZ, $Y = 0$ cm)

Os resultados da *mesh tally* em $(Sv/h)/(partícula/cm^2s)$ foram por conseguinte determinados no plano da fonte ($z = 80$ cm) nos seguintes ponto de medição:

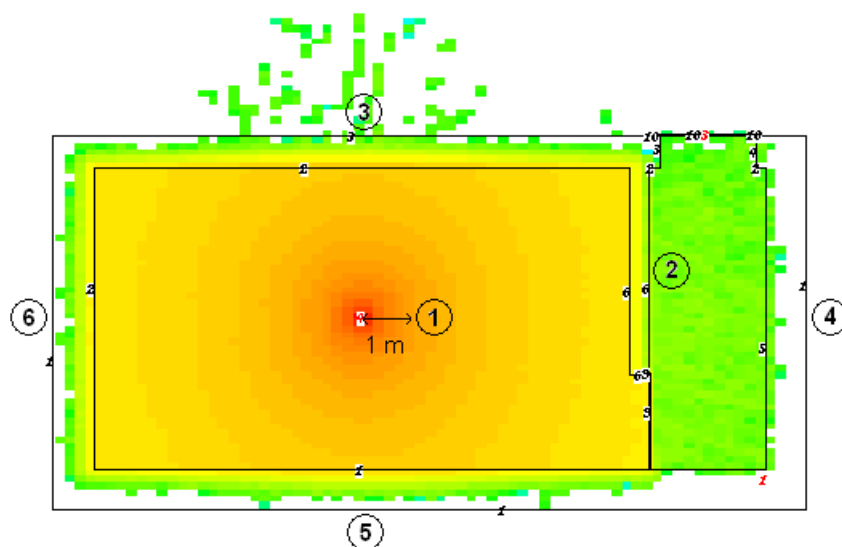


Fig 9. Pontos de medição / avaliação

De forma a obter os débitos de dose em mSv/h foi necessário multiplicar os resultados obtidos por um factor multiplicativo resultante da actividade da fonte ($1,33 \text{ Ci} = 4,92 \times 10^{10} \text{ Bq}$) e da *mesh tally* utilizada.

Foram por conseguinte realizadas as mesmas avaliações, nos mesmos pontos, recorrendo ao modelo teórico por aproximação de fonte pontual. Para este efeito, foi considerada uma constante Γ específica de $1,386 \times 10^{-4} \text{ mSv/MBq}\cdot\text{h}$ a 1 m da fonte para o ^{192}Ir [4] e uma espessura semi-redutora (HVL) de 4,1 cm para o betão frente à radiação emitida pelo ^{192}Ir [5].

Finalmente, os débitos de dose foram medidos na prática, nos mesmos pontos, recorrendo a um monitor de radiação Fluke Victoreen 451P, devidamente verificado metrologicamente.

3. Resultados

De acordo com a simulação em MCNPX, obtiveram-se os seguintes resultados:

Ponto de medição	Dose (Sv/h)/(part/cm ² s)	Factor multiplicativo	Dose (mSv/h)
1	$3,7863 \times 10^{-14}$	$1,6395 \times 10^{14}$	6,2
2	$3,1615 \times 10^{-18}$	$1,6395 \times 10^{14}$	0,00052
3	$5,0127 \times 10^{-19}$	$1,6395 \times 10^{14}$	0,00008
4	0	$1,6395 \times 10^{14}$	0,00000
5	0	$1,6395 \times 10^{14}$	0,00000
6	0	$1,6395 \times 10^{14}$	0,00000

De acordo com a metodologia pela aproximação de fonte pontual:

Ponto de medição	Dose (mSv/h)
1	6,8
2	0,00021
3	0,00001
4	0,00000
5	0,00000
6	0,00000

De acordo com as medições práticas realizadas:

Ponto de medição	Dose (mSv/h)
1	$6,0 \pm 0,8$
2	$0,00050 \pm 0,00008$
3	$0,00008 \pm 0,00006$
4	$0,00000 + 0,00003$
5	$0,00000 + 0,00003$
6	$0,00000 + 0,00003$

As incertezas expandidas de medição apresentadas estão expressas pela incerteza padrão multiplicada pelo factor de expansão $k = 2$, o qual, para uma distribuição normal, corresponde a uma probabilidade de 95,45% [8]. As principais fontes de incerteza associadas à medição do débito de dose compreenderam a tolerância do equipamento, a resolução de leitura e a contribuição das condições ambientais, dado que o desvio padrão experimental da média das medições realizadas se apresentou desprezável. Todas as medições apresentadas encontram-se arredondadas tendo em consideração o limite de resolução conseguido nas leituras.

Os erros encontrados entre os três métodos apresentam-se assim em continuação:

Ponto de medição	Dose medida (mSv/h)	Dose MCNPX (mSv/h)	Erro (%)
1	$6,0 \pm 0,8$	6,2	3,5
2	$0,00050 \pm 0,00008$	0,00052	3,7
3	$0,00008 \pm 0,00006$	0,00008	9,6
4	$0,00000 + 0,00003$	0,00000	---
5	$0,00000 + 0,00003$	0,00000	---
6	$0,00000 + 0,00003$	0,00000	---

Ponto de medição	Dose medida (mSv/h)	Dose teórica (mSv/h)	Erro (%)
1	$6,0 \pm 0,8$	6,8	13,7
2	$0,00050 \pm 0,00008$	0,00021	-58,0
3	$0,00008 \pm 0,00006$	0,00001	-89,3
4	$0,00000 + 0,00003$	0,00000	---
5	$0,00000 + 0,00003$	0,00000	---
6	$0,00000 + 0,00003$	0,00000	---

4. Conclusões

Os resultados obtidos por simulação Monte Carlo mostraram-se muito consistentes com os valores medidos, onde todos os erros encontrados foram inferiores a 10%, tomando o valor mínimo (de 3,5%) na avaliação do débito de dose a 1 m da fonte. Embora o método teórico se afastasse mais dos valores medidos, considera-se igualmente coerente em ordem de grandeza. Os maiores desvios encontrados devem-se aos baixos débitos medidos, no limiar de detecção do equipamento, o que implicou uma elevada incerteza de medição. Por outro lado esta metodologia não tem em consideração a radiação dispersa por outras superfícies, que contribui para um aumento do valor medido, sobretudo em zonas onde este fenómeno é mais importante (ex.: corredor do labirinto).

De futuro, e de modo a minimizar as incertezas expandidas de medição na envolvente do bunker, poderá ser utilizada uma fonte de maior actividade (dentro dos limites para o qual o bunker foi projectado) na medida em que conduz a débitos de dose mais elevados. Para obter maior representatividade dos débitos de dose no interior do bunker, poderão ainda ser considerados outros pontos de comparação, incluindo a utilização de barreiras de características bem definidas (geometria, espessura e composição) de chumbo, PMMA, água e outros materiais.

O presente estudo vem assim reforçar que a estimativa prévia dos débitos de dose na envolvente do bunker, recorrendo tanto a modelos teóricos como computacionais, permite uma análise prévia do local em termos de segurança radiológica. Não obstante, estes modelos devem ser validados com recurso a medições reais, uma vez que não têm em consideração possíveis falhas de construção do bunker, bem como a possível degradação no tempo das suas barreiras e estruturas.

REFERÊNCIAS

- [1] MCNPXTM USER'S MANUAL, Version 2.5.0, April 2005, Denise B. Pelowitz, Editor.
- [2] MCNPX Extensions, Version 2.5.0, April 2005.
- [3] Generic procedures for assessment and response during a radiological emergency, International Atomic Energy Agency, August 2000.
- [4] Radionuclide and Radiation Protection Data Handbook, 2nd Edition (2002), D. Delacroix, J. P. Guerre, P. Leblanc, C. Hickman, Published by Nuclear Technology Publishing.
- [5] Nondestructive Testing Handbook, third edition: Volume 4, American Society for Nondestructive Testing, Inc., 2002.
- [6] Procedimento Técnico PO.M-DM/RAD-02 Ed. 1, Unidade Técnica de Protecção Radiológica, ISQ.
- [7] Certificate for Sealed Radioactive Source, NDS Nordion, Aagiris, Science for Safety.
- [8] JCGM 100:2008, Evaluation of Measurement Data – Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement, GUM 1995 with minor corrections.

SEGURANÇA: O PORQUÊ DA CALIBRAÇÃO?

Tânia Farinha e Alexandra Costa

Instituto de Soldadura e Qualidade, Av. Prof. Dr. Cavaco Silva – Porto Salvo

RESUMO

Nas últimas décadas a saúde e a segurança tem ganho uma importância cada vez maior em diferentes áreas, nomeadamente no trabalho [1] e em espaços confinados.

A segurança na exposição a gases é uma área de particular interesse devido às consequências e às lesões que determinados gases podem provocar no ser humano. Assim a monitorização do ar que respiramos, quer em ambiente de trabalho ou em ambientes adversos é crucial. Essa monitorização é efectuada com recurso a analisadores de gases, capazes de detectar e determinar com eficácia a fracção molar dos gases presentes na atmosfera circundante.

A calibração [2] permite-nos determinar se os detectores de gases se encontram a medir com a exactidão [3] necessária à nossa segurança. O Labmetro – Instituto de Soldadura e Qualidade (ISQ), efectua a calibração de analisadores de gases com vista a ser possível determinar se estes se encontram aptos a serem utilizados como ferramenta de protecção humana individual para os diferentes gases, nomeadamente monóxido de carbono (CO), metano (CH₄), propano (C₃H₈), oxigénio (O₂), dióxido de carbono (CO₂), monóxido de azoto (NO), dióxido de azoto (NO₂), oxigénio (O₂) e sulfureto de hidrogénio (H₂S).

Nesta apresentação é dada ênfase à importância da calibração dos analisadores com vista a garantir a segurança do operador, as consequências para o ser humano da exposição a determinados gases, assim como os seus respectivos limites de exposição. São ainda evidenciadas áreas onde a segurança na exposição a gases é importante assim como a legislação subjacente.

ABSTRACT

In the last years, health and safety issues have gained a major importance in many areas, and in particular in working environments [1] and confined spaces.

Safety associated to the inhaled air is an area of particular interest, since the consequences and injuries that it can cause in humans are very dangerous. Thus monitoring the air we breathe, whether in the workplace or in harsh environments, is crucial. The monitoring can be made through gas analysers, which detect and determine the mole fraction of gases in the surrounding atmosphere.

The calibration [2] process allows the determination of the accuracy of the measurement made by the gas detectors [3], necessary for our security. The Labmetro - laboratory of Instituto de Soldadura e Qualidade (ISQ) calibrates gas analysers and determines if they can be used as

tool to protect human life from different gases such as carbon monoxide (CO), methane (CH₄), propane (C₃H₈), oxygen (O₂), carbon dioxide (CO₂), nitrogen monoxide (NO), nitrogen dioxide (NO₂) and hydrogen sulfide (H₂S).

In this presentation, we wish to demonstrate the importance of calibration as a protection to human life, the consequences of human exposure to certain gases and respective exposure limits. Additionally, we will evidence the areas where the security in exposure to gases is important as well as the underlying legislation.

Introdução

Segurança nos locais de trabalho

A norma portuguesa (NP) 1796 fixa os valores limite de exposição a agentes químicos existente no ar nos locais de trabalho ^[1]. Assim, são evidenciados os Valores Limite de Exposição (VLE), i.e. a fracção molar de cada composto químico à qual os trabalhadores podem estar expostos diariamente, durante o período normal de trabalho, sem efeitos adversos para a sua saúde. Estes valores podem ser apresentados sob a forma de média ponderada (VLE-MP) ou valores de curta duração (VLE-CD).

Tabela 1: Valores Limite de Exposição para o ser humano

Componente Químico	VLE-MP (ppm)	VLE-CD (ppm)	Consequências
CO	25	-	Carboxihemoglobina
CO ₂	5000	30 000	Asfixia
NO	25	-	Hipóxia e irritação do trato respiratório
NO ₂	3	5	Irritação do trato respiratório
SO ₂	2	5	Irritação do trato respiratório
Hidrocarbonetos alifáticos (C1-C4)	1000	-	Afecção do sistema nervoso central e sensibilização cardíaca

Segurança em espaços confinados

A segurança em espaços confinados é garantida através do cumprimento de inúmeros procedimentos efectuados antes da entrada nos referidos locais. Esses procedimentos incluem, entre outros, a medição e avaliação da perigosidade da atmosfera. Estas medições pretendem evitar acidentes por asfixia, intoxicação, incêndio ou explosão. A ventilação de um espaço confinado é um dos procedimentos efectuados antes da entrada de qualquer indivíduo, com vista a garantir uma atmosfera segura e a evitar o défice de oxigénio.

Tabela 2: Efeitos no ser humano quando sujeito a uma atmosfera com déficit de oxigénio ^[4]

Fração molar (10^{-2} mol/mol)	Consequências
20,9	Quantidade presente no ar ambiente
17	Redução da visão nocturna, aumento do volume de respiração e do batimento cardíaco
16	Tonturas e aumento do tempo de reacção
15	Falta de coordenação e atenção, perda de controlo muscular, respiração intermitente
12	Perda de coordenação e danos cerebrais permanentes
10	Náuseas, vômitos e incapacidade de movimentação
6	Movimentos convulsivos, morte em 5-8 minutos

Calibração

O Labmetro, Laboratório de Metrologia do Instituto de Soldadura e Qualidade (ISQ) obteve em 2011 a acreditação para a calibração de analisadores de gases ambientais. A calibração é efectuada por comparação com padrões de referência gerados dinamicamente e de acordo com a norma ISO 6145:6 ^[5].

Com a calibração pretende-se assim determinar o erro associado à medição, o que nos permite determinar com exactidão a fracção molar de cada gás presente na atmosfera.

A incerteza expandida associada à calibração é calculada de acordo com Guia EA-4/02 ^[6] e resulta da multiplicação da incerteza combinada com o factor de expansão (k). Diversas fontes contribuem para a determinação da incerteza combinada nomeadamente: incerteza associada ao sistema de diluição, incerteza do padrão de referência, resolução do equipamento a calibrar e a dispersão dos resultados obtidos.

Conclusão

A monitorização do ambiente circundante é essencial a fim de garantir a nossa segurança em locais que ocupamos de forma frequente ou ocasional. A calibração dos equipamentos que efectuem essa monitorização é uma operação crucial a fim de esta ser efectuada correctamente.

Nos nossos locais de trabalho permite-nos determinar se o limite de exposição para cada componente químico não é atingido.

Em espaços confinados permite-nos avaliar a perigosidade da atmosfera a que o indivíduo ficará sujeito, garantido igualmente que a quantidade de oxigénio presente não causa lesões temporárias ou permanentes.

Referências

- [1] Norma Portuguesa (NP) 1796 Segurança e Saúde do Trabalho - Valores limite de exposição profissional a agentes químicos, 2007
- [2], [3] VIM – Vocabulário Internacional de Metrologia 2012, 1ª Edição Luso-Brasileira,
- [4] APPENDIX 3 Oxygen Deficiency Hazards (ODH), Physics Division, Argonne National Laboratory, U.S. Department of Energy,
- [5] ISO 6145:6, 2ª Edição 2003, Gas analysis — Preparation of calibration gas mixtures using dynamic volumetric methods — Part 6: Critical orifices,
- [6] Guia EA-4/02 Expression of the Uncertainty of Measurement in Calibration 1999.

CERTIFICAÇÃO E ACREDITAÇÃO: DOIS CONCEITOS NUM LABORATÓRIO DE METROLOGIA

José António da Silva Barradas

CATIM - Centro de Apoio Tecnológico à Indústria Metalomecânica

RESUMO

Na última metade do século passado, o número de organizações Portuguesas com certificação da qualidade tem aumentado, tal como tem sucedido na grande maioria dos países. De acordo com a norma ISO 9001, todas as organizações certificadas devem calibrar os seus equipamentos de medição. Para isso as organizações recorrem a laboratório de metrologia.

Atualmente existem organizações/entidades com os seus Sistemas de Gestão da Qualidade (SGQ) certificados pelo referencial ISO 9001 e que possuem laboratórios de metrologia. Por outro lado, existem também entidades com laboratórios acreditados pela norma ISO/IEC 17025. Por fim existem as organizações/entidades que têm o seu SGQ certificado pela norma ISO 9001 e também o seu laboratório de metrologia acreditado pela norma ISO/IEC 17025.

Assim, o objetivo desta investigação é o de analisar o nível de importância das normas ISO 9001 e ISO/IEC 17025 para um laboratório de metrologia a fim de alcançar a qualidade e a melhoria contínua.

Dos dados obtidos através dos casos de estudo investigados conclui-se que a certificação segundo a norma ISO 9001 é uma abordagem importante para os laboratórios que efetuem calibrações/verificações internas, enquanto que a acreditação segundo a norma ISO/IEC 17025 é o reconhecimento mais importante para os laboratórios de metrologia. Contudo, caso os laboratórios trabalhem de acordo com a norma ISO 9001 e a norma ISO/IEC 17025 conseguem transmitir de forma mais eficaz a qualidade dos serviços do laboratório.

Palavras-chave: Acreditação ISO/IEC 17025; Certificação ISO 9001; Metrologia; Sistemas de Gestão da Qualidade.

ABSTRACT

In the last half century, the number of Portuguese companies with quality certification has increased, as is the case in most countries. According to the ISO 9001 standard all the certified companies should calibrate their measuring equipment. For that, the organizations make use of the metrology laboratory.

In this moment, there are companies with their Quality Management Systems (QMS) certified according to the ISO 9001 standard who have metrology laboratories. On the other hand there are companies with ISO/IEC 17025 accredited laboratories. Finally, there are companies that

have their QMS certified to ISO 9001 and also its metrology laboratory accredited by ISO/IEC 17025.

Thus, the aim of this research project is to analyze, the importance level of ISO 9001 and ISO/IEC 17025 standards for a metrology laboratory to reach the quality.

From the data obtained by the case studies investigated, we conclude that the certification according to standard ISO 9001 only contributes for laboratories that carry out internal calibrations/checks, while the accreditation according to ISO/IEC 17025 is the most important recognition for metrology laboratories, but if the laboratories work in accordance with standard ISO 9001 and the standard ISO/IEC 17025, they can report more effectively the quality of the laboratory services.

Keywords: Accreditation ISO/IEC 17025; Certification ISO 9001; Metrology; Quality Management Systems.

1. Introdução

Uma das portas de entrada das organizações portuguesas para o sucesso num mercado cada vez mais globalizado é, sem dúvida, a certificação. De acordo com Santos (1992), a certificação segundo a norma ISO 9001 visa constituir uma prova de que as organizações portuguesas possuem capacidade própria para cumprir com determinados requisitos e exigências reconhecidas a nível europeu e mesmo a nível internacional. Por outro lado, a certificação demonstra mais facilmente a validade do seu próprio sistema de gestão da qualidade (SGQ) a clientes, permitindo assim estar na linha da frente em possíveis concursos e contratos para o fornecimento de serviços ou produtos. Outra mais-valia e segundo Peña (2002) é a garantia de que todos os seus equipamentos de medição e controlo são calibrados ou verificados, ou ambos, em intervalos especificados ou antes da sua utilização, em laboratórios de metrologia, cujos padrões de medição utilizados são rastreáveis a padrões de medição internacionais ou nacionais, segundo o ponto 7.6 do referencial ISO 9001. Assim consegue-se assegurar, com rigor e qualidade, as suas medições e utilizar dados fiáveis para o controlo da qualidade dos seus serviços ou produtos e sua melhoria (Karnes e Kanet, 1994), e em muitos casos dando origem a economias consideráveis com serviços ou produtos não conformes. Na grande maioria dos casos esses laboratórios são acreditados segundo o referencial ISO/IEC 17025 pelo IPAC - Instituto Português de Acreditação, entidade acreditadora em Portugal.

A certificação e a acreditação de sistemas de gestão são atividades que se diferenciam no que diz respeito aos objetivos e aos respetivos referenciais. Segundo a norma ISO/IEC 17000, a certificação (de sistemas de gestão, de produtos, de

peessoas) é uma das atividades de avaliação da conformidade. Por outro lado, a acreditação é o reconhecimento da competência técnica para exercer as atividades de avaliação da conformidade, de acordo com a mesma norma.

Dependendo da atuação do laboratório, a seleção do referencial de avaliação da conformidade do SGQ, pode ser apenas a certificação segundo a norma ISO 9001 ou a acreditação segundo a norma ISO/IEC 17025 (Pizzolato *et al.*, 2008). De acordo com Prado Filho (2010), se um laboratório possuir a certificação do seu sistema de gestão segundo o referencial ISO 9001 isso significa que a calibração ou ensaio são realizados de acordo com procedimentos escritos e fundamentados que garantem os requisitos do referencial em causa. Quando acreditado segundo a norma ISO/IEC 17025, o laboratório não tem apenas de executar a calibração de acordo com um procedimento escrito, mas também de confirmar a competência técnica de quem executa a respetiva calibração.

Contudo, um laboratório de metrologia não está obrigado a possuir uma certificação segundo a norma ISO 9001 ou acreditação segundo a norma ISO/IEC 17025, assumindo-se estes reconhecimentos como requisitos indispensáveis para a diferenciação do laboratório no mercado (Noronha e Magalhães, 2006).

1.1. Objetivos

Face ao facto dos estudos efetuados nestas áreas não tentarem perceber qual a motivação e objetivos para que um laboratório de metrologia possua a implementação dos dois sistemas de gestão, o principal objetivo deste trabalho de investigação prende-se com a averiguação do nível de importância da certificação segundo a norma ISO 9001 e/ou da acreditação segundo a norma ISO/IEC 17025 para um laboratório de metrologia. Para se conseguir responder a esta questão estudaram-se laboratórios que possuem as três hipóteses possíveis de implementação de sistemas de gestão, ou seja, laboratórios apenas com a certificação segundo a norma ISO 9001, laboratórios unicamente com a acreditação segundo a norma ISO/IEC 17025 e por último, laboratórios que possuem os dois sistemas de gestão implementados.

Com este estudo vai-se procurar identificar quais as motivações para a implementação dos sistemas de gestão, as dificuldades encontradas durante o processo de implementação e como essas dificuldades foram ultrapassadas e quais os benefícios resultantes da implementação dos sistemas de gestão para os laboratórios de metrologia.

A metrologia e a qualidade são duas áreas importantíssimas para a nossa indústria, para a sociedade e para a nossa segurança, e que não podem existir uma sem a outra. O que se verifica é que estas duas áreas, normalmente, são estudadas e

investigadas separadamente. Assim, com este trabalho procurou-se estudar as duas em paralelo e apresentar os benefícios de possuir um sistema de gestão da qualidade segundo a norma ISO 9001 e um reconhecimento técnico, designado por acreditação, segundo a norma ISO/IEC 17025.

2. Certificação e Acreditação de Sistemas de Gestão da Qualidade: duas Perspetivas

A implementação de um sistema de gestão é sempre um ato voluntário, podendo ser implementado em qualquer organização. Dependendo do objetivo pretendido pela organização é escolhido o sistema de gestão a implementar, com vista a uma melhoria contínua e satisfação dos clientes. Para tal, é necessário conhecer os requisitos dos respetivos referenciais a implementar, de forma a tirar o melhor partido deles.

2.1. A norma NP EN ISO 9001: 2008

A implementação de um sistema de gestão da qualidade segundo a norma ISO 9001 tem como objetivo demonstrar a aptidão das organizações em fornecer, de forma consistente, produtos ou serviços que vão ao encontro dos requisitos do cliente, aumentando a satisfação do mesmo, e efetuar uma melhoria contínua aos seus processos. Este referencial é aplicável a todas as organizações, independentemente do tipo, dimensão e produto ou serviço que oferece.

2.1.1. Certificação ISO 9001

A palavra certificação é muitas vezes mal aplicada pelo facto de se desconhecer o real significado da mesma. De acordo a norma ISO/IEC 17000, a certificação é a "Atestação¹ de terceira parte, relativa a produtos, processos, sistemas ou pessoas.". Por outras palavras, a certificação é uma atividade de avaliação da conformidade realizada por uma terceira parte, independente da organização candidata, que comprava que esta cumpre com determinados requisitos de qualidade.

A certificação de acordo com a norma ISO 9001 resulta em claros benefícios para as organizações e para a sociedade em geral². Relativamente à sociedade em geral, a certificação segundo a norma ISO 9001 garante a eficácia dos processos de realização dos serviços ou produtos a adquirir, sendo esse um fator de decisão para a sua aquisição, complementar ao seu custo final. Para as organizações, a aplicação da

¹ Atestação, segundo a norma ISO/IEC 17000, é a emissão de uma comprovação, com base numa decisão decorrente de uma análise, de que o cumprimento dos requisitos especificados foi demonstrado.

² A utilização do termo sociedade em geral engloba clientes, fornecedores, pessoas particulares, entidades públicas, etc.

norma ISO 9001 permite a melhoria contínua do SGQ, contribuindo para o aumento da satisfação dos seus clientes.

2.2. A norma NP ISO/IEC 17025: 2005

Em 2005 foi publicada a segunda edição deste referencial, o qual possui os requisitos gerais a que um laboratório deve obedecer para ser acreditado.

Esta nova edição é sinónimo de compromisso da gestão com a melhoria contínua do sistema de gestão global, quer na sua componente de gestão e organização, quer na componente técnica, bem como na componente de comunicação, como forma de interação com o sistema de gestão dentro do laboratório e na relação com os clientes.

2.2.1. Acreditação ISO/IEC 17025

A definição de acreditação segundo a norma ISO/IEC 17000 é a "Atestação de terceira parte, relativa a um organismo de avaliação da conformidade, que constitui um reconhecimento formal da sua competência para a realização de atividades específicas da avaliação da conformidade.". De uma forma mais simples, a acreditação é o reconhecimento formal, por parte de um organismo de acreditação, de que um laboratório detém competência técnica para exercer as atividades de avaliação da conformidade (calibrações, ensaios, certificações ou inspeções), de acordo com determinados requisitos e com credibilidade.

A acreditação é também uma ferramenta de marketing eficaz, pois a mesma é um passaporte para a apresentação de propostas a grandes organizações e organizações que exigem laboratórios independentes e fiáveis (ILAC, 2010). O mais importante benefício da acreditação de acordo com Squirrell (2001), é o de que qualquer certificado de calibração ou ensaio emitido por um laboratório que esteja acreditado por um organismo de acreditação que seja signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo – MRA, é aceite em qualquer país signatário do mesmo acordo, segundo o documento EA-01/083.

2.3. Análise comparativa entre as normas ISO 9001 e ISO/IEC 17025

A norma ISO/IEC 17025, na sua introdução, refere que a grande evolução da utilização de sistemas de gestão conduziu à necessidade de garantir aos laboratórios que fazem parte de organizações mais amplas que o seu SGQ cumpre os requisitos da norma ISO 9001. Assim, a norma ISO/IEC 17025 inclui os requisitos da norma ISO 9001 relevantes para o serviço de calibração ou ensaio abrangidos pelo SGQ do

³ Documento que prevê os fundamentos para a aceitação de equivalência dos sistemas de acreditação administrados por membros da EA – European cooperation for Accreditation, e aceitação dos certificados e relatórios emitidos por organizações credenciadas pelos respetivos membros.

laboratório em causa. De acordo com a mesma norma, "A conformidade do sistema de gestão da qualidade de um laboratório com os requisitos da ISO 9001 não demonstra, por si só, a competência do laboratório para produzir dados e resultados tecnicamente válidos. Nem a conformidade demonstrada com a presente Norma implica conformidade do sistema de gestão da qualidade do laboratório com todos os requisitos da ISO 9001.". Ou seja, um laboratório que seja acreditado segundo a norma ISO/IEC 17025 não garante ao seu cliente, a nível nacional ou internacional, que a organização na qual o laboratório se encontra inserido obedece a todos os requisitos da certificação segundo a norma ISO 9001, nomeadamente os que abrangem os requisitos de realização de produtos e os requisitos de monitorização e avaliação dos produtos (Barradas e Sampaio, 2011). Por sua vez, um laboratório que esteja inserido numa organização que possua um SGQ certificado segundo a norma ISO 9001, não garante que o mesmo possua competência técnica adequada para avaliar a conformidade de determinados equipamentos, produtos ou mesmo serviços. Na figura 1 encontra-se representada a interação entre as normas ISO 9001 e ISO/IEC 17025.

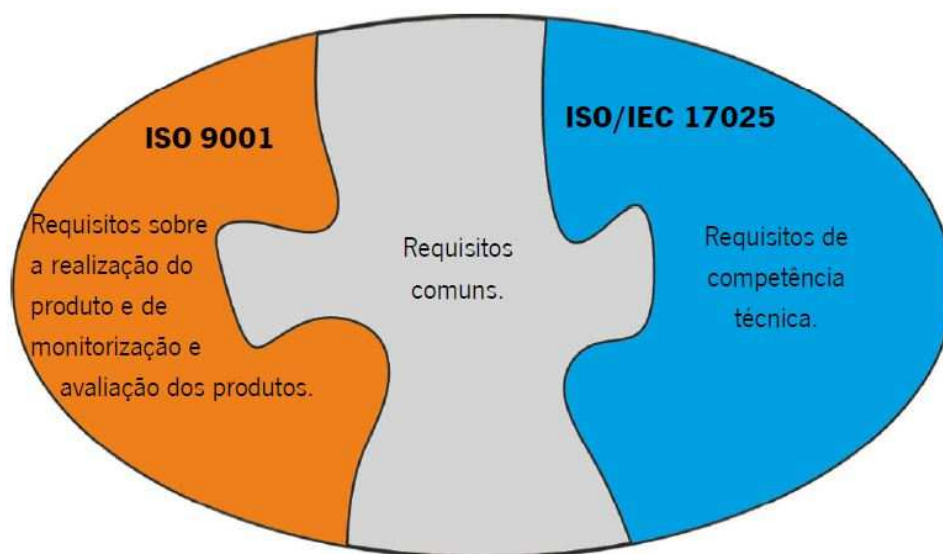


Figura 1 – Interação da norma ISO 9001 e da norma ISO/IEC 17025

Fonte: Barradas, 2011

As normas ISO 9001 e ISO/IEC 17025, embora distintas quanto ao seu objeto, complementam-se.

Para os laboratórios interessados em demonstrar competência técnica apoiados por um sistema de qualidade, o referencial adequado é o ISO/IEC 17025. Por outro lado, laboratórios acreditados segundo a norma ISO/IEC 17025 podem ter motivos para também possuírem a certificação segundo a norma ISO 9001, como por exemplo,

laboratórios que estejam inseridos em organizações que tenham a necessidade de avaliar o seu sistema de gestão da qualidade (Barradas e Sampaio, 2011).

3. Casos de Estudo e Caracterização da Amostra

Na investigação em causa foram realizados nove casos de estudo em laboratórios, os quais foram agrupados em três grupos - o grupo ISO 9001 – laboratórios com a certificação segundo a norma ISO 9001, o grupo ISO 17025 – laboratórios com a acreditação segundo a norma ISO/IEC 17025, e o grupo ISO 9001 e 17025 – laboratórios com a certificação e acreditação segundo as normas ISO 9001 e ISO/IEC 17025, respetivamente.

Os setores de atividade aos quais os laboratórios estudados pertencem são diferentes, tais como o setor de formação, indústrias transformadoras, prestação de serviços, indústria automóvel e instituições de investigação. Por outro lado, os casos de estudo pertencem também a diferentes áreas geográficas. Assim, foram estudados laboratórios localizados na zona centro e norte de Portugal e também um laboratório em Espanha, localizado na região da Galiza.

4. A Implementação das Normas ISO 9001 e ISO/IEC 17025 num Laboratório de Metrologia: Resultados Obtidos

Neste capítulo apresenta-se a análise qualitativa e a discussão da informação decorrente de cada um dos casos de estudo realizados.

Para uma mais fácil interpretação dos resultados, os laboratórios de estudo foram designados por:

- Lab.C1, Lab.C2 e Lab.C3 (pertencentes ao grupo ISO 9001);
- Lab.A1, Lab.A2 e Lab.A3 (pertencentes ao grupo ISO 17025);
- Lab.CA1, Lab.CA2 e Lab.CA3 (pertencentes ao grupo ISO 9001 e 17025).

4.1. Motivações para a implementação do sistema de gestão

Os motivos que levam os laboratórios a solicitar a certificação ou a acreditação são distintos.

Quando questionados se os seus clientes exigem apenas um dos referenciais ou ambos, a resposta foi unânime no sentido de referirem que os clientes preocupam-se apenas com o facto do laboratório ser acreditado, visto a maioria não saber distinguir o conceito de certificação do conceito de acreditação.

No quadro 1 compilam-se as principais motivações que levaram os laboratórios a implementar os sistemas de gestão.

Quadro 1 – Motivações para a implementação do sistema de gestão.

<i>Grupo ISO 9001</i>	<i>Grupo ISO 17025</i>	<i>Grupo ISO 9001 e 17025</i>
Organizar métodos internos de trabalho.	Exigência do mercado.	Aceitação e reconhecimento dos relatórios/ certificados em qualquer país signatário do acordo de reconhecimento mútuo da EA e do ILAC.
Apostar na qualidade do produto ou serviço prestado.	Execução do serviço de calibração para o exterior.	Uniformizar todas as áreas do laboratório.
Efetuar calibrações/ verificações a nível interno.	Exigência dos clientes.	Exigência dos clientes.
Exigência por parte do setor de atividade.	-----	Maior reputação da qualidade do serviço prestado perante o cliente.

Pela análise das respostas obtidas presentes no quadro acima apresentado, verifica-se que não existe nenhuma motivação específica para um laboratório de metrologia possuir um sistema de gestão segundo a norma ISO 9001. Este encontra-se certificado segundo a norma ISO 9001 devido ao facto da organização onde o laboratório se encontra inserido possuir ela mesma um sistema de gestão certificado segundo esse referencial. As organizações que apostam na qualidade do produto ou serviço prestado e pretendam efetuar calibrações/verificações a nível interno possuem um laboratório de metrologia, sendo este considerado como um departamento dentro da organização, possuindo também a certificação segundo a norma ISO 9001. Já em relação aos laboratórios com o sistema de gestão segundo a norma ISO/IEC 17025, a grande motivação que os leva a possuir este sistema de gestão é a exigência do mercado e dos clientes, sendo estes maioritariamente externos. Os laboratórios pertencentes ao grupo ISO 9001 e 17025 reconhecem que as principais motivações que os levam a possuir ambos os sistemas de gestão baseiam-se na uniformização de todas as áreas do laboratório, e na criação de uma maior reputação da qualidade do serviço prestado ao cliente.

4.2. Dificuldades sentidas durante o processo de implementação do sistema de gestão

Após a análise dos dados obtidos verificou-se que as dificuldades comuns aos três grupos de estudo durante o processo de implementação dos sistemas de gestão são o desenvolvimento de processos e procedimentos, a definição de critérios de aceitação dos equipamentos, a falta de formação dos colaboradores na área de metrologia e a implementação, alteração e adaptação de novas práticas de trabalho, uma vez que já existem hábitos de trabalho enraizados nos técnicos.

As dificuldades relativas a todo o processo que envolve a gestão de equipamentos e os cálculos das incertezas encontram-se apenas no grupo ISO 17025 e no grupo ISO 9001 e 17025, visto serem dificuldades de carácter mais técnico.

No quadro 2 encontram-se as dificuldades que os laboratórios analisados sentiram durante os processos de implementação dos sistemas de gestão.

Quadro 2 – Dificuldades sentidas durante o processo de implementação do sistema de gestão.

Grupo ISO 9001	Grupo ISO 17025	Grupo ISO 9001 e 17025
Desenvolvimento de processos e procedimentos.		
Definição de critérios de aceitação dos equipamentos.		
Falta de formação dos colaboradores na área de metrologia.		
Implementação, alteração e adaptação de novas práticas de trabalho.		
-----	Dificuldades relativas à gestão de equipamentos.	
-----	Cálculo de incertezas.	

4.3. Benefícios decorrentes da implementação dos sistemas de gestão

A informação recolhida nesta questão variou significativamente entre os grupos. Para o grupo ISO 9001, a certificação do laboratório trouxe uma maior sistematização de toda a informação e atividade do mesmo. Os colaboradores envolveram-se mais e ficaram mais proactivos. Verificou-se também um aumento da eficácia da formação e informação fornecidas aos colaboradores. A obrigatoriedade de calibrar e verificar os equipamentos de medição foi outro grande benefício para os laboratórios, conclusão já referida por Peña (2002), visto que os mesmos efetuam serviços internos, pois os equipamentos de medição são determinantes na aferição da qualidade e segurança dos produtos.

No caso dos laboratórios unicamente acreditados segundo a norma ISO/IEC 17025, os benefícios organizacionais referidos foram a possibilidade de rastrear todo o trabalho e equipamentos, para além de definir mais claramente a operacionalidade do laboratório, fazendo com que os resultados sejam mais confiáveis e credíveis. Neste caso, existe um grande benefício que é uma maior formação a nível técnico por parte dos colaboradores. Outro grande benefício que a acreditação possibilitou foi o

aumento do número de clientes e do volume de trabalho para os laboratórios, visto os clientes exigirem calibrações acreditadas.

Relativamente ao terceiro grupo de estudo, laboratórios certificados e acreditados, as opiniões não são consensuais no que diz respeito aos benefícios obtidos. Alguns responsáveis referiram que a norma ISO 9001 não traz, por si só, vantagens para um laboratório que possua o seu sistema de gestão acreditado segundo a norma ISO/IEC 17025. Por sua vez, outros salientaram que a combinação das duas normas é útil para o laboratório, uma vez que um dos benefícios alcançados foi o aumento da vida útil dos equipamentos, visto os técnicos possuírem mais formação específica nas áreas da qualidade e metrologia e assim estarem sempre atualizados com as melhores práticas existentes. Outro grande benefício da integração das normas ISO 9001 e ISO/IEC 17025 referido foi uma maior perceção por parte dos clientes da qualidade do serviço prestado pelo laboratório.

O quadro 3 compila os benefícios identificados em cada um dos grupos.

Quadro 3 – Benefícios decorrentes da implementação dos sistemas de gestão.

Grupo ISO 9001	Grupo ISO 17025	Grupo ISO 9001 e 17025
Maior sistematização de toda a informação e atividade do laboratório.	Possibilidade de rastreabilidade do trabalho e dos equipamentos.	Aumento da vida útil dos equipamentos.
Maior envolvimento e pró atividade dos colaboradores.	Definição mais clara da operacionalidade do laboratório.	Formação específica e atualização constante com as melhores práticas existentes.
Formação e informação mais eficaz por parte dos colaboradores.	Formação a nível técnico.	Maior perceção por parte dos clientes da qualidade do serviço prestado.
Obrigatoriedade de calibrar/ verificar os equipamentos de medição.	Aumento do número de clientes e do volume de trabalho.	-----

4.4. As razões de não possuírem a acreditação segundo a norma ISO/IEC 17025

O grupo ISO 9001 refere que não possui a acreditação segundo a norma ISO/IEC 17025 por duas razões:

- Custos internos mais elevados;
- Não tem a intenção de efetuar serviços para o exterior.

Os custos internos, caso solicitassem uma acreditação, aumentariam bastante e neste momento os laboratórios existem para consumo interno e para dar apoio a outros departamentos da organização.

4.5. As razões de não possuírem a certificação segundo a norma ISO 9001

Os casos de estudo referentes ao grupo ISO 17025 referenciaram que não possuem, e neste momento não pensam em solicitar, uma certificação segundo a norma ISO 9001, porque a mesma não é uma mais-valia para o laboratório, uma vez que os clientes exigem apenas um relatório/certificado acreditado e não questionam se o laboratório é certificado.

4.6. As razões de possuírem a certificação segundo a norma ISO 9001 e a acreditação segundo a norma ISO/IEC 17025

Neste grupo as razões já foram mais abrangentes. Uma das razões que levou os laboratórios deste grupo a implementarem ambas as normas é a maior competência por parte dos seus técnicos quando efetuam um serviço. Com a integração das duas normas, os técnicos têm uma maior perceção do impacto que um trabalho não conforme tem na qualidade dos produtos e serviços dos seus clientes. O posicionamento dos laboratórios no mercado de trabalho e a melhoria na uniformização de procedimentos, processos e documentos de toda a empresa são o resultado positivo da integração dos dois sistemas.

5. CONCLUSÕES

O principal objetivo deste projeto de investigação foi o de procurar analisar e identificar as razões que levam um laboratório de metrologia a implementar um sistema de gestão segundo a norma ISO 9001 ou segundo a norma ISO/IEC 17025 ou ambos os referenciais.

Após a análise da informação recolhida concluiu-se que não há uma razão concreta para que um laboratório de metrologia possua um sistema de gestão segundo a norma ISO 9001. Em geral, este encontra-se certificado segundo a norma ISO 9001, porque a organização onde o laboratório se encontra inserido possui o respetivo sistema de gestão certificado segundo a norma ISO 9001. A principal razão dos laboratórios possuírem apenas um sistema de gestão implementado segundo a norma ISO/IEC 17025 está relacionada com a exigência do mercado e dos seus clientes, que são, na sua maioria, externos. Relativamente às razões que levam os laboratórios a integrarem os sistemas de gestão da qualidade ISO 9001 e ISO/IEC 17025, as mesmas prendem-se com a uniformização de todas as áreas do laboratório e uma maior credibilidade da qualidade do serviço prestado perante o cliente.

Assim, tendo por base o trabalho realizado, pode-se afirmar que a acreditação segundo a norma ISO/IEC 17025 é o reconhecimento mais importante para os laboratórios de metrologia. No entanto, se os laboratórios possuírem um sistema de

gestão da qualidade implementado de acordo com a norma ISO 9001 e a norma ISO/IEC 17025 conseguem que os seus técnicos possuam maior sensibilidade no serviço prestado ao cliente e, adicionalmente, conseguem transmitir de forma mais eficaz a qualidade dos seus serviços. Verificou-se também que o impacto na percepção do cliente é significativamente positivo nos casos em que os laboratórios tinham integrado os dois referenciais.

Referências Bibliográficas

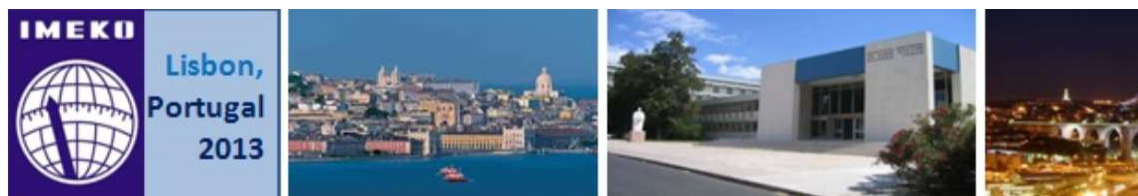
1. Barradas, J., Sampaio, P. (2011). ISO 9001 or ISO 17025: What is more importante for the metrology laboratory. Proceedings of the 12th International Symposium on Quality, Osijek, Croácia, 17-18 March 2011. pp. 309-318.
2. EA-01/08 (2010). EA Multi and Bilateral Agreement Signatories. Publication Reference. European cooperation for Accreditation, Paris, França.
3. ILAC (2010). The Advantages of Being an Accredited Laboratory. International Laboratory Accreditation Cooperation, Silverwater, Australia.
4. Karnes, C. L., Kanet, J. J. (1994). How the Apparel Industry Measures Up to Quality Standards. Quality Progress. Volume 27, Nº 2: 25-29.
5. Noronha, J. L., Magalhães, J. G. (2006). Sistema de gestão da qualidade para laboratório de metrologia de acordo com a NBR ISO/IEC 17025:2005. XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, Fortaleza, Brasil, 09-10 Outubro. Acedido em 14 de
6. NP EN ISO 9001 (2008). Sistemas de gestão da qualidade - Requisitos. Instituto Português da Qualidade, Lisboa, Portugal.
7. NP EN ISO/IEC 17000 (2005). Avaliação da conformidade. Vocabulário e princípios gerais. Instituto Português da Qualidade, Lisboa, Portugal.
8. NP EN ISO/IEC 17025 (2005). Requisitos gerais de competência para laboratórios de ensaio e calibração. Instituto Português da Qualidade, Lisboa, Portugal.
9. Peña, M. M. (2002). Medir para progresar. Importancia de la Metrología en la sociedade. Forum Calidad. Nº 128, Año XIII: 56-58.
10. Pizzolato, M., Caten, C. S., Jornada, J. A. H. (2008). A influência do sistema de gestão de laboratórios nos resultados dos ensaios de proficiência da construção civil. Jornal Gestão e Produção. Volume 15, Nº 3: 579-589.
11. Prado Filho, H. R. (2010). A interação entre a ISO 9001 e a ISO 17025. Acedido em 15 de Setembro de 2010, em: <http://qualidadeonline.wordpress.com>.
12. Santos, C. (1992). Aprofundar o caráter voluntário do Sistema. Opção Q. Nº 1: 6-10.
Setembro de 2010, em:
http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2006_TR470322_7791.pdf.
13. Squirrell, A. (2001). ILAC mutual recognition arrangement. Accreditation Quality Assurance, Springer-Verlag. Nº 6: 37-38.

NOTÍCIAS E EVENTOS DA METROLOGIA



O **SPQ EXPO** – Fórum e Exposição de Normalização, Metrologia e Qualificação nasce das vontades da Associação Empresarial de Portugal (AEP), do Instituto Português da Qualidade (IPQ) e da Associação Portuguesa para a Qualidade (APQ) em corporizar uma realização que, na Feira Internacional do Porto, condensará o saber e o saber fazer nacional nas áreas da **Metrologia**, da **Normalização** e da **Qualificação**, bem como da inovação e avaliação da conformidade. O intuito: integrar num acontecimento de referência - e num ambiente técnico-empresarial - profissionais e organizações.

www.spqexpo.exponor.pt



De 22 a 25 de setembro de 2013: **Joint IMEKO TC8, TC23, TC24 – Symposium on Traceability in Chemical, Food and Nutrition Measurements**, INSA, Lisboa:

<http://conferences.imeko.org/index.php/tc8-23-24/index/schedConfs/current>



De 24 a 26 de setembro de 2013, a **16th International Flow Measurement Conference – FLOMEKO 2013, Paris**, no âmbito do **TC9 - Flow Measurement** da IMEKO.

<http://www.flomeko2013.fr/>



Em outubro de 2013: **16th International Metrology Congress, Paris**.

<http://www.cfmetrologie.com/international-metrology-congress.html>



Symposium on Temperature and Thermal Measurements in Industry and Science

14th - 18th October 2013
Funchal



A SPMet, em parceria com a RELACRE e com o apoio do IPQ, do LREC, da Universidade da Madeira, Instituto do Vinho, do Bordado e do Artesanato da Madeira e das Autoridades Regionais, está a organizar o Congresso TEMPMEKO - 2013 no âmbito do **TC12 -Temperature and Thermal Measurements** da IMEKO. Este evento será realizado no Centro de Congressos do hotel CS Madeira, no Funchal, de 14 a 18 de outubro de 2013.

<http://www.tempmeko2013.org>



De **28 a 31 de outubro de 2013**: 4º Fórum Africano de Metrologia, organizado pela CAFMET :

http://www.ac-metrology.com/index.php?S_file=contenu.php&menu=17



De **10 a 15 de novembro de 2013**: *International Conference on Acoustics*, Nova Deli – Índia.

<http://www.acoustics2013newdelhi.org/>



3 a 5 fevereiro de 2014: Conferência Internacional IMEKO no âmbito do TC3, TC5 e TC22 nos domínios da Massa, Força, Torque, Dureza e Vibração, realizada em Cape Town – África do Sul.

<http://conferences.imeko.org/index.php/tc3-5-22/2014>

SYMPOSIUM OF THE ANALYTICAL DIVISION OF SPQ-2014

14-15 April 2014

COIMBRA, PORTUGAL



14-15 abril de 2014: Symposium SPQ-Analítica-2014

Datas Importantes:

- Data limite para submissão de *abstracts*: 15 dezembro 2013
- Notificação aos autores de aceitação: 1 janeiro 2014
- Inscrição a custo reduzido : 1 fevereiro 2014

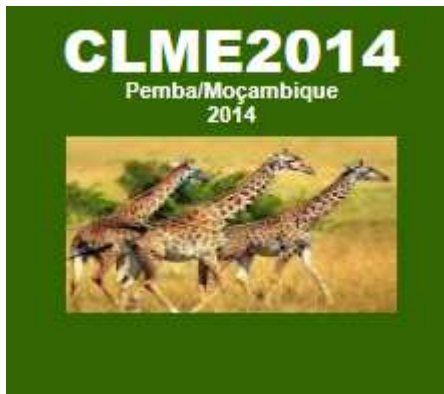
<http://analytical2014.eventos.chemistry.pt/>



**3º Simpósio Internacional IMEKO TC13
International Symposium**

Campus da Universidade de Salento,
Lecce, Itália, os 17 e 18 abril de 2014

http://conferences.imeko.org/index.php/tc13/tc13_2014



A Metrologia e o Controlo da Qualidade na Indústria

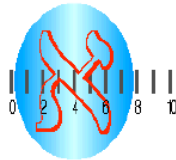
7º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia,
Pemba, Moçambique, **14 - 18 Abril 2014**

Datas Importantes:

- Data limite para submissão de *abstracts*: 15 de outubro de 2013
- Carta de aceitação: 31 outubro 2013
- Inscrição a custo reduzido : 15 novembro 2013
- Receção dos artigos: 31 dezembro 2013
- Data do Congresso: de 14 a 18 de abril de 2013

<http://paginas.fe.up.pt/clme/2014>

International Conference Advanced Mathematical and Computational Tools in Metrology and Testing (AMCTM 2014)

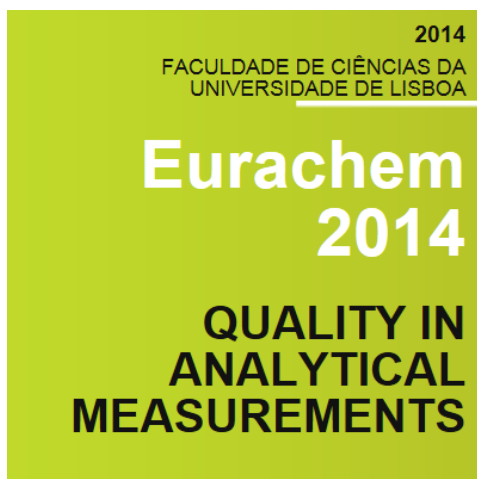


São Petersburgo, Rússia, de 10 a 12 de setembro de 2014

http://joomla.imeko.org/images/tc21/AMCTM2014_First-Announcement.pdf



<http://www.photoptics.org/>



Workshop on Quality in Analytical Measurements

Lisboa, 19-21 maio 2014

Datas Importantes:

- Data limite para submissão de *abstracts*: 31 março 2014
- Notificação de aceitação: 15 abril 2014
- Inscrição a custo reduzido : 31 março 2014

<http://www.fc.ul.pt/conferencia/eurachem-2014>

Fórum Metrologia e Calibração

Metrologia_e_Calibracao · [Fórum Metrologia & Calibração]

Continuamos a contar com o Fórum Metrologia & Calibração como espaço da SPMet para a divulgação de notícias, troca de informações técnicas e resposta a questões sobre Metrologia, Instrumentação, Incertezas, Acreditação, Qualidade, Normalização e temas relacionados.

<http://www.spmet.pt>



Symposium on Temperature and Thermal Measurements in Industry and Science

14th - 18th October 2013
Funchal

A SPMet, em colaboração com a RELACRE, irá realizar no Auditório do Centro de Congressos do hotel *Vidamar Resorts Madeira*, no Funchal, de 14 a 18 de outubro de 2013, o TEMPMEKO 2013 - *Symposium on Temperature and Thermal Measurements in Industry and Science*. Este evento conta com o apoio do IPQ e das Autoridades do Governo da Região Autónoma da Madeira. O primeiro convite à participação e submissão de comunicações está previsto para o próximo mês de outubro.

