

Metrologia



INSTITUTO PORTUGUÊS DA QUALIDADE
Portuguese Institute for Quality

Rua António Gião, 2
2829-513 CAPARICA
PORTUGAL

Tel: (+ 351) 21 294 81 00 | metrologia@ipq.pt | www.ipq.pt



Instituição Nacional de Metrologia

Instituto Português da Qualidade

Brochura impressa por ocasião da celebração dos 150 anos da assinatura da Convenção do Metro e que tem por objetivo divulgar as atividades do Departamento de Metrologia

Título: Metrologia
Subtítulo: Instituição Nacional de Metrologia
Edição: 1.ª edição
Instituto Português da Qualidade, I. P.
Maio 2025
Tiragem: 1000 exemplares



Instituição Nacional de Metrologia

National Metrology Institute

O Instituto Português da Qualidade (IPQ), enquanto Instituição Nacional de Metrologia, tem como função garantir o rigor e a exatidão das medições realizadas, assegurando a sua comparabilidade e rastreabilidade, a nível nacional e internacional, e a realização, a manutenção e o desenvolvimento dos padrões nacionais das unidades de medida nos domínios da Metrologia Científica, Metrologia Aplicada e Metrologia Legal, concretizando o objetivo Constitucional da soberania dos padrões nacionais das unidades de medida e do Controlo Metrológico dos instrumentos de medição, necessários à indústria e à sociedade português em geral.

The Portuguese Institute for Quality (IPQ), as the National Metrology Institute, ensures the accuracy, comparability, and traceability of measurements at both national and international levels. It is responsible for the realization, maintenance, and development of the national measurement standards across Scientific, Applied, and Legal Metrology, thus upholding the Constitutional objective of national sovereignty over measurement standards and the Metrological Control of instruments.

A Metrologia como Ciência da Medição

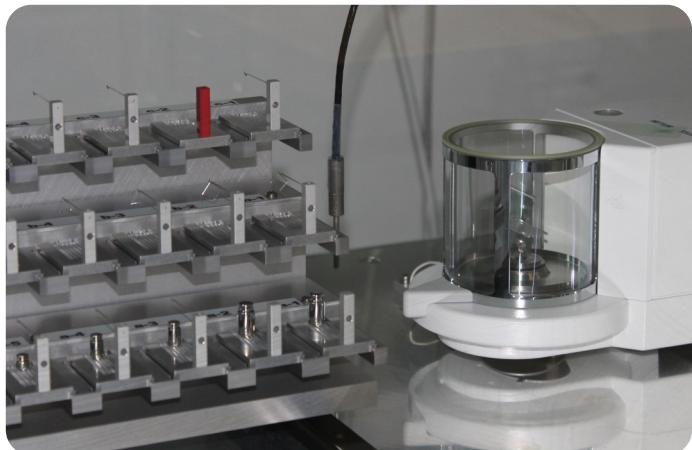
Missão

Mission

Assegurar a exatidão e a rastreabilidade das medições em território nacional, tendo como objetivo a soberania dos padrões nacionais das unidades de medida, e efetuar o Controlo Metrológico dos instrumentos de medição, de modo a satisfazer as necessidades da indústria nacional e da sociedade em geral.

To ensure the accuracy and traceability of measurements within national territory, with the objective of safeguarding the sovereignty of the national measurement standards, and to carry out the Metrological Control of measuring instruments, in order to meet the needs of national industry and society at large.

Assegurar o rigor e a rastreabilidade das medições



Comparador automático de massa



To support national competitiveness and the well-being of citizens through a technologically advanced metrological infrastructure, and to be a national reference within the evolving European metrology network, contributing to Europe's leadership in the global economy.

Ser o suporte da competitividade nacional e o bem-estar dos cidadãos, através de uma infraestrutura metrológica tecnologicamente avançada e ser uma entidade de referência nacional na rede metrológica europeia em desenvolvimento, contribuindo para a liderança Europeia no âmbito da economia mundial.

Visão

Vision

Atribuições

Responsibilities

- Representar o IPQ em organismos europeus e internacionais.
- Gerir os padrões nacionais das unidades de medida, assegurando a sua rastreabilidade ao Sistema Internacional de Unidades (SI).
- Desenvolver e integrar projetos de I&D em Metrologia.
- Organizar e participar em comparações de padrões e instrumentos a nível nacional e internacional.
- Calibrar padrões de referência e instrumentos de medição de laboratórios acreditados e de outras entidades.
- Produzir e certificar materiais de referência.
- Contribuir na criação e revisão de regulamentações metroológicas e elaborar legislação nacional.
- Supervisionar, coordenar e realizar operações de controlo metrológico, salvo quando delegadas a entidades qualificadas.
- Aprovar modelos de instrumentos sujeitos a controlo regulamentar.
- Cooperar com entidades fiscalizadoras nacionais e realizar ações de formação técnica no domínio metroológico.
- Gerir e conservar o espólio do Museu de Metrologia, divulgar a história da Metrologia nacional e garantir o acesso público.

- *Represent IPQ in european and international organizations.*
- *Manage the national standards of measurement units, ensuring their traceability to the International System of Units (SI).*
- *Develop and participate in R&D projects in the field of Metrology.*
- *Organize and participate in national and international comparisons of standards and instruments.*
- *Calibrate reference standards and measuring instruments for accredited laboratories and other entities.*
- *Produce and certify reference materials.*
 - *Contribute to the creation and revision of metrological regulations and draft national legislation.*
 - *Supervise, coordinate, and perform metrological control operations, unless delegated to qualified entities.*
 - *Approve instrument models subject to regulatory control.*
 - *Cooperate with national inspection bodies and conduct technical training in the field of metrology.*
 - *Manage and preserve the Metrology Museum's collection, promote the history of national Metrology, and ensure public access.*



Domínios de Intervenção

Areas of Intervention

Enquanto instituição responsável pela implementação e divulgação da Metrologia em Portugal, o IPQ mantém-se atualizado relativamente aos novos desafios, estado da arte, a identificação dos requisitos e atividades futuras que se colocam hoje nos seus domínios de intervenção. Além disso, o IPQ visa alcançar resultados que respondam às questões atuais da europa, impulsionando a inovação não apenas no contexto industrial, onde a Metrologia é fundamental para o desenvolvimento de produtos, processos e serviços, mas também na procura de soluções para os grandes desafios sociais.

As the institution responsible for the implementation and promotion of Metrology in Portugal, IPQ remains updated on the main challenges, the state of the art, the identification of future requirements and activities within its areas of intervention, as well as on the expected outcomes currently facing Europe. Its goal is to foster innovation not only within the industrial landscape — where Metrology underpins the development of products, processes, and services — but also in the pursuit of solutions to the major societal challenges.

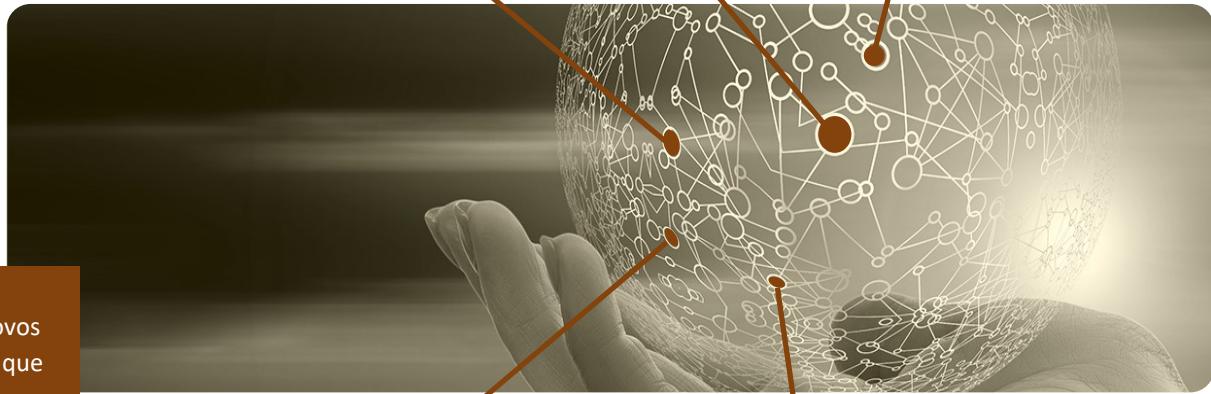
Ambiente
Environment

Saúde
Health

Indústria
Industry

Energia
Energy

Novas Tecnologias
New Technologies



Domínios de Intervenção

Areas of intervention

No setor energético, a Metrologia permite medições exatas de consumo, produção e eficiência energética, sendo essencial para a gestão de redes elétricas, energias renováveis e comércio de energia. Com a transição energética, surgem novos desafios na medição em redes inteligentes, sistemas descentralizados e armazenamento de energia.

In the energy sector, metrology enables accurate measurements of consumption, production, and energy efficiency, which are crucial for managing power grids, renewable sources, and energy trade. With the energy transition, new challenges arise in measuring within smart grids, decentralized systems, and energy storage solutions.

R&D and Legal Framework Activity Domains:

- Energy transition to renewable gaseous fuels, green hydrogen, and energy gases, enabling safe, reliable, and diversified grid infrastructures;
- Metrological technical infrastructure for the deployment of electric vehicle charging stations and for the measurement systems of compressed gaseous fuel used in vehicles;
- Regulatory framework for technologies aimed at efficient use of photovoltaic and wind energy sources, particularly regarding energy generation, conversion, and temporary storage using electric batteries.



Calibração de voltímetros e nanovoltímetros

Domínios de atividades de I&D e de Enquadramento legal:

- Transição energética para combustíveis gasosos renováveis, hidrogénio verde e gases energéticos, para a viabilização de redes seguras, fiáveis e diversas;
- Infraestrutura técnica metrológica para a implementação de estações de carregamento de veículos elétricos e de sistemas de medição de combustível gasoso comprimido para veículos;
- Enquadramento de tecnologias para a eficiência de utilização de fontes de energia fotovoltaica e eólica relativas à geração, conversão e armazenamento temporário de energia com baterias elétricas.

Domínios de Intervenção

Areas of intervention

Na era da Indústria 5.0, a Metrologia assume um papel estratégico ao garantir a qualidade e a interoperabilidade em ambientes altamente digitalizados, automatizados, conectados e ambientalmente sustentáveis. A medição exata e em tempo real torna-se essencial para processos inteligentes, sustentados por uma manutenção preditiva e produção adaptativa, eticamente enquadradas e garantindo uma integridade de trabalhadores e consumidores.

In the era of Industry 5.0, Metrology plays a strategic role by ensuring quality and interoperability in highly digitalized, automated, connected, and environmentally sustainable environments. Accurate and real-time measurement becomes essential for intelligent processes, supported by predictive maintenance and adaptive production, ethically framed and safeguarding the integrity of both workers and consumers

Key challenges where metrological traceability — ensuring data reliability in complex and distributed value chains — becomes a critical concern:

- *Integrated sensor networks*
- *Big data processing*
- *Cyber-physical systems*
- *Reliability of developed devices and processes*
- *Monitoring of emissions and resource use*



Sistema de elevado desempenho para a certificação de misturas gasosas

Principais desafios em que a rastreabilidade metrológica, assegurando confiança nos dados em cadeias produtivas complexas e distribuídas, se assumem como preocupações fundamentais:

- Redes integradas de sensores
- Processamento de grandes volumes de dados
- Sistemas ciberfísicos
- Fiabilidade de dispositivos e processos desenvolvidos
- Monitorização de emissões e recursos

Domínios de Intervenção

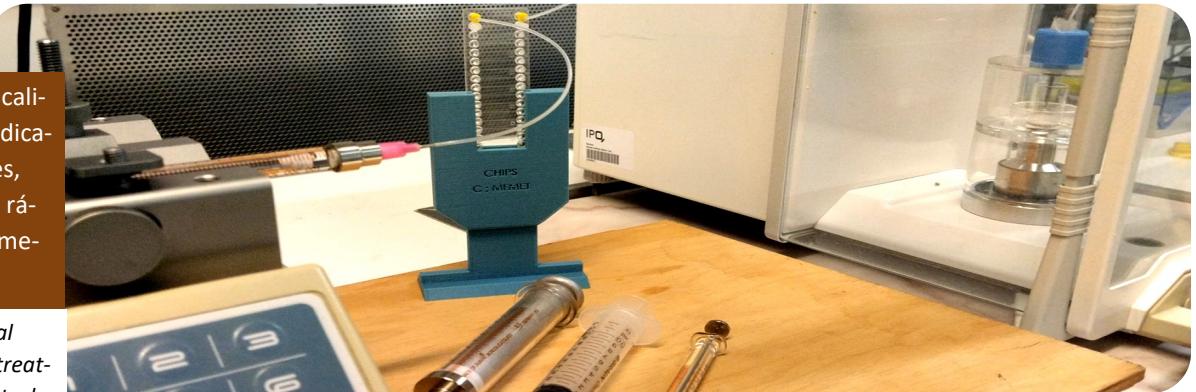
Areas of intervention

Na área da saúde, a Metrologia assegura a exatidão em exames laboratoriais, calibração e verificação metrológica de equipamentos médicos e dosagem de medicamentos. Essa exatidão é vital para diagnósticos corretos e tratamentos eficazes, fundamentais para a segurança do paciente. O desafio está em acompanhar a rápida evolução da biotecnologia, do desenvolvimento de novos fármacos e da medicina personalizada, exigindo novos padrões e métodos de medição.

In healthcare, metrology ensures the accuracy of laboratory tests, calibration of medical devices, and medication dosages. This accuracy is vital for correct diagnoses, effective treatments, and patient safety. The challenge is to keep pace with the rapid evolution of biotechnology and personalized medicine, requiring new measurement standards.

Activities in the healthcare field:

- Development of standards for microflow measurement, ensuring national traceability for microfluidic devices (*organ-on-chip*);
- Development of imaging systems based on artificial intelligence for disease detection, using machine learning models;
- Regulation in the healthcare sector, highlighting the importance of ensuring metrological control and accuracy of measuring instruments (audiometers, sphygmomanometers, ionizing radiation equipment, temperature loggers, clinical thermometers, tonometers).



Sistema de medição em micro-caudal gravimétrico

Atividades na área na saúde:

- Desenvolvimento de padrões para a medição de microcaudal, garantindo a rastreabilidade nacional de dispositivos microfluídicos (*organ-on-chip*);
- Desenvolvimento de sistemas de imagens baseados em inteligência artificial para a deteção de doenças, recorrendo a modelos de *machine learning*;
- Regulamentação na área da saúde, refletindo a importância de assegurar o controlo e o rigor metrológico dos instrumentos de medição (audiômetros, esfigmomanômetros, radiações ionizantes, registo de temperatura, termômetros clínicos, tonômetros).

Domínios de Intervenção

Areas of intervention

Medir com exatidão os níveis de poluentes atmosféricos, qualidade da água e gases com efeito de estufa, por exemplo, é fundamental para avaliar o impacto ambiental, orientar políticas públicas e cumprir metas internacionais de sustentabilidade e conformidade. O principal desafio reside em desenvolver métodos confiáveis e rastreáveis que possam operar em condições ambientais variáveis e extremas.

Accurately measuring atmospheric pollutants, water quality, and greenhouse gases, for example, is the key to assessing environmental impact, guiding public policies, and meeting international sustainability and conformity goals. The main challenge lies in developing reliable and traceable methods under variable and extreme environmental conditions.



O IPQ integra projetos europeus de I&D metrológico na área do Ambiente, que têm como objetivo atingir o nível zero de poluição e neutralidade carbónica, nomeadamente:

- Medição do pH_T em água do mar para quantificar a acidificação dos oceanos;
- Monitorização de fugas de dióxido de carbono;
- Identificação química, caracterização física e quantificação de nanoplásticos.

IPQ participates in European R&D metrology projects in the field of Environment, aiming to achieve zero pollution and carbon neutrality, including:

- *Measurement of pH_T in seawater to quantify ocean acidification;*
- *Monitoring of carbon dioxide leaks;*
- *Chemical identification, physical characterization, and quantification of nanoplastics.*

Novas Tecnologias

New Technologies

Domínios de Intervenção

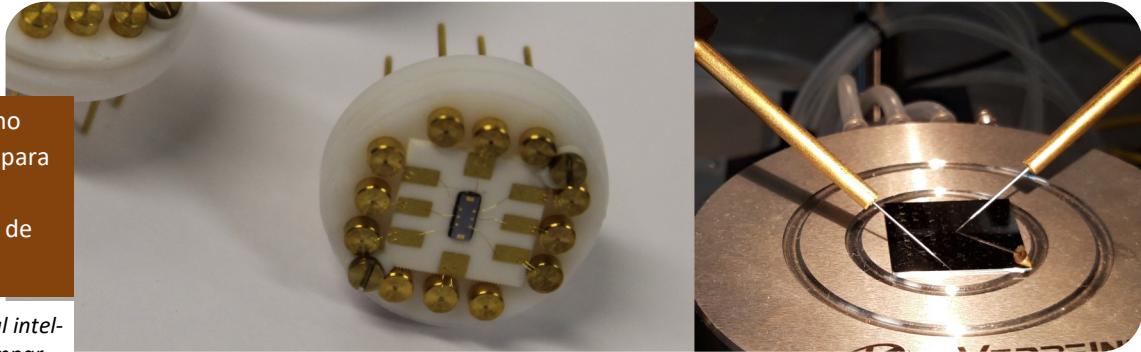
Areas of intervention

A Metrologia é um pilar essencial no desenvolvimento de novas tecnologias, como inteligência artificial, nanotecnologia e computação quântica. Ela fornece a base para validar, comparar e padronizar inovações tecnológicas. O principal desafio é a ausência de referências metrológicas estabelecidas, exigindo o desenvolvimento de novos métodos e padrões ainda em construção.

Metrology is a foundational pillar in the development of new technologies such as artificial intelligence, nanotechnology, and quantum computing. It provides the basis for validating, comparing, and standardizing technological innovations. The main challenge is the lack of established metrological references, requiring the development of new methods and standards still in progress.

Activities carried out:

- Collaboration in the national implementation of the first ultra-secure quantum communication infrastructure, via terrestrial links, using Quantum Key Distribution (QKD) encryption technologies.
- Optimization of the operation of nanoscale memristors capable of functioning at room temperature, aiming at the development of a quantum standard for electrical resistance.
- Use of artificial intelligence tools for Life Cycle Analysis studies and the development of predictive models
- Implementation of a technological solutions for the issuance of digital calibration certificates.



Amostra de Hall e wafer de memristors

Atividades desenvolvidas:

- Colaboração na implementação, a nível nacional, da primeira infraestrutura de comunicação quântica ultrasssegura, através de ligações terrestres, utilizando tecnologias de encriptação quânticas do tipo *Quantum Key Distribution* (QKD).
- Otimização do funcionamento de dispositivos “memristors” à nanoescala, com capacidade de operar à temperatura ambiente, com vista ao desenvolvimento de um padrão quântico de resistência elétrica.
- Utilização de ferramentas de inteligência artificial para estudos de *Lyfe Cycle Analysis* e desenvolvimento de modelos preditivos
- Implementação de soluções tecnológicas para a emissão de certificados de calibração digitais.

Cooperação Internacional e Projetos de Investigação

International Cooperation and Research Projects

Em linha com a estratégia definida, o IPQ tem como objetivo prioritário o desenvolvimento em permanência da ciência da medição, como resposta aos desafios estratégicos que se antevêm e às suas implicações na sociedade, visando o suporte permanente e atual da rede nacional de laboratórios acreditados nas áreas emergentes de grande impacto na economia atual.

Estando a evolução do conhecimento associada ao grau de sofisticação tecnológica dos padrões primários — como é o caso do advento do SI digital — torna-se cada vez mais necessário acompanhar tecnicamente os desafios e os progressos metroológicos, aumentando a capacidade e os meios de medição nacionais, suportados por padrões rastreados e de elevada exatidão, criando competência para as emergentes exigências da sociedade através da cooperação internacional e participação em projetos de investigação.



In line with its defined strategy, IPQ has, as a key objective, the continuous advancement of measurement science. This effort aims to respond to emerging strategic challenges and their implications for society, while providing ongoing and up-to-date support to the national network of accredited laboratories in emerging areas of significant economic impact.

Given that advances in knowledge are intrinsically linked to the increasing technological sophistication of primary standards — as is the case with the advent of the digital SI — it is essential to remain technically aligned with metrological challenges and developments. This involves enhancing national measurement capabilities and resources, supported by traceable and high-accuracy standards, in order to build competence to meet society's evolving demands.

Redes Europeias de Metrologia

European Metrology Networks (EMNs)

Servindo como um ponto central de contacto para informação, apoiando a regulamentação e a normalização, promovendo boas práticas e estabelecendo uma infraestrutura robusta e orientada para o futuro, as Redes Europeias de Metrologia da EURAMET têm como objetivo fomentar a criação e disseminação de conhecimento, reforçar a liderança, coordenação e o reconhecimento internacional e promover a colaboração em toda a comunidade metroológica.

Com uma ampla participação de partes interessadas — incluindo academia, indústria, serviços de calibração e infraestrutura da qualidade — estas redes constituem um pilar fundamental da parceria europeia para a Metrologia no âmbito do programa Horizon-Europa.

By serving as a central point of contact for information, supporting regulation and standardisation, promoting best practices, and establishing a robust and forward-looking infrastructure, EURAMET's European Metrology Networks (EMNs) aim to foster knowledge creation and dissemination, strengthen international leadership, coordination and recognition, and enhance collaboration across the metrology community.

With broad stakeholder involvement — including academia, industry, calibration services, and quality infrastructure — EMNs represent a vital pillar of the european partnership on Metrology within the Horizon Europe programme.



Associação Europeia das Instituições Nacionais de Metrologia
European Association of National Metrology Institutes

A participação do IPQ nestas redes é essencial para apoiar e incentivar a inovação tecnológica, suportar medições exatas e comparáveis e integrar soluções metroológicas adequadas ao desenvolvimento da indústria e o crescimento económico do país, em grandes desafios emergentes.

IPQ's participation in these EMNs is essential to support and foster technological innovation, ensure accurate and comparable measurements, and integrate metrological solutions that drive industrial development and the country's economic growth, in the face of major emerging challenges.



Capacidades de Medição

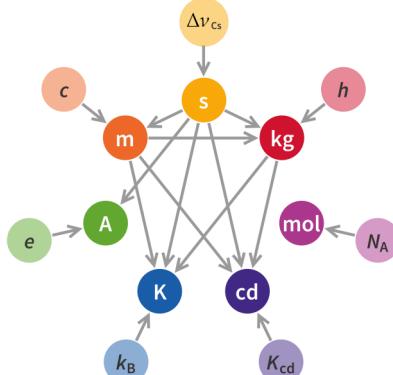
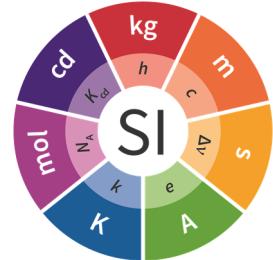
Measurement Capabilities

Portugal é membro da Convenção do Metro desde a sua fundação em 1875 e, em 1999, os países signatários dessa Convenção assinaram um "Acordo de Reconhecimento Mútuo dos Padrões Metrológicos Nacionais e dos Certificados de Calibração e de Medição emitidos pelos Laboratórios Nacionais de Metrologia", tendo em vista estabelecer os termos de equivalência dos padrões nacionais e o reconhecimento mútuo dos certificados de calibração emitidos por aqueles laboratórios.

De acordo com este reconhecimento as capacidades de medição e calibração (CMC) do IPQ estão registadas na base de dados do BIPM (KCDB).

Portugal has been a member of the Metre Convention since its foundation in 1875. In 1999, the signatory countries of the Convention signed the 'Mutual Recognition Arrangement of National Measurement Standards and Calibration and Measurement Certificates issued by National Metrology Institutes', with the aim of establishing the equivalence of national standards and the mutual recognition of calibration certificates issued by each country's National Metrology Institute (NMI). In accordance with this arrangement, IPQ measurement and calibration capabilities (CMCs) are registered in the BIPM Key Comparison Database (KCDB).

No contexto do reconhecimento das capacidades de medição do IPQ, a realização e manutenção dos padrões nacionais das unidades de medida assegura a sua rastreabilidade ao Sistema Internacional de Unidades (SI).



In the context of the recognition of IPQ's measurement capabilities, the realization and maintenance of the national measurement standards ensures their traceability to the International System of Units (SI).



Massa e Grandezas Derivadas

Mass and Related Quantities

Capacidades de Medição

Measurement Capabilities

O IPQ é responsável pela disseminação do kilograma através do protótipo nacional do kilograma (rastreabilidade direta ao Padrão Internacional do kilograma do BIPM), garantindo a realização das unidades nos domínios da Força, Pressão e Massa Volúmica.

IPQ is responsible for the dissemination of the kilogram through the national prototype of the kilogram (directly traceable to the International Prototype of the kilogram held by the BIPM), ensuring the realisation of the units in the fields of Force, Pressure, and Density.



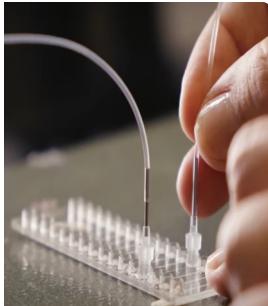
Protótipo nacional
do kilograma



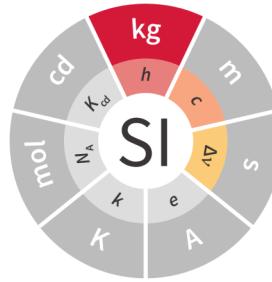
Padrão de massa volúmica (esfera de silício)



Padrão de viscosidade



Caracterização de chips microfluídico



No IPQ, a disseminação do kilograma inicia-se com a transferência da calibração do protótipo nacional do kilograma para padrões de massa de aço inoxidável de 1 kg, calibrando-se posteriormente padrões com outros valores nominais, através de esquemas de pesagem no ar. A capacidade instalada permite assegurar a calibração de padrões, com recurso a comparadores de massa, para valores nominais de 1 mg até 1000 kg.

CAPACIDADES

Domínio da Massa

- Padrões de massa

Domínio da Força:

- Instrumentos de medição de força (à tração e/ou compressão)

Domínio da Pressão

- Manômetros, vacuômetros, manovacuômetros, barômetros, esfigmomanômetros, balanças manométricas

Domínio Volume

- Pícnómetros, micropipetas e dispensadores, seringas, microseringas, balões volumétricos, pipetas, provetas e buretas
- Recipientes graduados
- Microchips

Domínio Caudal

- Seringas perfusoras, bombas peristálticas
- Caudalímetros

Domínio Viscosidade (líquidos Newtonianos)

Domínio da Massa Volúmica

Domínio da Tensão Superficial de Líquidos

Controlo Metrológico

- Contadores de água e de gás

CAPABILITIES

Mass Domain

- Mass standards

Force Domain

- Force measuring instruments (for tension and/or compression)

Pressure Domain

- Manometers, vacuum gauges, compound gauges, barometers, sphygmomanometers, pressure balances

Volume Domain

- Pycnometers, micropipettes, dispensers, syringes, microsyringes, volumetric flasks, pipettes, graduated cylinders and burettes
- Graduated containers
- Microchips

Flow Domain

- Infusion syringes, peristaltic pumps
- Flow meters

Viscosity Domain (Newtonian liquids)

Density Domain

Liquid Surface Tension Domain

Legal Metrological Control

- Water and gas meters

At IPQ, the dissemination of the kilogram begins with the transfer of the calibration from the national prototype of the kilogram to 1 kg stainless steel mass standards. Subsequently, standards with other nominal values are calibrated using air weighing. The installed capacity allows for the calibration of standards using mass comparators, for nominal values ranging from 1 mg to 1000 kg.

Comprimento

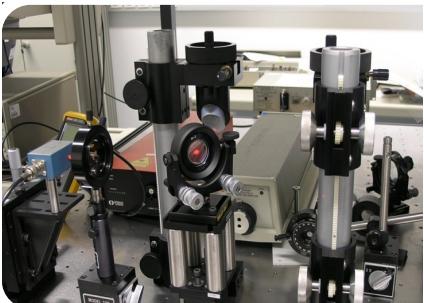
Length

Capacidades de Medição

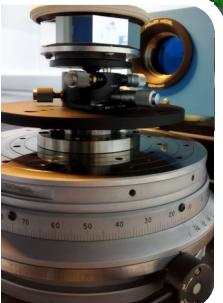
Measurement capabilities

O IPQ realiza o metro através dos padrões laser de He-Ne estabilizado e do Sintetizador de Frequências Ópticas, e o radiano com o conjunto formado pelo autocolimador, pela mesa rotativa e pelo polígono.

IPQ realises the metre through stabilised He-Ne laser standards and the Optical Frequency Synthesizer, and the radian is achieved using a setup consisting of an autocollimator, rotary table, and polygon.



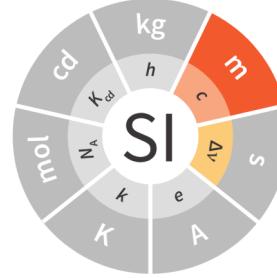
Montagem experimental para calibração de laser padrão



Padrões de Ângulo



Sintetizador de Frequências Ópticas



A utilização das realizações primárias, ou de outro sistema laser calibrado por comparação com aqueles, permite a medição de comprimentos, ℓ , em função de um número b de comprimentos de onda, $\ell = \lambda \times b$, por interferometria.

CAPACIDADES

CAPABILITIES

Domínio do Comprimento

- Lasers estabilizados: comprimento de onda / freq. absoluta, lasers interferométricos
- Padrões de profundidade, altura e de rugosidade

Domínio do Ângulo

- Autocolimadores
- Blocos angulares e polígonos
- Mesas indexadas e esquadrões

Domínio da Aceleração

- Acelerómetros padrão (regime sinusoidal)

Controlo Metrológico

- Medidas materializadas de comprimento e sondas
- Cinemómetros

Length Domain

- Stabilized lasers: wavelength / absolute frequency, interferometric lasers
- Depth, height, and roughness standards

Angle Domain

- Autocollimators
- Angle blocks and polygons
- Indexed tables and optical squares

Acceleration Domain

Standard Accelerometers (sinusoidal regime)

Legal Metrological Control

- Materialized length measures and probes
- Speed meters

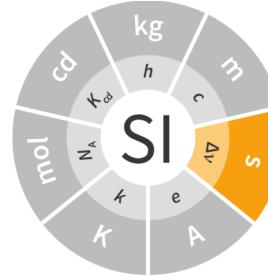
The use of primary realizations, or of another laser system calibrated by comparison with them, allows the measurement of lengths, ℓ , as a function of a number b of wavelengths, $\ell = \lambda \times b$, through interferometry.

Tempo e Frequência

Capacidades de Medição

Time and Frequency

Measurement Capabilities

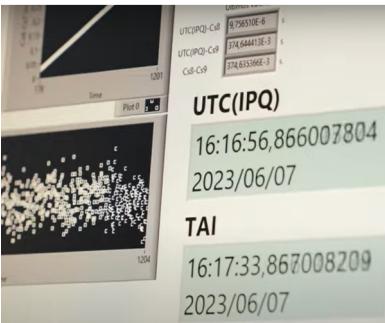


O Tempo Atómico Internacional (TAI), criado em 1967 e calculado pelo BIPM, assegura uma escala temporal contínua baseada no segundo do Sistema Internacional de Unidades. Para alinhar essa medição com o movimento do Sol, adotou-se, em 1972, o Tempo Universal Coordenado (UTC) como referência mundial, ajustando com base na rotação da Terra.

International Atomic Time (TAI), established in 1967 and calculated by the BIPM, provides a continuous time scale based on the SI second. To align this measurement with the apparent motion of the Sun, Coordinated Universal Time (UTC) was adopted in 1972 as the global time reference, incorporating adjustments based on the Earth's rotation.



Disseminação de sinal de referência



Indicação de UTC(IPQ) e TAI



Antena para comunicação do sistema TWSTFT

No IPQ, o UTC é materializado como UTC(IPQ), gerado por três relógios de césio e transmitido diariamente ao BIPM. A sua exatidão é garantida por sistemas avançados de transferência de tempo — GNSS e TWSTFT — permitindo contribuir de forma segura e contínua para a sincronização global do tempo.

CAPACIDADES	CAPABILITIES
Sincronização de relógios interno dos computadores (<i>real time clock</i>)	<i>Synchronization of real-time computer clocks</i>
Calibração de osciladores de alto desempenho: césio e rubídio	<i>Calibration of high-performance oscillators: cesium and rubidium</i>
Calibração de calibradores de cronômetros	<i>Calibration of chronometer calibrators</i>

At IPQ, UTC is realized as UTC(IPQ), generated by three cesium clocks and transmitted daily to the BIPM. Its accuracy is ensured through advanced time transfer systems — GNSS and TWSTFT — enabling reliable and continuous contributions to global time synchronization.

Grandezas Elétricas

Capacidades de Medição

Electrical Quantities

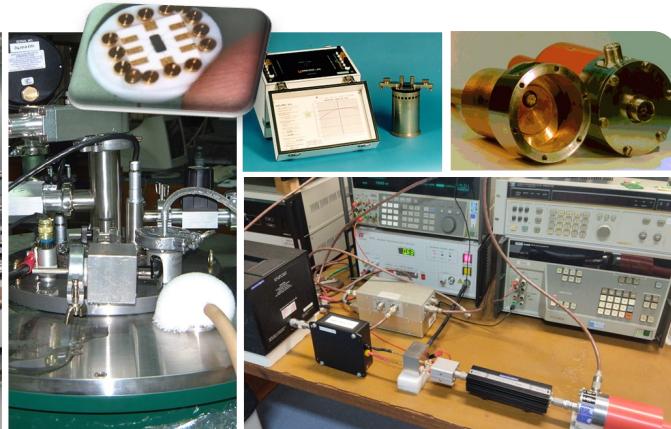
Measurement Capabilities

O domínio das grandezas elétricas é responsável pela materialização, manutenção e disseminação das unidades de Tensão e Corrente DC, Resistência DC, Tensão e Corrente AC e Impedância, bem como o desenvolvimento e a implementação de novos métodos e capacidades de medição.

The electricity field is responsible for the realisation, maintenance, and dissemination of the units of DC Voltage and Current, DC Resistance, AC Voltage and Current, and Impedance, as well as for the development and implementation of new measurement methods and capabilities.



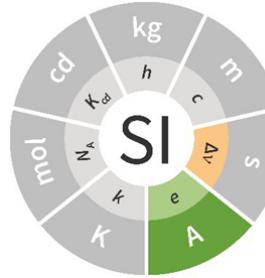
Efeito Josephson



Efeito de Hall Quântico



Conversão AC-DC



Através das realizações experimentais do Efeito de Josephson (para materialização do volt) e do Efeito de Hall Quântico (para a materialização do ohm), ou garantindo a rastreabilidade direta ao BIPM ou ao PTB, o laboratório mantém CMCs para a calibração de dispositivos de medição ou geração de elevada exatidão.

CAPACIDADES

CAPABILITIES

Geração

- Referências Eletrônicas de Tensão
- Resistências, Condensadores, Indutâncias-Padrão
- Padrões de Transferência AC-DC: Conversores Térmicos de Tensão, Corrente e Shunts
- Calibradores, Fontes de Tensão e corrente
- Divisores Resistivos

Medição

- Nanovoltímetros, voltímetros
- Ohmímetros
- Picoamperímetros, amperímetros, eletrómetros

Source

- Solid state voltage standards
- Standard resistors, capacitors, fixed inductors
- AC-DC transfer standards: Thermal voltage and current converters plus shunts
- Calibrators, Current and Voltage-generators
- Resistive dividers, ratio meters

Measure

- Nanovoltmeters, voltmeters
- Resistance meters
- Picoammeters, ammeters, electrometers

Through experimental realisations based on the Josephson Effect and the Quantum Hall Effect, or by ensuring direct traceability to the BIPM or PTB, the laboratory maintains internationally recognised CMCs for the calibration of high-accuracy measurement or generation devices.

Temperatura Termodinâmica

Thermodynamic Temperature

Capacidades de Medição

O IPQ é responsável pelo desenvolvimento dos padrões nacionais de temperatura e humidade relativa, incumbindo-lhe realizar a Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT90) nos pontos fixos.

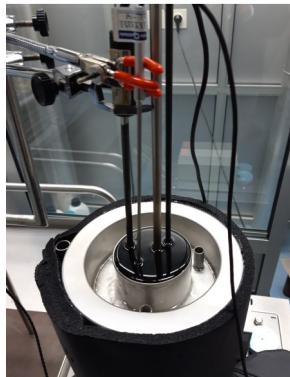
IPQ is responsible for the development of the national standards for temperature and relative humidity, and is tasked with realizing the International Temperature Scale of 1990 (ITS-90) at fixed points.



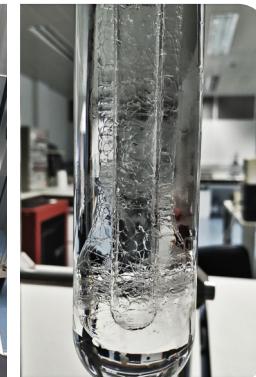
Realização do ponto triplo do árgon



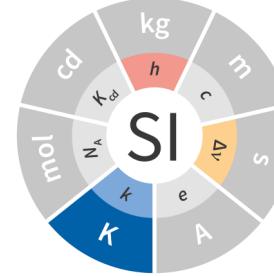
Forno de calibração de termopar



Banho de álcool de calibração de termômetros



Realização do ponto triplo da água



A realização da EIT90 nos pontos fixos, entre o ponto triplo do árgon ($-189,3442\text{ }^{\circ}\text{C}$) e o ponto de congelação da prata ($961,78\text{ }^{\circ}\text{C}$), em conjunto com a realização na radiação de Planck, no ponto de congelação do cobre ($1084,62\text{ }^{\circ}\text{C}$), permite assegurar a rastreabilidade das medições da grandeza temperatura no intervalo de medição de $-190\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $2500\text{ }^{\circ}\text{C}$.

CAPACIDADES

CAPABILITIES

Termometria por contacto

- Termômetros
- Sensores de temperatura
- Termômetros de Resistência Platina
- Termopares de metais nobres
- Termômetros de vidro de dilatação de líquido

Contact thermometry

- Thermometers
- Temperature sensors
- Platinum Resistance Thermometers
- Noble metal thermocouples
- Liquid-in-glass thermometers

Termometria sem contacto

- Termômetros por radiação
- Pirômetros ópticos

Non-contact thermometry

- Radiation thermometers
- Optical pyrometers

Instrumentos de medição de humidade relativa

Instruments for measuring relative humidity

Controlo Metrológico

- Instrumentos de medição e registo de temperatura

Legal Metrological Control

- Instruments for measuring and recording temperature

The realization of the ITS-90 at fixed points, from the triple point of argon ($-189.3442\text{ }^{\circ}\text{C}$) to the freezing point of silver ($961.78\text{ }^{\circ}\text{C}$), together with its realization through Planck radiation at the freezing point of copper ($1084.62\text{ }^{\circ}\text{C}$), ensures the traceability of temperature measurements in the measurement range from $-190\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $2500\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Quantidade de Matéria

Capacidades de Medição

Amount of Substance

Measurement Capabilities

Enquadrado na área de Quantidade de Matéria, o IPQ prepara e certifica misturas gasosas com elevada exatidão, apoiando setores como o ambiente, a energia e a saúde, e assegurando a qualidade dos dados obtidos com analisadores de gases ambientais e poluentes.

Realiza a calibração e o controlo metrológico de alcoolímetros, utilizados no controlo de alcoolemia de trabalhadores em meio laboral e de condutores fiscalizados pelas forças de segurança nacionais. O domínio do pH complementa esta área com a calibração de instrumentos críticos para o controlo da qualidade da água, alimentos e processos industriais.

Within the field of Amount of Substance, IPQ prepares and certifies high-accuracy gas mixtures, supporting sectors such as environment, energy, and health, and ensuring the quality of data obtained from environmental and pollutant gas analyzers.

It carries out the calibration and metrological control of alcohol breath analyzers used for monitoring blood alcohol levels in workplace settings and in roadside checks by national law enforcement. The domain of pH further complements this area through the calibration of critical instruments used in the quality control of water, food, and industrial processes.



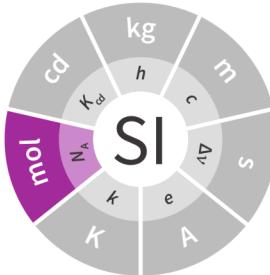
Analisador de gases de escape



Padrão primário de pH



Calibração de alcoolímetros



A rastreabilidade das medições e misturas gasosas preparadas ou certificadas é obtida através de padrões nacionais e internacionais e pela adoção de métodos de preparação e certificação de acordo com as normas internacionais aplicáveis.

O estabelecimento dos valores de pH para as Soluções Padrão Primário, a partir de determinações eletroquímicas em células de Harned, requer a adoção das recomendações da IUPAC.

CAPACIDADES	CAPABILITIES
Calibração de analisadores de misturas gassosas: <ul style="list-style-type: none"> • de gases de escape • de efluentes gassosos • de qualidade do ar interior • de gases inflamáveis • de inspeção • usados na área alimentar 	<i>Calibration of gas mixture analyzers:</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Exhaust gas analyzers</i> • <i>Gaseous effluent analyzers</i> • <i>Indoor air quality analyzers</i> • <i>Flammable gas analyzers</i> • <i>Inspection gas analyzers</i> • <i>Analyzers used in the food sector</i>
Controlo Metrológico <ul style="list-style-type: none"> • Alcoolímetros • Analisadores de gases de escape 	<i>Legal Metrological Control</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Alcohol breath analyzers</i> • <i>Exhaust gas analyzers</i>
Calibração de instrumentos de medição no domínio do pH	<i>Calibration of measurement instruments in the pH domain</i>

The traceability of measurements and prepared or certified gas mixtures is ensured through national and international standards, by adopting preparation and certification methods in accordance with applicable international norms.

The establishment of pH values for Primary Standard Solutions, based on electrochemical determinations using Harned cells, requires the adoption of IUPAC recommendations.

Intensidade Luminosa

Luminous Intensity

Measurement Capabilities

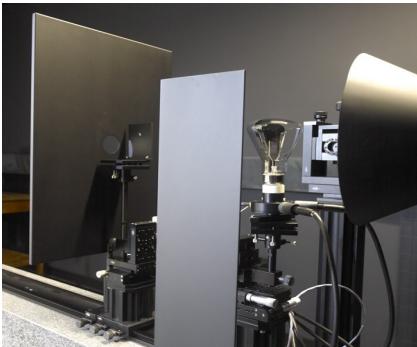
Capacidades de Medição

No domínio da Fotometria e Radiometria, o IPQ é responsável pelo desenvolvimento dos padrões metrológicos nacionais, incumbindo-lhe designadamente a manutenção do padrão nacional da Intensidade Luminosa, calibrações, participação e coordenação de comparações interlaboratoriais e apoiar a Metrologia Legal.

In the field of Photometry and Radiometry, IPQ is responsible for the development of national metrological standards, including the maintenance of the national standard for Luminous Intensity. Its duties also encompass calibrations, participation in and coordination of interlaboratory comparisons, and support for Legal Metrology.



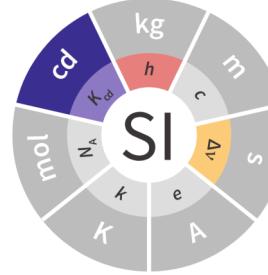
Lâmpada padrão de intensidade luminosa



Banco fotométrico com lâmpada padrão



Filtros e cerâmicas de fatores de transmissão e de reflexão



Um banco fotométrico com lâmpadas padrão e um fotômetro padrão, assim como espectrofotômetros com filtros padrão e placas cerâmicas padrão, produzem resultados de medição rastreáveis ao SI através de padrões internacionais específicos.

Para a grandeza índice de refração, a rastreabilidade ao SI é obtida através de materiais de referência certificados.

CAPACIDADES

Calibração

- Lâmpadas
- Luxímetros
- Fotômetros
- Espectrofotômetros para Transmissão regular
- Espectrofotômetros para Reflexão regular
- Refratômetros para líquidos

Certificação

- Filtros de fatores de transmissão regular
- Cerâmicas de fatores de reflexão regular
- Soluções padrão para refratômetros

Controlo Metrológico

- Refratômetros para mosto de uvas

CAPABILITIES

Calibration

- Lamps
- Luximeters
- Photometers
- Spectrophotometers for regular transmission
- Spectrophotometers for regular reflection
- Refractometers for liquids

Certification

- Filters for regular transmittance factor
- Ceramic standards for regular reflectance factor
- Standard solutions for refractometers

Legal Metrological Control

- Refractometers for grape must

A photometric bench equipped with standard lamps and a standard photometer, as well as spectrophotometers with standard filters and standard ceramic tiles, produce measurements results traceable to SI through specific international standards.

For the quantity of refractive index, traceability is ensured through certified reference materials.

Controlo Metrológico Legal

Legal metrological control

O controlo metrológico legal constitui uma obrigação do Estado, assegurada pelo IPQ, e exerce-se sobre os métodos e os instrumentos de medição (IM) utilizados em transações comerciais, operações fiscais, segurança, proteção do ambiente e saúde.

Tem por objetivo garantir que a exatidão do resultado das medições se encontra dentro dos limites regulamentares, de modo a estabelecer trocas comerciais justas, promover a segurança de pessoas e bens, cuidar da saúde e do ambiente, bem como constituir suporte à fiscalização e à fiscalidade.

Legal metrological control is a State obligation, ensured by IPQ, and is applied to the methods and measuring instruments used in commercial transactions, taxation, safety, environmental protection, and healthcare.

Its objective is to ensure that the accuracy of measurement results remains within regulatory limits, in order to enable fair trade, promote the safety of people and property, safeguard health and the environment, and support inspection and taxation activities.



Etiquetas informativas

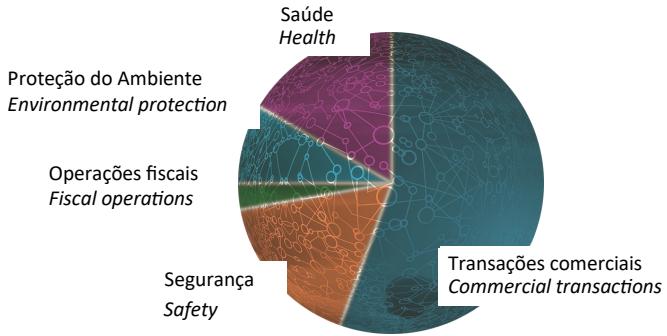
Instrumentos de medição sob controlo metrológico

Compete ao IPQ:

- Participar na criação e atualização da regulamentação metrológica europeia e internacional, promovendo legislação nacional;
- Aprovar os modelos de instrumentos de medição sujeitos a controlo regulamentar, garantindo a sua conformidade técnica e legal;
- Realizar operações de controlo metrológico ou supervisionar entidades qualificadas quando necessário.

As categorias de instrumentos de medição regulamentadas, representam mais de 310 mil operações anuais, evidenciando o papel preponderante e transversal na vida em sociedade que a atividade metrológica legal representa.

Distribuição das 36 categorias de IM pelos 5 setores de atividade.



Distribution of the 36 categories of MI across the five activity sectors.

IPQ is responsible for:

- Participating in the development and revision of European and international metrological regulations, while promoting national legislation;
- Approving models of measuring instruments subject to regulatory control, ensuring their technical and legal compliance;
- Carrying out metrological control operations or supervising qualified entities when necessary.

The regulated categories of measuring instruments account for over 310,000 operations annually, highlighting the prominent and cross-cutting role that legal metrology plays in everyday society.

Produção e Certificação de Materiais de Referência

Production and Certification of Reference Materials

A produção e certificação de Materiais de Referência Certificados (MRC) é essencial para garantir a rastreabilidade e a comparabilidade das medições em laboratórios. Estes materiais possuem propriedades bem definidas, acompanhadas de incertezas e valores certificados por métodos reconhecidos. São utilizados para calibração de instrumentos, validação de métodos analíticos e controlo da qualidade.

The production and certification of Certified Reference Materials (CRMs) is essential to ensure the traceability and comparability of measurements in laboratories. These materials have well-defined properties, accompanied by uncertainties and certified values established through recognized methods. They are used for instrument calibration, analytical method validation and quality control.

O processo de produção envolve etapas rigorosas de homogeneização, testes de estabilidade e caracterização, de acordo com a norma ISO 17034, contribuindo assim para a excelência metrológica em diversas áreas da ciência e da indústria.

CAPACIDADES

Produção e certificação de:

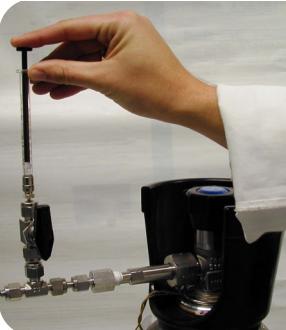
- Misturas gasosas de referência
- Soluções padrão de índice de refração
- Soluções padrão de massa volúmica
- Soluções tampão para medição de pH

CAPABILITIES

Production and certification of :

- *Reference gas mixtures*
- *Standard solutions of refractive index*
- *Standard solutions of density*
- *Buffer solutions for pH measurement*

The production process involves rigorous stages of homogenization, stability testing, and characterization, thereby contributing to metrological excellence across various scientific and industrial fields.



Preparação de misturas gasosas



Soluções tampão



Soluções padrão para índice de refração

Transferência de Conhecimento e Capacitação

Knowledge Transfer and Capacity Building

O desenvolvimento metrológico nacional, com impacto direto na indústria, na economia e no bem-estar da sociedade em geral, encontra suporte na transferência do conhecimento científico, na capacitação técnica, no desenvolvimento de competências e conhecimentos especializados em domínios metrológicos emergentes (e.g. ferramentas de IA, *machine learning*, tecnologias quânticas), necessários para manusear equipamentos cada vez mais sofisticados e interpretar dados com elevada exatidão.

National metrological development, with a direct impact on industry, economy and the well-being of society in general, is supported by the transfer of scientific knowledge, technical training, and the development of skills and specialized knowledge in emerging metrological domains (e.g. AI tools, machine learning, quantum technologies), necessary to handle increasingly sophisticated equipment and interpret data with high accuracy.



O IPQ, empenhado em assegurar conhecimentos e competência especializada no âmbito da medição, assegura um conjunto de iniciativas junto da Sociedade, visando a transferência de conhecimentos e capacitação técnica de organizações e indivíduos.

SERVIÇOS

SERVICES

Serviço educativo orientado para crianças e jovens dos diferentes níveis de ensino

- Visitas aos Laboratórios
- Ateliers experimentais
- Estágios profissionais e curriculares
- Orientação de Mestrados
- Visitas ao Museu de Metrologia

Ações e cursos de formação para professores do Ensino Básico e Secundário e técnicos de metrologia

- Oficinas à Medida
- Curso de Experimentador Metrologista
- Formação específica em Metrologia Científica, Aplicada e Legal

Gestão da Qualidade e capacitação de entidades nacionais e internacionais

- Consultadoria
- Formação
- Auditorias

Educational Services for Children and Young People Across All Education Levels

- *Guided visits to laboratories*
- *Hands-on experimental workshops*
- *Professional and academic internships*
- *Supervision of Master's theses*
- *Visits to the Metrology Museum*

Training Courses and Activities for Primary and Secondary School Teachers and Metrology Professionals

- *Customised workshops*
- *Metrology Experimenter Course*
- *Specialised training in Scientific, Applied, and Legal Metrology*

Quality Management and Capacity Building for National and International Entities

- *Consultancy*
- *Training*
- *Auditing*

Committed to ensuring knowledge and specialized competence in the field of measurement, IPQ promotes a range of initiatives aimed at society, with the goal of transferring knowledge and building technical capacity among organizations and individuals.

Museu de Metrologia

Espólio metrológico com interesse histórico

O Museu realiza visitas guiadas destinadas a diversos públicos, desde as crianças que começam a aprender as primeiras unidades de medida no Primeiro Ciclo do Ensino Básico, a outros níveis de ensino, assim como professores e investigadores ou associações e pessoas interessadas em conhecer melhor a nossa história metrológica.

The Museum holds guided tours aimed at different audiences, from children who are beginning to learn the first units of measurement in the First Cycle of Elementary School, to other levels of education, as well as teachers and researchers or associations and people interested in learning more about our metrological history.



O espólio metrológico à guarda do Museu é composto por cerca de 3000 instrumentos de medição e padrões de medida, incluindo diversas peças de inegável valor histórico.

Alguns destes instrumentos podem ser vistos na Exposição Permanente “Pesos e Medidas em Portugal”, nomeadamente os que ilustram a evolução da metrologia ao longo da nossa história, normalmente dividida em três fases distintas:

- A diversidade de sistemas típica da Idade Média;
- As reformas da época moderna, no sentido da uniformização;
- A adoção do Sistema Métrico Decimal.

The metrological collection under the Museum's care consists of around 3000 measuring instruments and standards, including several pieces of undeniable historical value.

Some of these instruments can be seen in the Permanent Exhibition ‘Weights and Measures in Portugal’, namely those that illustrate the evolution of metrology throughout our history, usually divided into three distinct phases:

- The diversity of systems typical of the Middle Ages;*
- The reforms of the modern era towards standardization;*
- The adoption of the Decimal Metric System.*

Metrology Museum

Metrological heritage of historical interest

