

Hoje, essa responsabilidade encontra expressão na existência, em Portugal, de uma Instituição Nacional de Metrologia. O Instituto Português da Qualidade (IPQ), enquanto organismo nacional responsável pela Metrologia, desempenha um papel central na manutenção e desenvolvimento da infraestrutura metrológica portuguesa e na sua articulação com o sistema metrológico internacional. A existência de uma instituição nacional com esta missão representa uma mais-valia para o país: permite preservar conhecimento especializado, assegurar a continuidade das capacidades nacionais de medição, representar Portugal nas estruturas internacionais e europeias de Metrologia e garantir que as necessidades da economia e da sociedade portuguesa são consideradas na evolução dos padrões, métodos e requisitos de medição. A importância desta função torna-se particularmente evidente quando se consideram as três vertentes da Metrologia: Científica, Aplicada e Legal, enquanto suporte à investigação, desenvolvimento e inovação. Embora distintas nos seus objetivos e instrumentos, estas dimensões são complementares e formam uma infraestrutura única de confiança.

A **Metrologia Científica e Aplicada** constitui a base sobre a qual se desenvolvem as restantes atividades metrológicas. Tem como missão assegurar a realização, manutenção e disseminação das unidades de medida, o desenvolvimento dos padrões nacionais e das capacidades de medição e a sua rastreabilidade ao Sistema Internacional de Unidades. É através desta cadeia de rastreabilidade que um resultado obtido num laboratório, numa empresa, num hospital ou num organismo público pode ser relacionado com referências reconhecidas internacionalmente. A existência desta infraestrutura permite que uma medição realizada em Portugal possa ser comparada com uma medição realizada noutro país, condição indispensável para a ciência, para a indústria e para o comércio internacional. Esta capacidade assume uma importância crescente à medida que a tecnologia evolui. A indústria de elevada precisão, a microeletrónica, os novos materiais, a medicina de precisão, as tecnologias de informação, a energia e as tecnologias quânticas exigem medições cada vez mais exatas e sofisticadas. A evolução tecnológica coloca, por sua vez, novos desafios à própria Metrologia: é necessário desenvolver novos métodos, novos padrões e novas capacidades de medição para acompanhar grandezas e fenómenos que anteriormente não podiam ser medidos com a exatidão atualmente exigida.

É neste contexto que se afirma a dimensão de **Investigação, Desenvolvimento e Inovação (I&D)** da Metrologia. A investigação metrológica não constitui uma atividade isolada da evolução tecnológica; pelo contrário, é frequentemente uma condição para que essa evolução possa ocorrer. Antes de uma nova tecnologia poder ser utilizada em larga escala, é necessário saber medi-la, caracterizá-la e estabelecer métodos que permitam comparar resultados. A Metrologia contribui, deste modo, para reduzir a distância entre a investigação e a aplicação prática, proporcionando as referências e os métodos necessários para transformar conhecimento científico em tecnologia.



Portugal participa atualmente neste esforço através da integração em projetos de I&D no âmbito da **European Partnership on Metrology**, no quadro do Horizonte Europa. Esta participação permite ao IPQ trabalhar com instituições metrológicas, universidades, centros de investigação e empresas europeias, desenvolvendo conhecimento e capacidades em áreas estratégicas para o futuro. Entre os domínios abrangidos encontram-se a energia, o ambiente, a saúde, a indústria, a transformação digital e as tecnologias quânticas. Destaca-se, neste contexto, o desenvolvimento de capacidades nacionais associadas a uma nova geração de padrões de tempo e frequência, incluindo o projeto nacional para a construção de um relógio óptico, uma tecnologia de elevada relevância para a realização e disseminação do segundo com níveis de exatidão muito superiores aos alcançados pelos padrões convencionais.

A participação portuguesa na investigação metrológica europeia não se limita, contudo, à execução de projetos individuais. O IPQ integra atualmente sete **European Metrology Networks (EMN) da EURAMET**, contribuindo para a coordenação e definição das agendas de investigação e desenvolvimento metrológico em áreas consideradas estratégicas para a Europa. Esta participação permite reforçar a integração de Portugal no espaço europeu de investigação metrológica, facilitar a partilha de conhecimento e competências e aproximar as necessidades nacionais das prioridades europeias. Particularmente relevante é o papel desempenhado pelo IPQ na **European Metrology Network for Clean Energy**, que Portugal coordena, evidenciando a capacidade nacional para assumir responsabilidades na definição e desenvolvimento de agendas metrológicas associadas à transição energética.

A importância da Metrologia para a transição energética é, aliás, um exemplo claro da sua natureza transversal. A descarbonização da economia exige medir com rigor a produção, o consumo e a eficiência energética, caracterizar novos combustíveis, avaliar tecnologias de armazenamento, monitorizar emissões e comparar o desempenho de diferentes soluções.

@
O IPQ integra atualmente sete European Metrology Networks (EMN) da EURAMET, contribuindo para a coordenação e definição das agendas de investigação e desenvolvimento metrológico em áreas consideradas estratégicas para a Europa.
@

Tecnologias como o hidrogénio, as baterias, as células de combustível, as energias renováveis ou as redes inteligentes dependem de medições fiáveis para serem desenvolvidas, certificadas, comparadas e utilizadas em condições de segurança. Sem uma infraestrutura metrológica adequada, torna-se mais difícil avaliar objetivamente o desempenho das novas tecnologias e assegurar confiança nos dados que suportam a transição energética.

A **Metrologia Legal** acrescenta uma outra dimensão essencial: a proteção da sociedade e a garantia de confiança nas relações económicas. O controlo metrológico dos instrumentos de medição sujeitos a regulamentação assegura que, nas situações em que a exatidão da medição tem consequências económicas, de segurança ou de interesse público, os instrumentos utilizados cumprem os requisitos aplicáveis. É o caso, entre outros, das medições associadas às transações comerciais, ao abastecimento de combustíveis, à energia, aos transportes e a determinadas aplicações relacionadas com a saúde, a segurança e o ambiente. A Metrologia Legal tem, por isso, uma função que ultrapassa o simples controlo de instrumentos. Contribui para assegurar condições de concorrência leal, proteger os consumidores e reforçar a confiança nas transações.

Quando um consumidor compra um produto ao peso ou ao volume, quando uma empresa comercializa uma determinada quantidade de matéria-prima ou quando uma medição regulamentada serve de base a uma decisão com impacto económico, existe uma relação de confiança que depende da qualidade da medição. A Metrologia Legal fornece parte essencial dessa confiança, assegurando que as medições abrangidas pela regulamentação são realizadas de acordo com requisitos estabelecidos e verificáveis.

As três vertentes da Metrologia, científica, aplicada e legal, devem, por isso, ser entendidas como partes de uma mesma infraestrutura. A primeira assegura a base científica e garante que a infraestrutura acompanha e antecipa as necessidades decorrentes da evolução científica, tecnológica e económica; a segunda garante a rastreabilidade e a terceira traduz essa confiança em proteção do cidadão e funcionamento equilibrado do mercado. A força do sistema resulta precisamente da articulação entre estas dimensões. Esta articulação torna-se ainda mais importante num contexto marcado por profundas transformações. A digitalização da economia, a Indústria 4.0, a inteligência artificial, a utilização massiva de dados, a automação e a emergência das tecnologias quânticas estão a alterar profundamente os processos industriais e os modelos de decisão. A Metrologia acompanha esta transformação, deixando de estar associada apenas à verificação de resultados no final de um processo e passando a integrar, de forma crescente, os próprios processos de produção e decisão. Sensores conectados, sistemas de medição distribuídos, tratamento de dados em tempo real e novos métodos de modelação permitem incorporar a informação metrológica diretamente nos sistemas produtivos.

@
A Metrologia Legal acrescenta uma outra dimensão essencial: a proteção da sociedade e a garantia de confiança nas relações económicas.
@

Esta evolução coloca também novos desafios. Quanto maior for a quantidade de dados utilizados para tomar decisões, maior é a necessidade de conhecer a sua qualidade, origem, incerteza e comparabilidade. A confiança nos dados não pode ser dissociada da confiança nas medições que lhes dão origem. Num contexto em que a inteligência artificial e os sistemas autónomos assumem responsabilidades crescentes, a qualidade dos dados de entrada torna-se uma questão fundamental. A Metrologia fornece princípios e métodos para avaliar essa qualidade, contribuindo para que a transformação digital se desenvolva sobre bases tecnicamente sólidas.