



Resolução nº 01, de 10 de abril de 2013

Dispõe sobre a aprovação do documento
“Diretrizes Estratégicas para a Metrologia
Brasileira 2013-2017”.

O CONSELHO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL – CONMETRO, usando das atribuições que lhe conferem o art. 3º da Lei nº 5.966, de 11 de dezembro de 1973, e o art. 2º da Lei nº 9.933, de 20 de dezembro de 1999;

Considerando que a metrologia é uma área estratégica para o desenvolvimento econômico e social do País, por ser parte integrante da infraestrutura básica de apoio à competitividade das nossas empresas, à preservação da saúde, da segurança, do meio ambiente, à proteção do consumidor e prevenção de práticas enganosas de comércio;

Considerando que a metrologia é também uma área de ampla abrangência, onde são necessárias ações coordenadas para assegurar a eficiência e a eficácia na aplicação dos recursos públicos;

Considerando a importância da metrologia como ferramenta estratégica de apoio ao novo Plano Brasil Maior, bem como a atuação do Inmetro no âmbito do SIBRATEC, na busca do aumento da competitividade do setor produtivo brasileiro e da ampliação da sua inserção no mercado mundial globalizado;

Considerando que a Lei nº 12.545, de 15 de dezembro de 2011, ampliou as atribuições do Inmetro, tornando-o um eixo técnico e estratégico na nova política industrial do Governo Federal e no processo de modernização da indústria nacional;

Considerando a necessidade de fortalecimento da Metrologia Científica e Industrial, bem como da Metrologia Legal, como forma de assegurar a soberania nacional neste importante segmento científico e tecnológico, bem como na área aeroespacial e na defesa nacional;

Considerando que, para isto, é indispensável o fortalecimento da infraestrutura laboratorial brasileira, em suporte à inovação, à melhoria da qualidade e da produtividade de bens e serviços nacionais, através de ações articuladas com os principais atores envolvidos;

Considerando a necessidade de incrementar a difusão da cultura metrológica como significativa contribuição para a melhoria da produtividade de nossas empresas e da qualidade de vida do cidadão brasileiro;

Considerando a necessidade de expandir e aprimorar os serviços de metrologia no País, tendo em vista o atendimento à demanda e à incorporação, no sistema metrológico, de novas áreas estratégicas, em especial nos aspectos ligados à inovação em geral, a nanometrologia em particular e aos biocombustíveis, mormente nas relações econômicas, nos setores de saúde, meio ambiente, segurança e serviços públicos oferecidos à sociedade, inclusive à proteção do consumidor; e

Considerando, finalmente, que o documento “Diretrizes Estratégicas para a Metrologia Brasileira 2013-2017” foi formalmente aprovado pelo Comitê Brasileiro de Metrologia - CBM, em sua 47ª Reunião, realizada no dia 14 de março de 2013,

RESOLVE:

Art.1º Aprovar o documento “Diretrizes Estratégicas para a Metrologia Brasileira 2013-2017” como instrumento da política metrológica brasileira, o qual orientará as ações das diversas instituições ligadas à metrologia, bem como a aplicação de recursos governamentais para o efetivo desenvolvimento da metrologia no País.

Art. 2º Delegar ao Inmetro a coordenação das ações necessárias à implementação das “Diretrizes Estratégicas para a Metrologia Brasileira 2013-2017”.

Art. 3º Recomendar ao Inmetro a implantação de um sistema de acompanhamento permanente das ações empreendidas, em consonância com as referidas Diretrizes Estratégicas, junto aos principais atores que compõem o Sinmetro, utilizando-se de parcerias, caso necessário.

Art. 4º - Constituir, no âmbito do Comitê Brasileiro de Metrologia, um grupo de trabalho composto por representantes do Inmetro, da Secretaria do Desenvolvimento da Produção do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) e da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), para identificar as convergências das “Diretrizes Estratégicas para a Metrologia Brasileira 2013-2017” ora aprovadas, com as medidas sistêmicas de estímulos a investimentos em capital fixo e em inovação, promoção das exportações e defesa comercial das Agendas Estratégicas Setoriais dos Comitês Executivos do Plano Brasil Maior, com vistas a propor ao Conmetro ações concretas na área de metrologia, a serem encaminhadas ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Industrial (CNDI).

Parágrafo único. O grupo de trabalho de que trata o *caput* poderá convidar especialistas do setor público, de empresários, de trabalhadores e da comunidade científica e tecnológica, para assessorarem na discussão dos temas.

Art. 5º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

FERNANDO DAMATA PIMENTEL

Ministro de Estado do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
Presidente do Conmetro

**CONSELHO NACIONAL DE METROLOGIA,
NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL -
CONMETRO**

**COMITÊ BRASILEIRO DE
METROLOGIA - CBM**

**DIRETRIZES ESTRATÉGICAS PARA
A METROLOGIA BRASILEIRA
2013-2017**

**Aprovado na 47^a Reunião do CBM
Em 14 de março de 2013
Rio de Janeiro**

**Aprovado na 65^a Reunião do CONMETRO
pela Resolução CONMETRO nº 1,
de 10 de abril de 2013**

SUMÁRIO

Título	Página
1. INTRODUÇÃO.....	4
1.1. Do Plano Brasil Maior e da Política de Desenvolvimento Produtivo	5
1.2. Dos Desafios do Plano Brasil Maior	6
2. ABRANGÊNCIA E IMPORTÂNCIA DA METROLOGIA	8
3. ESTRUTURA BÁSICA PARA A ORGANIZAÇÃO DA METROLOGIA	9
4. ATUAL SITUAÇÃO DA METROLOGIA BRASILEIRA	10
4.1. Redes Metrológicas	12
5. O INMETRO COMO INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA DO BRASIL.....	12
5.1. O Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – Inmetro	12
5.2. Contexto e Significado dos Institutos Nacionais de Metrologia	13
5.3. Características dos Institutos Nacionais de Metrologia	14
5.4. O papel do Inmetro na inserção internacional	16
5.5. Diretrizes Estratégicas.....	19
6. A METROLOGIA PARA ÁREAS ESTRATÉGICAS ESPECÍFICAS	21
6.1. Metrologia na Área Nuclear.....	21
6.1.1. Diretrizes Estratégicas	22
6.2. Metrologia de Tempo e Frequência	22
6.2.1. Referência em Tempo e Frequência	22
6.2.2. Diretrizes Estratégicas	23
6.3. Metrologia de Frequências Ópticas	23
6.3.1. Diretrizes Estratégicas	24
6.4. Metrologia Química	24
6.4.1. Diretrizes Estratégicas	25
6.5. Medições Dinâmicas	25
6.5.1. Diretrizes Estratégicas	26
6.6. Metrologia Quântica	27
6.6.1. Metrologia Quântica Aplicada a Área de Metrologia Óptica	27
6.6.1.1. Diretrizes Estratégicas	27
6.6.2. Metrologia Quântica Aplicada a Área de Metrologia Elétrica	28
6.6.2.1. Diretrizes Estratégicas	28
6.7. Metrologia em Tecnologias de Informação e Comunicações - TIC	28
6.7.1. Diretrizes Estratégicas	29
6.8. Metrologia nas Atividades de Segurança e Defesa	30
6.8.1. Diretrizes Estratégicas	31
6.9. Metrologia no Setor Espacial	31
6.9.1. Diretrizes Estratégicas	32
6.10. Metrologia Forense	34
6.10.1. Análise de Drogas Proscritas e Controladas	32

6.10.2. Identificação Humana pelo DNA	33
6.10.3. Balística Forense.....	33
6.10.4. Acústica Forense	33
6.10.5. Processamento de Imagens	34
6.10.6. Diretrizes Estratégicas	34
6.11. Metrologia em Ciências da Vida	35
6.11.1. Diretrizes Estratégicas	36
6.12. Nanometrologia.....	36
6.12.1. Diretrizes Estratégicas	37
6.13. Metrologia de Materiais	37
6.13.1. Diretrizes Estratégicas	37
6.14. Metrologia Óptica: Tecnologias Eficientes em Iluminação	38
6.14.1. Diretrizes Estratégicas	38
6.15. Metrologia na Área de Energia	39
6.15.1. Metrologia em Hidrogênio Energético.....	39
6.15.1.1. Diretrizes Estratégicas	39
6.15.2. Metrologia em Energias Renováveis - Solar e Eólica	40
6.15.2.1. Diretrizes Estratégicas	40
6.15.3. Metrologia em Energias Renováveis – Biomassa	41
6.15.3.1. Diretrizes Estratégicas	41
7. A METROLOGIA LEGAL	42
7.1. Conceituação Geral	42
7.2. Diretrizes Estratégicas para a Metrologia Legal	42
8. A ESTRUTURA NACIONAL PARA A CONFIABILIDADE DAS MEDIÇÕES....	44
8.1. Concepção Geral	44
8.2. A Rede de Laboratórios, Produtores de Materiais de Referência e Provedores de Ensaios de Proficiência	45
8.3. Diretrizes Estratégicas para a Confiabilidade das Medições	47
9. METROLOGIA E MEIO AMBIENTE	48
9.1. Metrologia e Sustentabilidade.....	48
9.2. Metrologia para o Meio Ambiente	49
9.3. Diretrizes Estratégicas	50
10. A EDUCAÇÃO EM METROLOGIA	50
10.1. Contexto.....	50
10.2. Diretrizes Estratégicas	52
11. METROLOGIA PARA APOIO À INOVAÇÃO	53
11.1. Diretrizes Estratégicas	55
SIGLÁRIO – Significado das Siglas Usadas Neste Documento	56

1. INTRODUÇÃO

Este documento tem como objetivo estabelecer as Diretrizes Estratégicas para a Metrologia Brasileira, no período 2013-2017, atualizando conceitos e estratégias, bem como explicitando os desafios e as orientações alinhadas às novas demandas para a metrologia brasileira.

Cabe ressaltar o alinhamento deste documento com as recentes ações do Governo voltadas para o crescimento do setor produtivo, sobretudo na incorporação das novas demandas introduzidas no Plano Brasil Maior e no SIBRATEC, que dão continuidade à Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP), iniciada com a Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE), nas quais a metrologia tem papel estratégico no apoio à sustentabilidade, inovação e à competitividade do setor produtivo nacional, assim como nos segmentos de saúde, meio ambiente, segurança e defesa do País.

Esse documento é o terceiro da série “Diretrizes Estratégicas para a Metrologia Brasileira” iniciada em 2003. A apresentação do texto e das diretrizes é diferente das anteriores, refletindo os avanços da metrologia desde 2003. As diretrizes estabelecidas nos dois primeiros documentos tinham como objetivo principal definir ações visando fortalecer a metrologia no País, dando prioridade à capacitação e consolidação do Inmetro como “locus” do conhecimento em metrologia e em suas áreas afins. Ao longo desta década os objetivos estratégicos estabelecidos naquelas Diretrizes foram atingidos com grande êxito. Foram implantados, com apoio do Governo Federal e por meio da PITCE e da PDP, no Inmetro os laboratórios de metrologia de materiais, de química, de fluidos, de tecnologia da informação, de biologia, áreas estratégicas para o País. Possibilitaram também ao Inmetro a ampliação dos laboratórios nas áreas tradicionais e aumentar o número de vagas do quadro efetivo de servidores e, ainda, a criação de novas diretorias voltadas à pesquisa, desenvolvimento e inovação, além da otimização do planejamento e programas estratégicos, disponibilizando uma forte base de apoio à competitividade da indústria nacional, no que diz respeito aos aspectos atuais da metrologia.

O presente documento apresenta um conjunto de diretrizes que tem como um dos objetivos dar continuidade e ampliar as atividades nestas áreas, e atuar em áreas que apresentam novos desafios e demandas da metrologia. Objetiva também, orientar, sugerir ações e servir de base a empresas, laboratórios e instituições na formulação de planos voltados para o desenvolvimento da metrologia brasileira, nos diferentes níveis de exigências metrológicas e nos diversos ramos de atividades em que a metrologia atua, especialmente os setores industriais e de ciência e tecnologia, além de servir de apoio às ações de fomento para a criação de um ambiente favorável à inovação nas empresas e, ainda, para o fortalecimento da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior, no âmbito do Plano Brasil Maior.

O forte apoio do Governo Federal, por intermédio do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior e do Ministério do Planejamento Orçamento e Gestão, no estabelecimento e implantação do Plano de Cargos e Carreiras do Inmetro, propiciaram não apenas a retenção de talentos, mas também a contratação de servidores altamente qualificados, fundamentais para a consolidação das novas áreas e o sucesso da instituição e, mais recentemente, na mudança do nome do Inmetro e suas novas atribuições com foco na tecnologia e inovação, com um novo Marco Legal do Inmetro.

Na linha de seus predecessores, este novo documento tem como objetivos principais:

- a) organizar e harmonizar a visão e os conceitos sobre a metrologia e seu papel no Brasil;
- b) identificar necessidades e problemas dos diversos atores responsáveis direta ou indiretamente pelas atividades metrológicas no País, bem como de seus usuários;
- c) estabelecer diretrizes estratégicas para as ações dos principais atores comprometidos com a metrologia no Brasil, para o período de 2013 a 2017, e servir de base para a formulação de seus programas, nos diferentes níveis e áreas da metrologia;
- d) servir de base às ações, no âmbito da metrologia, que permeiam a política de inserção internacional do País e o aumento da competitividade internacional da produção brasileira de bens e serviços, no contexto do Plano Brasil Maior; e
- e) definir as prioridades para expandir, integrar, modernizar e consolidar o sistema metrológico nacional e fortalecer as atividades de pesquisa e inovação em metrologia e qualidade, que se configuram como áreas estratégicas para o desenvolvimento e a soberania do País.

O documento foi estruturado em seções. As de número 2, 3 e 4 abordam respectivamente: a) a importância da metrologia e sua interação com as políticas públicas do País; b) a estrutura básica requerida para sua organização no contexto internacional e c) a atual situação da metrologia brasileira. A Seção 5 enfatiza o Inmetro como o Instituto Nacional de Metrologia do Brasil. A Seção 6 aborda áreas estratégicas específicas, em diversas especialidades técnicas e científicas onde a metrologia é fundamental, entre elas as áreas: nuclear, quântica, tempo e frequência, química, dinâmica de fluidos, segurança e defesa, espacial, forense e biologia. A Seção 7 trata da Metrologia Legal, suas metas e desafios visando garantir a qualidade e a credibilidade dos resultados das medições envolvendo as transações comerciais, a saúde humana e a segurança do cidadão. As demais seções tratam de outros importantes eixos, incluindo temas contemporâneos como educação, inovação e meio ambiente.

Os eixos escolhidos foram considerados os mais representativos para os objetivos pretendidos. Para cada um deles, apresenta-se uma breve descrição dos conceitos e contextos mais relevantes para sua análise e implementação de ações e atividades, seguindo-se a identificação dos principais desafios e a formulação das diretrizes estratégicas requeridas para superá-los.

As Diretrizes Estratégicas para a Metrologia Brasileira 2013-2017 explicitam as linhas de atuação para as instituições diretamente relacionadas com a metrologia científica e industrial e com a metrologia legal, as interações dessas instituições com as empresas brasileiras e a sociedade em geral, além de considerar as diretrizes do Plano Brasil Maior e do SIBRATEC.

1.1. Do Plano Brasil Maior

O Plano Brasil Maior, que estabelece a nova política industrial, tecnológica, de serviços e de comércio exterior do País, é o nome pelo qual o governo apresenta a política industrial para o período 2011-2014. O Plano representa uma atualização e um aprofundamento das políticas implantadas nos governos anteriores, a saber:

- Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior – PITCE (2003-2007); e
- Política de Desenvolvimento Produtivo – PDP (2008-2010).

O Plano Brasil Maior está estruturado em diretrizes setoriais e temas transversais que definem o conjunto de ações a serem implantadas em grupos setoriais definidos pelo governo como estratégicos para o fortalecimento da indústria nacional.

As orientações estratégicas que direcionam as ações do Brasil Maior são:

- promover a inovação e o desenvolvimento tecnológico.
- criar e fortalecer competências críticas da economia nacional.
- aumentar o adensamento produtivo e tecnológico das cadeias de valor.
- ampliar os mercados interno e externo das empresas brasileiras.
- garantir crescimento socialmente inclusivo e ambientalmente sustentável.
- ampliar os níveis de produtividade e competitividade da indústria brasileira.

O Plano estabelece um conjunto inicial de medidas, que serão complementadas ao longo do período 2011-2014 a partir do diálogo com o setor produtivo. Destacam-se:

- desoneração dos investimentos e das exportações;
- ampliação e simplificação do financiamento ao investimento e às exportações;
- aumento de recursos para inovação;
- aperfeiçoamento do marco regulatório da inovação;
- estímulos ao crescimento de pequenos e micronegócios;
- fortalecimento da defesa comercial;
- criação de regimes especiais para agregação de valor e de tecnologia nas cadeias produtivas; e
- regulamentação da lei de compras governamentais para estimular a produção e a inovação no País.

A metrologia, por seu destacado papel no apoio à inovação e à competitividade, cumpre importantes funções dentro dos objetivos do Plano, notadamente no que concerne ao aumento da competitividade da indústria nacional, o incentivo à inovação tecnológica e à agregação de valor.

1.2. Dos Desafios do Plano Brasil Maior

A indústria brasileira enfrenta uma série de desafios para se inserir autonomamente no dinâmico comércio internacional. A redução na demanda externa em virtude da crise que se arrasta nos EUA e na Europa, o crescimento acelerado de competidores emergentes, coligado a uma conjuntura interna de altos impostos e grande dificuldade logística pressiona o governo a acelerar a tomada de medidas que visem à redução desses obstáculos. Por outro lado, os novos parâmetros mundiais exigem investimento em pesquisa e desenvolvimento, força de trabalho qualificada e estruturas corporativas flexíveis. A nova economia baseada em conhecimento requer uma política industrial que conduza o País a um crescimento da produtividade intensivo em tecnologia. O Plano Brasil Maior, lançado em agosto de 2011, é a resposta do governo a essa demanda.

Os desafios do Plano Brasil Maior são, portanto, gigantescos e incluem:

- 1) intensificar a progressão tecnológica da indústria de transformação;
- 2) combater os efeitos da “guerra cambial” e das incertezas do cenário internacional;
- 3) enfrentar o acirramento da concorrência internacional nos mercados doméstico e externo;
- 4) acelerar o investimento em infraestrutura física; e
- 5) impulsionar a qualificação profissional de nível técnico e superior.

As medidas adotadas para enfrentar estes desafios têm como objetivos, entre outros: a) sustentar o crescimento econômico do País no atual cenário econômico adverso; b) sair da crise internacional em melhor posição do que entrou, o que resultaria numa mudança estrutural da inserção do País na economia mundial. Para tanto, o Plano tem como foco a inovação e o adensamento produtivo do parque industrial brasileiro, objetivando ganhos sustentados da produtividade do trabalho.

No intuito de enfrentar estes desafios e alcançar os seus objetivos o Plano Brasil Maior estabelece diversas ações e metas, destacando-se:

Ações	Posição Base	Meta (2014)
1. Ampliar o investimento fixo em % do PIB	18,4% (2010)	22,4%
2. Elevar dispêndio empresarial em P&D em % do PIB (meta compartilhada com Estratégia Nacional de Ciência e Tecnologia e Inovação – ENCTI)	0,59% (2010)	0,90%
3. Aumentar a qualificação de RH: % dos trabalhadores da indústria com pelo menos nível médio	53,7% (2010)	65,0%
4. Ampliar valor agregado nacional: aumentar Valor da Transformação Industrial/Valor Bruto da Produção (VTI/VBP)	44,3% (2009)	45,3%
5. Elevar % da indústria intensiva em conhecimento: VTI da indústria de alta e média-alta tecnologia/VTI total da indústria	30,1% (2009)	31,5%
6. Fortalecer as MPMEs: aumentar em 50% o número de MPMEs inovadoras	37,1 mil (2008)	58,0 mil
7. Produzir de forma mais limpa: diminuir o consumo de energia por unidade de PIB industrial (consumo de energia em tonelada equivalente de petróleo – TEP por unidade de PIB industrial)	150,7 tep/ R\$ milhão (2010)	137,0 tep/R\$ milhão
8. Diversificar as exportações brasileiras, ampliando a participação do País no comércio internacional	1,36% (2010)	1,60%
9. Elevar participação nacional nos mercados de tecnologias, bens e serviços para energias: aumentar Valor da Transformação Industrial/Valor Bruto da Produção (VTI/VBP) dos setores ligados à energia	64,0% (2009)	66,0%
10. Ampliar acesso a bens e serviços para qualidade de vida: ampliar o número de domicílios urbanos com acesso à banda larga (meta PNBL)	13,8 milhões de domicílios (2010)	40,0 milhões de domicílios

Para alcance dessas metas o Plano prevê um conjunto de medidas de estímulo ao investimento e à inovação, de apoio ao comércio exterior e defesa da indústria e do mercado interno, incluindo desonerações tributárias, financiamento à inovação, aplicação de recursos em setores de alta e média-alta tecnologia, fortalecimento das micro, pequenas e médias empresas inovadoras, criação de programa para qualificação de mão de obra, desoneração, financiamento e garantias para as exportações.

2. ABRANGÊNCIA E IMPORTÂNCIA DA METROLOGIA

A metrologia, definida como a “ciência da medição e suas aplicações”¹, tem como foco principal prover confiabilidade, credibilidade, universalidade e qualidade às medidas. Como as medições estão presentes, direta ou indiretamente, em praticamente todos os processos de tomada de decisão, a abrangência da metrologia é imensa, envolvendo a indústria, o comércio, a saúde, a segurança, a defesa e o meio ambiente, para citar apenas algumas áreas. Estima-se que de 4 a 6% do PIB nacional dos países industrializados sejam dedicados aos processos de medição (*National and International Needs in Metrology (BIPM)*, junho de 1998).

Nos últimos anos, a importância da metrologia no Brasil e no mundo cresceu significativamente em razão, principalmente, de fatores como:

- ✓ a elevada complexidade e sofisticação dos modernos processos industriais, intensivos em tecnologia e comprometidos com a qualidade e a competitividade, requerendo medições de alto refinamento e confiabilidade para um grande número de grandezas;
- ✓ a busca constante por inovação, como exigência permanente e crescente do setor produtivo do País, para competitividade, propiciando o desenvolvimento de novos e melhores processos e produtos. Ressalta-se que medições confiáveis podem levar a melhorias incrementais da qualidade, bem como a novas tecnologias, ambas importantes fatores de inovação;
- ✓ a crescente consciência da cidadania e o reconhecimento dos direitos do consumidor e do cidadão, amparados por leis, regulamentos e usos e costumes consagrados – que asseguram o acesso a informações fidedignas e transparentes – com intenso foco voltado para a saúde, segurança e meio ambiente, requerendo medidas confiáveis em novas e complexas áreas, especialmente no campo da química, materiais, biologia e nanometrologia;
- ✓ a irreversível globalização nas relações comerciais e nos sistemas produtivos de todo o mundo, potencializam a demanda por metrologia, em virtude da grande necessidade de harmonização nas relações de troca, atualmente muito mais intensas, complexas, e envolvendo um grande número de grandezas a serem medidas com incertezas cada vez menores e com maior credibilidade, a fim de superar as barreiras técnicas ao comércio;
- ✓ no Brasil, especificamente, a entrada em operação das Agências Reguladoras intensificou sobremaneira a demanda por metrologia em áreas que antes não necessitavam de um grande rigor, exatidão e imparcialidade nas medições, como em alta tensão elétrica, telecomunicações, grandes vazões e grandes volumes de fluidos;
- ✓ o aumento da preocupação com a sustentabilidade, o aquecimento global, a produção de alimentos, a qualidade de bioprodutos, biofármacos e terapia celular, fontes e vetores de produção de energia;
- ✓ desenvolvimento das atividades espaciais.

¹ Vocabulário Internacional de Metrologia – Conceitos Fundamentais e Gerais e Termos Associados (VIM 2012) 1ª edição luso-brasileira do VIM 2012 (JCGM 200:2012).

A expansão constante e a consciência da importância da metrologia geram demandas de desenvolvimento em áreas estratégicas, como a metrologia química, a metrologia de materiais, a metrologia em tecnologia da informação e comunicação (TIC), a nanometrologia, a metrologia quântica, a metrologia na área de frequência, a metrologia para a biologia e a metrologia no campo da saúde, que exigem uma ininterrupta evolução e mudanças estruturais do sistema metrológico, tanto no nível nacional, como no internacional.

A metrologia também desempenha um destacado papel na ampliação da inserção internacional do País, por meio da realização e participação em fóruns internacionais e em Acordos de Cooperação Técnica, Científica e Tecnológica. Além do suporte aos ministérios do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, das Relações Exteriores e Ciência, Tecnologia e Inovação, em atividades relacionadas com Metrologia e Avaliação da Conformidade.

O Inmetro, conforme será detalhado mais adiante, além das atividades de suporte ao comércio exterior que envolvem questões de regulamentação técnica, normalização e procedimentos de avaliação da conformidade, desenvolve permanentemente um conjunto de serviços de intercâmbio e de Cooperação Técnica Internacional por meio de celebração de acordos entre o Inmetro, institutos de pesquisa, universidades, centros de tecnologia e qualidade, órgãos governamentais e institutos congêneres estrangeiros, com vistas a fortalecer o comércio internacional do País através do intercâmbio de experiências e demais atividades de assistência técnica com outros países.

3. ESTRUTURA BÁSICA PARA A ORGANIZAÇÃO DA METROLOGIA

O contínuo desenvolvimento científico e tecnológico da metrologia e sua permanente inserção na economia e no cotidiano da população têm levado a uma permanente evolução no escopo e na organização da atividade metrológica.

Uma visão global da metrologia nas grandes economias do mundo permite identificar uma estrutura básica com quatro componentes principais:

- ✓ sistema de controle metrológico de caráter compulsório, em áreas sujeitas à regulamentação do Estado - a metrologia legal;
- ✓ laboratórios de calibração e de ensaios, sejam estas entidades privadas ou públicas, de elevada capilaridade, estabelecidos em função das necessidades do mercado, no que se refere aos serviços requisitados pelos diversos setores da economia, das demandas sociais e do Estado. Em qualquer dos casos, eles devem operar dentro de regras que assegurem sua credibilidade, sua qualidade e garantam as condições de disponibilidade, de concorrência e os direitos do cliente final;
- ✓ instituto metrológico nacional, de direito público (em alguns poucos países é uma instituição privada, mas com controle e subvenção do Estado), que se responsabiliza pelos padrões metrológicos nacionais e pela gestão e operação das funções estratégicas inerentes ao topo da cadeia de rastreabilidade no país;
- ✓ forte articulação internacional por intermédio dos organismos regionais, do Comitê Internacional de Pesos e Medidas (CIPM) e do Bureau Internacional de Pesos e Medidas (BIPM).

É justamente o Bureau Internacional de Pesos e Medidas, responsável principalmente pela guarda e manutenção dos padrões metrológicos e, ainda, da realização e disseminação² das unidades de medida do Sistema Internacional de Unidades (SI) e sua harmonização em nível mundial, que constitui a essência do “Instituto Nacional de Metrologia (INM)” de cada país. A realização dessas tarefas, inerentes a um INM, por sua vez, requer elevado conhecimento científico e tecnológico, além de reconhecimento internacional, o que implica permanente e vigorosa atividade de pesquisa científica e tecnológica, na fronteira do conhecimento.

A globalização tem exigido um grande esforço de reestruturação da metrologia, deflagrando um forte movimento de articulação dos institutos metrológicos nacionais, nos diferentes países, dentro de estruturas regionais, sub-regionais e globais. Articulado, principalmente, pelo Bureau Internacional de Pesos e Medidas (BIPM)³, esse movimento tem por finalidade garantir a confiabilidade, credibilidade, rastreabilidade, universalidade e coerência nas medições realizadas em todo o mundo.

O Brasil está inserido significativamente nesse esforço internacional. O Inmetro participa ativamente de diversas instâncias institucionais, como o Sistema Interamericano de Metrologia (SIM), o BIPM, a Organização Internacional de Metrologia Legal (OIML) e a Confederação Internacional de Metrologia (IMEKO), destacando-se em diversas atividades no campo de atuação dessas organizações, como os comitês técnicos e científicos e os programas de comparações-chave, dentro do Arranjo de Reconhecimento Mútuo (MRA) do Comitê Internacional de Pesos e Medidas (CIPM/BIPM)⁴.

No plano interno, o Inmetro está consolidando atividades e laboratórios para metrologia nas áreas de biologia, vazão, TIC, nanometrologia, metrologia de materiais, metrologia quântica e metrologia na área de frequência, bem como adquirindo equipamentos modernos nas áreas tradicionais, permitindo a padronização de novas grandezas, a redução de incertezas de medição e a ampliação das faixas de medição, como indicado nas diretrizes estratégicas do documento anterior.

O Inmetro, em conformidade com o Plano Brasil Maior e as diretrizes traçadas nesse novo documento, está atento ao surgimento de novas demandas metrológicas e pronto para tomar as ações necessárias para atendê-las.

4. ATUAL SITUAÇÃO DA METROLOGIA BRASILEIRA

Em razão da importância estratégica da metrologia, tem sido observado, em países desenvolvidos, certo grau de planejamento e coordenação de atividades, por parte do Estado, principalmente em relação ao Instituto Nacional de Metrologia. No Brasil, o grande esforço estruturador da política industrial, envolvendo a metrologia, realizou-se nos anos 70. Cabe destacar medidas de planejamento e coordenação que levaram à promulgação da Lei nº 5.966, de 11/12/73, instituindo o Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Sinmetro) e criando o Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Conmetro), o colegiado interministerial do mais alto nível, para traçar as políticas e diretrizes nacionais da metrologia, normalização e qualidade industrial no País.

² Basicamente, a disseminação é o processo de provimento de rastreabilidade a um grande número de usuários, via uma cadeia metrológica.

³ BIPM (home page: www.bipm.org/).

⁴ Documento assinado em 14/10/1999 (www.bipm.org/).

No mesmo dispositivo legal, foi criado o Inmetro, como órgão executivo das referidas políticas e diretrizes, ou seja, como o Instituto Nacional de Metrologia do Brasil. Dentro desse contexto, o Inmetro estruturou-se e desenvolveu-se segundo várias funções: instituto nacional de metrologia, responsável pelos padrões metrológicos nacionais; órgão responsável pela metrologia legal no País; organismo de acreditação; órgão articulador e estruturador de ações de avaliação da conformidade e órgão responsável pelo ponto focal de barreiras técnicas da OMC.

Em casos especiais, de acordo com procedimentos internacionais, o Inmetro pode designar outras instituições como responsáveis por determinados padrões nacionais.

O usuário de metrologia no Brasil, à semelhança do que ocorre nos países desenvolvidos, dispõe de várias rotas para obter rastreabilidade para as suas medições. A forma mais confiável é realizar calibração ou ensaios em laboratórios acreditados pela Coordenação Geral de Acreditação (Cgcre), do Inmetro, os quais darão ao usuário a necessária rastreabilidade, com alta confiabilidade, assegurada por um sistema de acreditação reconhecido internacionalmente.

O laboratório acreditado pela Coordenação Geral de Acreditação tem, em geral, estabelecida a rastreabilidade de seus instrumentos e padrões de medição aos padrões nacionais de referência metrológica existentes no próprio Instituto. O Inmetro participa de comparações-chave, coordenadas pelo BIPM e, desse modo, atinge diretamente o topo da hierarquia metrológica mundial.

Os padrões do Inmetro podem participar ainda de comparações em nível regional, no âmbito do Sistema Interamericano de Metrologia (SIM), por intermédio do qual chegam ao BIPM. Essas comparações permitem estabelecer a equivalência dos nossos padrões nacionais aos padrões metrológicos internacionais. Porém, se o Inmetro não dispuser de um determinado padrão ou serviço, o laboratório por ele acreditado pode obter rastreabilidade junto ao Instituto Nacional de Metrologia (INM) de outro país, ou mesmo a um laboratório acreditado desse outro país que lhe dê a requerida rastreabilidade ao Sistema Internacional, conforme as regras do Mutual Recognition Arrangement (MRA) do CIPM/BIPM.

Dependendo da disponibilidade de laboratórios acreditados e de suas necessidades de demonstrar formalmente a rastreabilidade, ou comparabilidade, o usuário pode utilizar-se de um laboratório que, embora não acreditado pela Cgcre, foi, entretanto avaliado e teve sua competência reconhecida por uma terceira instituição de ampla aceitação.

Excepcionalmente, utilizam-se laboratórios que, embora não tenham sido avaliados, possam demonstrar ao usuário a prestação de serviços com um grau aceitável de credibilidade. O que não é aceitável é o ensaio ou calibração feita por um laboratório que não tem rastreabilidade.

É importante ressaltar que o Brasil dispõe de recursos humanos e materiais que lhe concedem uma posição de destaque na metrologia mundial. No entanto, com o contínuo desenvolvimento da ciência e tecnologia, particularmente no caso da metrologia com o advento de novos métodos, sistemas e padrões de medição, como por exemplo, a realização das grandezas de base por meio de fenômenos quânticos, para manter essa posição será necessário investimentos permanentes em materiais, equipamentos e recursos humanos cada vez mais especializados.

4.1. Redes Metrológicas

As Redes Metrológicas são associações civis, de direito privado, sem fins lucrativos, de interesse público, reunindo laboratórios de calibração e de ensaios, com o objetivo de fortalecer a infraestrutura de laboratórios qualificados para apoiar o sistema produtivo da região/estado onde atua.

As redes são instituições importantes para apoio à indústria regional e à melhoria da qualidade de laboratórios, bem como para difundir a cultura metrológica, atuando em atividades complementares exercidas pelo Inmetro.

As atividades das redes metrológicas incluem:

- desenvolver programas de treinamentos e capacitação;
- disponibilizar bancos de dados sobre serviços metrológicos;
- cadastrar consultores em metrologia para assessoria técnica;
- instalar comitês técnicos;
- representar interesses dos laboratórios e comunidade metrológica;
- contribuir para o desenvolvimento das Redes Brasileiras de Laboratórios de Ensaio e de Calibração.

Essas atividades, desempenhadas com seriedade e competência, são válidas e importantes para o desenvolvimento qualitativo da indústria nacional. No entanto, o processo oficial de acreditação de laboratórios é e continuará sendo da exclusiva competência do Inmetro.

5. O INMETRO COMO INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA DO BRASIL

5.1. O Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - Inmetro

O Inmetro, uma instituição de direito público vinculada ao Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), é o órgão responsável pela execução da política metrológica nacional e responsável também pela gestão e operação das funções estratégicas inerentes ao seu escopo de atuação. Sua Missão é:

Prover confiança à sociedade brasileira nas medições e nos produtos, por meio da metrologia e da avaliação da conformidade, promovendo a harmonização das relações de consumo, a inovação e a competitividade do País.

A Lei nº 12.545, de 14 de dezembro de 2011, reformulou as atribuições do Inmetro, que passou a se chamar Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. Com a iniciativa, o governo pretende melhorar a atuação do órgão no apoio à inovação do setor produtivo e aprimorar o controle de qualidade de produtos estrangeiros que não atendam a requisitos técnicos estabelecidos.

Entre as funções do Inmetro definidas na nova lei estão a de planejar e executar atividades de pesquisa, ensino e desenvolvimento científico e tecnológico em metrologia, avaliação da conformidade e áreas afins; conceder bolsas de pesquisa científica e tecnológica para o desenvolvimento de tecnologia, de produto ou de processo, de caráter contínuo, diretamente ou por intermédio de parceria com instituições públicas ou privadas; exercer poder de polícia

administrativa, expedindo regulamentos técnicos nas áreas de avaliação da conformidade de produtos, insumos e serviços, desde que não constituam objeto da competência de outros órgãos ou entidades da administração pública federal; executar, coordenar e supervisionar as atividades de metrologia legal e de avaliação da conformidade compulsória por ele regulamentadas ou exercidas por competência que lhe seja delegada; atuar como organismo de acreditação oficial de organismos de avaliação da conformidade; registrar objetos sujeitos a avaliação da conformidade compulsória, no âmbito de sua competência; prestar serviços de transferência tecnológica e de cooperação técnica voltados à inovação e à pesquisa científica e tecnológica em metrologia, avaliação da conformidade e áreas afins; prestar serviços visando ao fortalecimento técnico e à promoção da inovação nas empresas nacionais; produzir e alienar materiais de referência, padrões metrológicos e outros produtos relacionados; realizar contribuições a entidades estrangeiras congêneres, cujos interesses estejam amparados em acordos firmados entre si ou entre os respectivos países, como uma única ação; designar entidades públicas ou privadas para a execução de atividades de caráter técnico nas áreas de metrologia legal e de avaliação da conformidade, no âmbito de sua competência regulamentadora; atuar como órgão oficial de monitoramento da conformidade aos princípios das boas práticas de laboratório; estabelecer parcerias com entidades de ensino para a formação e especialização profissional nas áreas de sua atuação, inclusive para programas de residência técnica; anuir no processo de importação de produtos por ele regulamentados que estejam sujeitos a regime de licenciamento não automático ou a outras medidas de controle administrativo prévio ao despacho para consumo; e representar o País em foros regionais, nacionais e internacionais sobre avaliação da conformidade.

5.2. Contexto e Significado dos Institutos Nacionais de Metrologia

Conforme se observa da experiência das nações mais desenvolvidas, os Institutos Nacionais de Metrologia (INM) não se limitam a laboratórios de metrologia primária, prestadores de serviços – embora não possam deixar de sê-los. Assim, esses Institutos atuam como instrumento fundamental de políticas públicas, principalmente nas áreas de indústria e comércio exterior, ciência e tecnologia, saúde, meio ambiente e defesa da cidadania, estando comprometidos direta e proativamente com o desenvolvimento e a competitividade das indústrias de seus países, bem como com a defesa de outros interesses nacionais.

A assunção deste papel exige um INM robusto, competente, e cientificamente forte, constituindo-se num locus do conhecimento metrológico e de credibilidade, baseados na excelência em ciência e tecnologia. O Inmetro, por ter reconhecidamente todas essas qualidades, assegura o reconhecimento internacional da metrologia brasileira.

Portanto, além das questões científicas e tecnológicas fundamentais e inerentes aos seus propósitos, os institutos nacionais de metrologia nos países desenvolvidos têm tido necessidade cada vez maior de dispor de:

- ✓ visão prospectiva e abrangente sobre os fatores socioeconômicos e científicos, e de seus reflexos sobre a metrologia em si, e dela na sociedade;
- ✓ alta capacitação para a pesquisa científica e tecnológica visando à inovação industrial;
- ✓ vinculação forte com as políticas governamentais, sobretudo aquelas relativas à indústria, ciência e tecnologia, exportação, saúde, meio ambiente e defesa da cidadania;
- ✓ parcerias intensas e amplas com o setor produtivo;
- ✓ capacidade para o monitoramento e a supervisão das ações metrológicas nacionais;
- ✓ mecanismos, políticas e ações de ampliação de sua inserção internacional.

A metrologia extrapola, portanto, os limites convencionais do laboratório, ao mesmo tempo em que aprofunda suas raízes científicas e se insere na política industrial como um importante instrumento. Embora esse cenário seja recente em alguns países, naqueles mais desenvolvidos, como Estados Unidos, Reino Unido e Alemanha, grande parte desses atributos já estava presente, desde a criação de seus institutos nacionais de metrologia, há mais de cem anos.

5.3. Características dos Institutos Nacionais de Metrologia

O exame de modelos de operação de INM de países industrializados indica que, embora as estruturas metrológicas apresentem diferenciações, predominam entre eles algumas importantes características comuns, dentre as quais se destacam as seguintes.

A) Instituição que concentra e supervisiona o conjunto das funções básicas de metrologia fundamental do país, provendo referências metrológicas confiáveis e de alta qualidade

Sob esse aspecto, um INM tem a guarda dos padrões metrológicos nacionais, bem como mantém, realiza e dissemina as unidades de medida no país. Em princípio, o número de grandezas para as quais sejam necessários padrões metrológicos confiáveis para o funcionamento normal da sociedade atual, que é bastante sofisticada tecnologicamente, é enorme e nenhum INM detém padrões ou realiza unidades de todas essas grandezas. Aquelas mais importantes para o comércio, indústria, saúde, etc. e que têm especial relevância econômica ou estratégica é que são objeto das “referências nacionais”.

As grandezas de pouco impacto econômico ou estratégico para o país não requerem necessariamente disponibilidade de padronização no INM. Sua rastreabilidade pode ser obtida através de um congênera estrangeiro ou mesmo de um laboratório acreditado no país ou no exterior, cujo padrão tenha sido adequadamente calibrado por um laboratório que possa assegurar rastreabilidade metrológica. Esse aspecto é importante de ser considerado, por um lado, devido ao grande número de grandezas que necessitam de rastreabilidade comprovada e, por outro lado, à grande facilidade de acesso à rastreabilidade em organismos estrangeiros, principalmente laboratórios acreditados.

Nos países industrializados, observa-se um alto grau de centralização da metrologia primária em uma única, ou em poucas instituições, com alta competência científica e grande inserção no cenário internacional. Essa característica tem sido considerada como uma condição fundamental para a maior eficiência e melhor gestão da metrologia do país, além de constituir um requisito básico para a proteção dos seus interesses e das suas empresas nacionais. É o que se constata, por exemplo, na Alemanha, nos Estados Unidos e no Reino Unido.

É importante ressaltar que a estrutura internacional da metrologia tem sua coordenação exercida pelo sistema CGPM/CIPM/BIPM⁵, onde cada país signatário da Convenção do Metro está representado por intermédio de seu INM que, de acordo com o MRA, pode designar outros institutos no país como responsáveis pelas referências metrológicas nacionais, somente para algumas grandezas importantes, não disponíveis nele. Em geral, quando isso ocorre, é para um número muito reduzido de instituições caracterizadas por atuação nacional, grande comprometimento com a metrologia, que seja sua missão prioritária, bem como grande competência e reconhecimento científico.

⁵ Disponível em <http://www.bipm.org>

No Brasil, o Inmetro tem dois laboratórios designados: o Laboratório Nacional de Metrologia das Radiações Ionizantes, LNMRI/IRD, e o Laboratório Primário de Tempo e Frequência da Divisão Serviço da Hora, do Observatório Nacional, LPTF/DSHO/ON.

B) Locus de conhecimento avançado e de infraestrutura tecnológica moderna

O acelerado desenvolvimento científico e tecnológico consolida cada vez mais o INM como um locus de conhecimento avançado em metrologia, ao invés de um mero depositário de “padrões nacionais”. Nesse quadro, dispor de competências e condições para promover, permanente e intensamente, pesquisa científica e tecnológica de ponta tornou-se um requisito essencial para qualquer Instituto Nacional de Metrologia posicionar-se na fronteira do conhecimento, com credibilidade e respeitabilidade nacional e internacional.

Esse aspecto é particularmente relevante hoje em dia, quando padrões de grande exatidão podem ser adquiridos facilmente, e quando começam a tornar-se acessíveis equipamentos que permitem a realização de certas unidades do SI.

C) Instrumento de transferência de conhecimentos e de prestação de serviços de alta tecnologia ao setor produtivo

Embora já prestem inestimáveis serviços ao setor produtivo através da disponibilização de referências metrológicas confiáveis, de alta exatidão e reconhecidas internacionalmente, os INM têm-se posicionado como instrumentos do progresso tecnológico das empresas, com base no conhecimento e na infraestrutura técnica de que dispõem. Esse foco de atuação tem sido observado nos principais INM de todo o mundo, notadamente na promoção de serviços e transferência de alta tecnologia às indústrias; no desenvolvimento de materiais de referência; no desenvolvimento de padrões e materiais fundamentais para a nanotecnologia; no desenvolvimento e produção de padrões para a indústria de modo a ampliar e acelerar o desenvolvimento e a integração de práticas mais eficientes de produção; e no desenvolvimento de padrões para novas tecnologias.

Pelas razões já expostas, a metrologia penetrou em praticamente todos os setores da economia e da vida social dos países, tornando-se tão importante para o futuro da sociedade quanto para o da ciência. Por outro lado, os INM concentram uma grande competência na área da metrologia, bem como têm uma interação muito forte com o setor produtivo, além de atender diversas áreas do governo, em particular, as autoridades regulamentadoras.

Nesse contexto, esses institutos estão em contato com empresas atuantes em tecnologia de ponta e que estão expostas antecipadamente a novos problemas e desafios. Eles, por acompanharem as ações nos INM dos países mais desenvolvidos, passaram também a desempenhar, cada vez mais, um papel bastante ativo e relevante no apoio à formulação e na implantação das políticas governamentais, tanto no campo específico da metrologia, quanto no que diz respeito a questões a ela associadas ou dela dependentes.

D) Representante oficial do país, no seu campo de atividade, junto a fóruns internacionais e regionais e a instituições estrangeiras de metrologia

A crescente importância e abrangência da metrologia, acompanhada da globalização das economias nacionais, trouxeram como consequência maior estruturação internacional, com grande número de fóruns internacionais atuantes, e nos quais a presença do INM é muitas vezes fundamental.

A necessidade de maior visibilidade e coordenação da metrologia nacional têm sido colocadas como fatores cruciais para a defesa dos interesses do país e para a melhoria das condições de competitividade de sua indústria.

Entre as ações implementadas, destacam-se o aumento da competitividade internacional da produção brasileira de bens e serviços de maior valor agregado e o crescente estímulo à ação de empresas brasileiras na América do Sul, ampliando laços comerciais estratégicos.

Por outro lado, também é de suma importância propor uma maior inclusão da metrologia nas estratégias de inserção internacional do Brasil. Nesse sentido, parte-se do princípio de que o aumento da globalização nas relações comerciais e nos sistemas produtivos de todo o mundo potencializou a demanda por metrologia, tornando mandatória a sua inclusão nas discussões que norteiam as políticas de inserção internacional do País, com uma particular atenção nas discussões e orientações da política externa brasileira para o Mercosul e outros arranjos multilaterais.

5.4. O papel do Inmetro na Inserção Internacional

O Inmetro foi criado e consolidado para ser um dos sustentáculos do fomento industrial, seguindo a lógica dos países mais prósperos onde é cristalina a percepção de não ser possível o desenvolvimento industrial sem a base metrológica necessária. Por isso, seguiu-se exemplo dos países centrais e criou-se o Inmetro, inserido na lógica de superação das restrições internacionais impostas pelo sistema internacional.

A intensificação do comércio, da complementaridade econômica propiciada pelos regionalismos econômico-comerciais e da crescente preocupação com o desenvolvimento sustentável, a saúde e a segurança demandam maior padronização dos sistemas de medição. Nesse cenário internacional complexo e competitivo, a inserção internacional do Brasil deve ressaltar a substancialidade da metrologia como instrumento que se coaduna com diretrizes da política externa brasileira.

No contexto interno brasileiro, a infraestrutura de metrologia encontra-se em patamar desenvolvido, comparável com padrão internacional alcançada através da cooperação iniciada com países mais desenvolvidos desde a década de 1970, quando se evidenciou a cooperação técnica com o renomado instituto alemão Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB). No decorrer dos anos, as medições tornaram-se mais confiáveis, aliadas à rastreabilidade, exercendo papel preponderante para o estabelecimento de relações justas de comércio, para a superação das barreiras técnicas às exportações brasileiras e para a competitividade econômica do País.

Atualmente, a metrologia é ferramenta crucial para a facilitação de comércio e o acesso a mercados. A atuação brasileira nos mais importantes fóruns internacionais - nas áreas de metrologia avaliação da conformidade e acreditação - tem colaborado para o aumento do fluxo comercial e a diversificação de bens exportados pelas empresas brasileiras, ajudando a melhorar as relações de troca do País.

O Inmetro, principal responsável pela metrologia no Brasil, procura a colaboração internacional e a manutenção da intensidade de interações dos pesquisadores brasileiros como um objetivo estratégico a ser alcançado. Por meio do fortalecimento do intercâmbio técnico-científico é possível identificar as tendências e oportunidades existentes, principalmente no âmbito de acordos bilaterais e regionais.

Apesar do atual cenário de crise econômica mundial, o Inmetro segue a tendência do governo brasileiro de aumentar a cooperação internacional, guiando-se pela atuação principista do Brasil na cooperação Sul-Sul, uma das vertentes da inserção internacional do País. O Inmetro alinha-se, assim, à política exterior do Brasil sob a égide da não indiferença, da solidariedade e das relações pacíficas entre os Estados.

Em parceria com a Agência Brasileira de Cooperação (ABC) e com outros países, o Inmetro atende às demandas estrangeiras por projetos de cooperação técnica, concentrando-se na América Latina e Caribe, na África, bem como nos países de outras regiões que almejem o desenvolvimento e necessitem de apoio na seara técnico-científica, como a metrologia.

A cooperação técnica internacional, no âmbito da cooperação Sul-Sul, pode ser dividida em dois grupos:

D) **relações horizontais:** quando o Brasil se relaciona com países de mesmo nível hierárquico no sistema internacional, a cooperação tende a estabelecer-se em bases iguais, na intenção de desenvolver pesquisas conjuntas, de trocar informações, de estimular o intercâmbio e de inovar por meio de apoio bilateral.

Nesse sentido, apresenta-se o acordo de cooperação com a República Popular da China. Em 2011, o Inmetro celebrou com o Instituto Nacional de Metrologia da República Popular da China um Memorando de Entendimento (MoU), para criar marco com vistas à troca de conhecimento técnico e científico na área metrológica, incrementando, assim, as capacidades de medição correlatas nos campos da física, química e engenharia por meio de pesquisas conjuntas e intercâmbio de pesquisadores.

Em 2012, o Inmetro celebrou MoU com o Council of Scientific and Industrial Research (CSIR), da República da Índia, com o propósito de aumentar a capacidade científica de ambos os Institutos no que tange à ciência das medições em química, física e engenharia de medidas, materiais de referência certificados para propriedades termofísicas, nanometrologia, entre outras áreas. O preâmbulo do documento estatui que as partes detêm especialistas em metrologia que podem prover as condições dos dois Institutos para atuarem mais ativamente em fóruns internacionais. Substancial ressaltar que tanto o Brasil quanto a Índia são partes da Convenção do Metro, do Bureau Internacional de Pesos e Medidas (BIPM).

Ambos os acordos supracitados comprovam a participação proativa do Brasil na cooperação técnica internacional com países emergentes de modo a contribuir para a consolidação dos BRICS, acrônimo que representa as principais economias emergentes e transcende o campo da concertação política, haja vista a cooperação setorial no seio dos países do grupo, como a cooperação do Inmetro com os institutos chinês e indiano.

Ainda em 2012, o MoU entre o Inmetro e a Korean Agency for Technology and Standards, da República da Coreia, prova que dois países emergentes podem cooperar rumo ao florescimento de novas perspectivas na esfera da metrologia. Esse MoU visa a estimular o intercâmbio de informações, a participação conjunta em conferências e seminários, a cooperação em organizações internacionais (como a International Organization of Legal Metrology – OIML) e a identificação de padrões técnicos de regulação que facilitem o comércio. A cooperação com a Coreia do Sul, potência industrial contemporânea, pode encetar a inovação na indústria brasileira, uma vez que as empresas coreanas estão entre as mais inovadoras em áreas estratégicas como a automobilística e a de eletroeletrônicos – setores em que a metrologia é fundamental.

II) **relações verticais:** recorde-se de que o Inmetro se tornou provedor de assistência técnica a outros países em desenvolvimento, embora ainda receba cooperação de Estados desenvolvidos e de organizações internacionais. Ademais, segundo o sítio oficial do Ministério das Relações Exteriores, “o Brasil considera que a cooperação sul-sul não é uma ajuda (“aid”), mas sim uma parceria na qual as partes envolvidas se beneficiam, ou seja, adota o princípio da horizontalidade na cooperação”. Nesse sentido, a cooperação concedida pelo Inmetro a outros países está isenta de condicionalidades e é construída pelo que se chama de *demand driven*, ou seja, pela manifestação de interesse de parceiros do Sul. Apesar de o Brasil estimular a horizontalidade das relações, o diferenciado nível de desenvolvimento científico e tecnológico acaba por culminar na diferenciação entre os países, o que leva à assimetria nas relações, mesmo entre países em desenvolvimento.

Exemplo de cooperação vertical é a concedida a Moçambique por meio de parceria entre o Inmetro e o Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), da Alemanha. A adjetivação “vertical” reside na caracterização do relacionamento entre os três países: o Brasil e a Alemanha, com nível de desenvolvimento técnico e científico superior, ajudam a promover o fortalecimento das competências técnicas e institucionais do Instituto Nacional de Normalização e Qualidade (INNOQ), da República de Moçambique, parte dos chamados “países africanos de língua portuguesa” (Palop). Essa cooperação alicerça-se em dois instrumentos de cooperação: um celebrado entre o Inmetro e o INNOQ; e outro, entre Inmetro e PTB, os quais configuram o escopo da parceria técnica entre os respectivos Institutos por meio de diretrizes gerais.

Outra cooperação vertical é a que ocorre entre o Inmetro e o Centro de Tecnologia e Qualidade (CTEC), órgão do Ministério da Indústria Sideromecânica (SIME) de Cuba. Denominou-se o referido acordo de “Ajuste Complementar ao Acordo de Cooperação Científica, Técnica e Tecnológica”, celebrado entre Brasil e Cuba, em 2010, com o objetivo de “fortalecimento institucional” do CTEC. Percebe-se que a cooperação com essas instituições cubana e moçambicana ratificam indicação pretérita que aludiu à atuação principista brasileira, calcada na não indiferença em relação a outros países, na solidariedade e no apoio ao desenvolvimento.

Além dos acordos cooperação técnica e convênios citados, ao longo dos últimos anos o Inmetro tem procurado fortalecer o intercâmbio técnico-científico com instituições de pesquisa e de metrologia de todos os continentes. A figura 1 mostra a localização dos principais acordos bilaterais e regionais realizados.



Figura 1. Localização dos principais acordos internacionais de cooperação técnica realizados pelo Inmetro.

Essa inserção internacional é essencial para a metrologia brasileira e, no que concerne ao Inmetro, fundamental para consolidação da credibilidade da instituição e ratificação de sua competência metrológica por outras instituições congêneres no mundo.

Esse reconhecimento tornou-se ainda mais relevante na atualidade, com a grande projeção das barreiras técnicas ao comércio internacional, que requerem com frequência interlocutores altamente capacitados em questões técnicas específicas.

Os exemplos dos dois grupos mencionados não esgotam a seara de atuação do Inmetro no cenário internacional. A crescente Influência do Inmetro nas relações Sul-Sul e a cooperação com países desenvolvidos figuram como indícios de que a Instituição brasileira implementa todos os esforços para contribuir com outros países e com organizações internacionais, seguindo os princípios e as diretrizes da política externa brasileira. Essa cooperação, antes de tudo, contribui para alinhar a presença internacional do Brasil com o seu novo perfil, isto é, com a imagem construída de uma potência emergente. Conclui-se que não se constrói uma potência sem a ciência e a tecnologia, o que inclui os diversos domínios da metrologia.

5.5. Diretrizes Estratégicas

O Inmetro é um instrumento de Estado que tem um papel central na formulação, coordenação e execução das ações relacionadas a todos os aspectos dos processos metrológicos, conforme estabelecido na Lei nº 5.966, de 11/12/1973 que criou o Sinmetro, o Conmetro e o Inmetro, este, com atribuição de órgão executivo do Sistema.

No desempenho de suas atribuições o Inmetro pauta sua atuação na busca contínua pela excelência e tem como missão: "prover confiança à sociedade brasileira nas medições e nos produtos, por meio da metrologia e da avaliação da conformidade, promovendo a harmonização das relações de consumo, a inovação e a competitividade do País".

Para sustentar o nível de excelência da instituição é imperativo manter o Inmetro no mesmo padrão de seus melhores congêneres estrangeiros, através da implementação das condições institucionais e organizacionais requeridas, bem como promover continuamente o acesso à tecnologia de vanguarda e organizar programas efetivos de absorção e geração de tecnologia, tendo em vista o desenvolvimento de pesquisas científicas e tecnológicas de ponta em metrologia e domínios associados. Especial atenção deve ser dada à solidez e excelência institucionais.

Dentro do objetivo de dar continuidade, ampliar e modernizar as suas atividades, recomenda-se as seguintes Diretrizes Estratégicas para o exercício pleno das funções de INM, pelo Inmetro:

- i. fortalecer e expandir as áreas de atuação, competências e a infraestrutura tecnológica, física e logística do Inmetro;
- ii. intensificar o intercâmbio e a Cooperação Técnica Internacional, por meio de celebração de acordos internacionais com institutos congêneres estrangeiros, visando fortalecer o comércio internacional do País e, ainda, promovendo uma participação mais ativa nos processos internacionais relacionados com a metrologia;
- iii. intensificar e ampliar as relações e parcerias com as agências e órgãos reguladores, com vistas ao atendimento às novas demandas e ao financiamento de pesquisas científicas e tecnológicas, no domínio da metrologia, consistentes com suas necessidades e interesses;

- iv. ampliar e fortalecer a interação com as universidades, redes metrológicas estaduais, institutos de pesquisa, organizações, sociedades e associações técnicas e metrológicas em geral, ampliando o escopo de atuação e o conhecimento da sociedade sobre as atividades do Inmetro;
- v. implantar a Rede de Metrologia Química para reunir laboratórios e ser um fórum de discussões na busca de resultados metrologicamente confiáveis por meio da aplicação do conhecimento científico e tecnológico, promovendo a integração, colaboração e a capacitação dos seus integrantes;
- vi. fortalecer e ampliar a interação com o setor produtivo através de seminários, painéis setoriais, encontros, congressos e workshops, com vistas a manter permanentemente atualizada a identificação das necessidades setoriais;
- vii. fortalecer e ampliar a inserção internacional do Instituto por meio de participação de comitês técnicos, comitês científicos e organização de fóruns internacionais em metrologia e áreas conexas;
- viii. apoiar, fortalecer e estimular projetos inovadores na área de metrologia, em especial de instrumentos, métodos e sistemas de medição, bem como as ações de inovação e de desenvolvimento tecnológico do setor produtivo brasileiro;
- ix. implantar o Centro Brasileiro de Materiais Biológicos (CBMB), em cooperação com o INPI, fundamental para preservar o conhecimento gerado no Brasil, garantir o retorno das pesquisas e estimular ainda mais a inovação em biotecnologia;
- x. ampliar a integração, modernizar e aprimorar a gestão da Rede Brasileira de Metrologia Legal e Qualidade - Inmetro (RBMLQ-I), com foco em eficiência, eficácia, excelência e efetividade;
- xi. consolidar-se como polo de conhecimento, com excelência em pesquisa, desenvolvimento científico, tecnológico e de inovação;
- xii. implantar um programa de gestão de riscos, aperfeiçoar a gestão orientada por processos, com foco na integração e colaboração interna, aperfeiçoar as práticas que envolvem a excelência na gestão;
- xiii. ampliar a disseminação de informações acerca dos princípios da metrologia, incluindo a publicação de materiais técnicos e informativos sobre metrologia e estimular a participação de técnicos de metrologia, inclusive dos órgãos estaduais e das redes metrológicas estaduais na elaboração de normas e regulamentos técnicos;
- xiv. formar e capacitar recursos humanos, consolidando o mestrado profissional e apoiando a implantação do mestrado e doutorado acadêmico nas diversas áreas da metrologia. Consolidar os cursos técnicos profissionalizantes em metrologia e biotecnologia, com vistas ao desenvolvimento de recursos humanos qualificados para atender a demanda da indústria, entre outros, em consonância com o Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego (Pronatec);

- xv. estabelecer uma política para produção de Materiais de Referência Certificados (MRC), com ênfase nas áreas estratégicas de ponta, como biocombustíveis e fármacos, e nas demandas do Sinmetro;
- xvi. implantar o centro de tecnologia automotiva e a divisão de ensaios de produtos, responsável por ensaios de produtos ampliando as atividades executadas pelo Inmetro e permitindo atender de forma mais efetiva e permanente às demandas da sociedade;
- xvii. apoiar e ampliar a integração com as Redes Metrológicas Estaduais para os processos de capacitação de recursos humanos em metrologia e ensaios de proficiência, incluindo, quando pertinente, apoio às atividades inerentes ao controle metrológico legal desenvolvidas pelos órgãos delegados pertencentes à RBMLQ-I;
- xviii. apoiar o desenvolvimento e o aperfeiçoamento da tecnologia assistencial de produtos, processos e serviços, incluindo próteses, materiais de implantes e calibração de equipamentos usados em exames, que contribuam para a melhoria da qualidade de vida, prevenção, redução ou eliminação de deficiências das pessoas.

6. A METROLOGIA PARA ÁREAS ESTRATÉGICAS ESPECÍFICAS

6.1. Metrologia na Área Nuclear

A utilização das radiações ionizantes e da radioatividade vem, cada vez mais, ocupando um largo espaço em diferentes campos da atividade humana. As aplicações industriais e na área da saúde têm-se destacado nas últimas décadas. O avanço tecnológico leva a uma busca contínua de inovações nos equipamentos e técnicas de medição. Neste contexto, a metrologia das radiações ionizantes passa a ocupar um lugar de destaque.

Em nosso País as atividades relacionadas a essa área são desenvolvidas pelo Inmetro, em parceria com um de seus laboratórios designados, o Laboratório Nacional de Metrologia das Radiações Ionizantes (LNMRI) do Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD/CNEN), designado em 2002 mediante convênio celebrado entre o Inmetro e o IRD. O LNMRI tem como missão desenvolver, manter e disseminar os padrões nacionais para radiações ionizantes e radioatividade. O laboratório desenvolve pesquisa para a manutenção de métodos primários e padrões na área de radiações ionizantes no sentido de atender às necessidades nacionais de calibração e de padrões, de forma a cobrir todas as aplicações da radiação ionizante e da radioatividade, na indústria, comércio exterior, saúde, meio ambiente, segurança interna e defesa, em estreita colaboração com os usuários e a comunidade.

O LNMRI opera também um laboratório de pesquisa em metrologia de radionuclídeos para o desenvolvimento e fornecimento de Materiais de Referência Radioativos Certificados. Esses materiais de referência nucleares são indispensáveis para uma avaliação confiável da atividade de um radionuclídeo em amostras ambientais e de alimentos. O acompanhamento e a verificação contínua da quantidade de radioatividade em amostras de ar, da água, do solo e dos alimentos são de importância fundamental para manter níveis adequados de segurança. A fim de promover o aumento da capacidade de pesquisa, produção e disseminação de materiais de referência para área da radioatividade, o montante dos investimentos deve ser melhorado e ampliado. Isso garantirá a rastreabilidade dos valores de referência nas comparações internacionais e nas medições realizadas em nosso País.

6.1.1. Diretrizes Estratégicas

- i. consolidar a estrutura metrológica para atender ao desenvolvimento tecnológico e científico em nosso País nas aplicações da radiação ionizante e da energia nuclear, nas áreas de: saúde, indústria, comércio exterior, energia, ciclo do combustível nuclear, pesquisa, meio ambiente, segurança interna, proteção radiológica do trabalhador e população em geral;
- ii. desenvolver pesquisa científica e tecnológica com o objetivo de expandir os conhecimentos da instituição e assegurar excelência em seu campo de atuação, visando à maior confiabilidade metrológica e menores incertezas de medição.
- iii. elaborar o planejamento de ações visando à formação de recursos humanos e previsão de infraestrutura adequados às novas demandas;
- iv. fomentar o desenvolvimento de parcerias estratégicas nos níveis nacional e internacional;
- v. desenvolver programas que objetivem estabelecer a padronização primária das grandezas de interesse do setor radiológico e nuclear;
- vi. apoiar as atividades de acreditação do Inmetro no que diz respeito às aplicações da energia nuclear e das radiações ionizantes.
- vii. estabelecer metas para a inclusão dos laboratórios de ensaio e de calibração que realizam medições para fins de controle, radioproteção e segurança, na rede de laboratórios acreditados pela Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro, cuja rastreabilidade será dada pelo LNMRI;
- viii. participar de programas de comparação interlaboratorial, nacional, regional e internacional bem como de comparações-chave, coordenados pelo BIPM;
- ix. desenvolver esforços para que as atividades da Metrologia das Radiações Ionizantes não sofram descontinuidades;
- x. desenvolver ações para consolidação da área de metrologia nuclear junto ao Centro Brasileiro-Argentino de Metrologia.

6.2. Metrologia de Tempo e Frequência

6.2.1. Referência em Tempo e Frequência

As atividades da Divisão Serviço da Hora (DSHO) do Observatório Nacional (ON) remontam à criação do Imperial Observatório Nacional do Rio de Janeiro, em 1827. A determinação da Hora através de observações astronômicas, sua conservação através de pêndulas, e sua disseminação através da subida de um balão em um determinado instante, na época, já era uma atividade que nos dias de hoje denomina-se metrologia do tempo e da frequência.

Desde 1983, por convênios celebrados com o Inmetro e renovados há vários anos, o ON pela sua Divisão Serviço da Hora (DSHO), assumiu a padronização de referência metrológica do Brasil, no campo da metrologia do tempo e frequência, em apoio à missão do Inmetro.

Em 2002 o Inmetro e o ON, conforme estabelecido pela Resolução n.º 3, de 23/07/2002, do Conmetro, celebram um convênio onde a DSHO passa a atuar como Laboratório Designado para exercer as atividades de metrologia científica e industrial, na área de tempo e frequência e referência metrológica.

A missão da DSHO é realizar pesquisa e desenvolvimento em metrologia de tempo e frequência. Gerar, conservar e disseminar a Hora Legal Brasileira. Manter sob sua guarda os padrões nacionais atuando como Laboratório Designado pelo Inmetro.

6.2.2. Diretrizes Estratégicas

- i. ampliar a infraestrutura instrumental do LPTF da Divisão Serviço da Hora do ON;
- ii. aperfeiçoar a disseminação para todo o Brasil de sinais horários e frequência padrão, através de radiodifusão;
- iii. aumentar o número de relógios atômicos em funcionamento e que contribuam com o Tempo Atômico Internacional;
- iv. capacitar o LPTF da DSHO para realizar medições de ruído de fase em 110 GHz;
- v. aperfeiçoar a Escala de Tempo Atômico Brasileira TA (ONRJ);
- vi. implantar a rastreabilidade contínua e remota de relógios atômicos dos laboratórios acreditados pela Coordenação Geral de Acreditação (CGCRE), do Inmetro, em tempo e frequência;
- vii. desenvolver o Padrão Primário de Frequência;
- viii. aumentar a interação com Laboratórios Nacionais de Tempo e Frequência dos países da América do Sul, Central e do Norte;
- ix. ampliar a capacidade de geração de frequência até 500 GHz;
- x. aperfeiçoar a rastreabilidade com o BIPM dos padrões nacionais de tempo e frequência.

6.3. Metrologia de Frequências Ópticas

Na área de comprimento é necessária uma verificação da estabilidade em frequência do laser com o tempo, exigindo pelo menos três lasers estabilizados para que a comparação de batimento de frequências entre eles, com combinação dois a dois, em um tratamento matricial, garanta que estejam dentro das recomendações do BIPM. Isto ajuda a identificar se houve deriva de um dos lasers em relação aos valores especificados. A introdução do pente de frequências na área de comprimento vem possibilitando a obtenção de medidas com maior exatidão e com isto a metrologia óptica vem obtendo resultados surpreendentes, oferecendo novas perspectivas em diversos campos da metrologia.

Os pentes de frequência consistem em milhões de modos lasers regularmente espaçados ao longo de todo o visível, infravermelho e ultravioleta próximos. Eles funcionam como uma régua de frequências ultraestáveis, rastreada à unidade de tempo do SI.

No Inmetro estão sendo desenvolvidas metodologias para medidas de comprimento baseadas em um sintetizador de frequências ópticas (pente de frequências). O pente de frequências substitui a necessidade de utilização dos três lasers, pois a frequência absoluta pode ser verificada diretamente com o batimento do laser padrão com o pente, sem a necessidade de tratamento de dados matricial e posse de dois outros lasers.

Outro ponto importante é o estabelecimento de referências para medidas de frequências ópticas. Neste sentido, foi iniciada pesquisa em espectroscopia de alta resolução para estabelecer referências atômicas para o pente de frequências.

6.3.1. Diretrizes Estratégicas

- i. desenvolver no País a técnica do pente de frequências ópticas tendo como foco a área de comprimento;
- ii. construção e caracterização metrológica de um sistema padrão de frequências laser em torno de 532 nm, utilizando um sintetizador de frequências ópticas;
- iii. implantar, no Inmetro, infraestrutura laboratorial para a realização de espectroscopia laser de alta resolução, como por exemplo, espectroscopia de átomos de lítio e de hidrogênio.

6.4. Metrologia Química

As medições químicas exercem um importante papel na sociedade moderna, sendo a base científica fundamental para a tomada de decisões quanto à qualidade dos produtos e abarca diversas áreas, tais como alimentos, saúde, energia, forense, farmacêutica e meio-ambiente.

No Brasil observa-se a necessidade de um aumento imediato na confiabilidade dos resultados das medições químicas, já que o país se projeta como um dos mais importantes protagonistas do comércio mundial nas áreas acima mencionadas.

Estudos realizados recentemente identificaram algumas demandas no setor, tais como: carência de pessoal e de capacitação profissional, quantidade limitada de Material de Referência (MR), certificados ou não; quantidade limitada de ensaios de proficiência oferecidos e manutenção do sistema de gestão da qualidade.

Associado às demandas identificadas, o estudo evidenciou forte preocupação quanto à produção e disponibilização de materiais de referência, assim como as informações a eles associadas. Essa constatação está perfeitamente alinhada com um levantamento realizado pela Academia em que os autores demonstram a necessidade de implantação de um centro nacional de grande porte para produção de materiais de referência certificados.

Acredita-se que a necessidade do mercado, para os próximos cinco anos, esteja voltada para os mais diversos segmentos, conforme a amplitude e complexidade da metrologia química. O prognóstico enfatiza a necessidade de atuação da metrologia em rede, com impactos esperados em: produção e disponibilização de MR reconhecidos e aceitos internacionalmente; aumento na capacidade de atendimento às demandas por MR nas áreas de saúde, forense, alimentos, ambiental, indústria em geral; maior confiabilidade nos resultados das medições; desenvolvimento da capacidade técnica e de gestão dos laboratórios; maior disponibilização de conteúdo ou de publicações relacionadas à metrologia química.

6.4.1. Diretrizes Estratégicas

- i. atuar na área de Análise de Gases, contemplando as questões ambientais, tais como: gases do efeito estufa e as emissões automotivas e industriais, além da implantação da capacidade de medição de concentração de ozônio em nível primário, provendo a rastreabilidade ao SI, dos resultados das medições em gases;
- ii. atuar na área de motores e combustíveis através de estudos referentes aos efeitos do biodiesel e óleo in-natura nos motores ciclo diesel;
- iii. desenvolver pesquisas na área de eletroquímica utilizando a técnica de voltametria de onda quadrada e pulso diferencial, técnicas que têm potencial de se tornarem métodos primários de medição. Dar continuidade ao desenvolvimento de MRC para a valores de baixa condutividade para pureza da água, e determinação da pureza dos MRC por meio do método primário de coulometria em sólidos e ácidos líquidos;
- iv. expandir a área de análise inorgânica, provendo rastreabilidade em análises clínicas, de alimentos, ambiental, química forense, antidoping, fármacos, medicamentos e em biocombustíveis;
- v. prover rastreabilidade através da produção de MRC para as análises de metais em equipamentos eletroeletrônicos previstos na diretiva RoHS da Comunidade Européia;
- vi. atuar na área de análise orgânica provendo rastreabilidade em análises clínicas, análise de alimentos, ambiental, química forense, antidoping, fármacos, medicamentos e em biocombustíveis;
- vii. desenvolver materiais de referência certificados na área de saúde, segurança e meio ambiente;
- viii. organizar uma rede de Institutos Nacionais de Metrologia no âmbito da América Latina para desenvolver MRC na área de alimentos;
- ix. desenvolver de pesquisa metrológica na área de química verde.
- x. apoiar questões de regulamentação relacionadas a substâncias potencialmente tóxicas;
- xi. apoiar o desenvolvimento de normas técnicas para a área no âmbito da ABNT.

6.5. Medições Dinâmicas

A metrologia de grandezas dinâmicas abrange a medição de grandezas de diversas áreas, incluindo escoamento de fluidos, vazão, umidade relativa, vibração e ultrassom. No caso particular da metrologia em dinâmica de fluidos envolve medições de volume totalizado, de massa totalizada, de vazão volumétrica, de vazão mássica e de velocidade de fluidos monofásicos e multifásicos, em diferentes condições de pressão, de temperatura e de escoamento.

Essas medições têm grande impacto em diversas atividades tais como: no controle de processos industriais; na comercialização de água, bebidas e combustíveis; na cobrança de impostos, como royalties sobre petróleo e gás, na transferência de custódia de petróleo, gás natural e biocombustíveis; na captação e tratamento e distribuição de água de abastecimento; na coleta, no tratamento e devolução ao meio ambiente de efluentes; no monitoramento de dispersão de poluentes atmosféricos; no gerenciamento de recursos hídricos, nos estudos de correntes marítimas e climatológicos.

A metrologia dinâmica também impacta diretamente na indústria automotiva, de motores elétricos e de combustão interna, turbinas a gás e hidráulicas, geradores de energia eólica, petróleo e gás; mineração; na área de saúde e segurança; na qualidade, resistência e durabilidade de produtos e equipamentos;

No campo da extração de petróleo em águas profundas, as medições de pressão dinâmica respectivas ao processo em si permitem a prevenção de pontos de vazamentos de gás em dutos, minimizando perdas financeiras tanto para o custo do impacto ambiental como também para a manutenção e reparação de dutos.

Em diversos campos da metrologia dinâmica, inexistem ou há carência de padrões primários e secundários que ofereçam a rastreabilidade necessária às medições. A calibração puramente estática de transdutores de força, torque, pressão, temperatura afeta a credibilidade do uso destes em medições dinâmicas, o que gera impedimentos para a acreditação de laboratórios e para o reconhecimento de diversas medidas.

6.5.1. Diretrizes Estratégicas

- i. ampliar a infraestrutura e os serviços prestados nos laboratórios envolvidos nas medições dinâmicas, incluindo: velocidade de fluidos, de dinâmica de fluidos computacionais, de vazão de gases, de vazão de água, de vazão de óleos, de vazão de fluidos multifásicos, e de escoamentos complexos, vibrações, acústica e ultrassom; pressão, ensaios de materiais, para prover a rastreabilidade na medição dinâmica e ter reconhecimento nacional e internacional neste campo;
- ii. ampliar a infraestrutura laboratorial do País para prover rastreabilidade nas medições de transferência de custódia e nas medições fiscais de petróleo e seus derivados, gás natural e biocombustíveis;
- iii. implantar a cadeia de rastreabilidade em medição de velocidade de fluidos;
- iv. implantar sistemas primários de padronização de vazão de gás, vazão de óleo e vazão de fluidos multifásicos no Inmetro;
- v. apoiar a participação nas comparações interlaboratoriais, no nível nacional e internacional;
- vi. desenvolver pesquisas para aumentar a confiabilidade nas medições dinâmicas;
- vii. apoiar e contribuir para o aperfeiçoamento de normas e de regulamentações neste setor;

- viii. ampliar a interação entre os diversos grupos e laboratórios envolvidos em medições dinâmicas, com o intuito de aumentar o fluxo de informações e acelerar o alcance dos objetivos institucionais e do País;
- ix. apoiar e contribuir para o aperfeiçoamento e internalização de normas neste setor, bem como nos programas de avaliação de conformidade de produtos;
- x. identificar eixos possíveis de atuação na busca de alternativas em calibrações de equipamentos, medições específicas, desenvolvimento de pesquisas e troca de conhecimento em medições dinâmicas;
- xi. apoiar o desenvolvimento de normas técnicas para a área no âmbito da ABNT.

6.6. - Metrologia Quântica

6.6.1. Metrologia Quântica Aplicada à Área de Metrologia Óptica

A metrologia de poucos fótons vem atraindo grande interesse nos últimos anos devido ao rápido desenvolvimento de novas tecnologias como sistemas de comunicação quântica, sensoriamento remoto e imageamento para fins biomédicos. Também impulsionada por áreas de pesquisas emergentes, como computação quântica e teoria da informação quântica, ou tradicionais, como astronomia, as tecnologias de detecção de poucos fótons avançaram nas últimas décadas, com diversos dispositivos atualmente disponíveis comercialmente. Independente da aplicação, faz-se necessário determinar as principais características dos detectores para uma operação confiável do sistema.

Além disso, o desenvolvimento de fontes ópticas com estatística subpoissoniana de geração de fótons ou fontes de pares de fótons emaranhados resultou em diversas publicações de diferentes grupos de pesquisa com aplicações metrológicas diretas, seja com o desenvolvimento de sistemas absolutos, seja superando limites clássicos de resolução.

No contexto das grandezas de base do SI, existe uma ativa discussão em nível mundial acerca da redefinição de algumas unidades, como a Candela. Uma das propostas em voga propõe que esta unidade passe a ser função do segundo e da constante de Planck, através da contagem de um determinado número de fótons, em um determinado intervalo de tempo.

Duas abordagens para alcançar este objetivo baseiam-se na habilidade de geração de fótons sob demanda ou na capacidade de resolução do número de fótons por um detector. Outra questão envolve o desenvolvimento de métodos e dispositivos capazes de fazer a ponte entre as tradicionais medidas de potência ópticas de baixa incerteza e a medição de poucos fótons. Assim, o estabelecimento de uma nova definição e sua consequente realização dependerá da concepção de um método capaz de reduzir a incerteza atualmente obtida por meios tradicionais.

6.6.1.1. Diretrizes Estratégicas

- i. desenvolver métodos, padrões e/ou sistemas voltados às medições radiométricas baseados em poucos fótons;
- ii. desenvolver pesquisa referente a metodologias para caracterização de detectores de fótons únicos;
- iii. desenvolver pesquisa referente a metodologias para caracterização de fontes de pares de fótons;

- iv. desenvolver pesquisa referente à aplicação metrológica de pares de fótons emaranhados.

6.6.2. Metrologia Quântica Aplicada à Área de Metrologia Elétrica

Desde a descoberta do Efeito Josephson, que possibilitou a criação de um padrão de tensão elétrica baseado em constantes da natureza, a física quântica tornou-se um enfoque essencial da metrologia moderna. A metrologia básica é agora definitivamente uma metrologia quântica, na qual os dispositivos elétricos quânticos e outros fenômenos quânticos têm um papel fundamental e se tornaram ferramentas essenciais para a determinação de constantes fundamentais e para a redefinição de algumas unidades básicas.

As recentes pesquisas para redefinição da unidade de massa com base em fenômenos elétricos quânticos são evidências claras de que a metrologia elétrica quântica está no centro de uma revolução. No futuro ela estará em uma posição chave para toda a metrologia e, portanto, é essencial ter metas audaciosas e definidas para esta área.

6.6.2.1. Diretrizes Estratégicas

- i. consolidar o sistema-padrão primário de tensão Josephson programável (PJVS);
- ii. desenvolver um sistema-padrão primário de tensão Josephson AC;
- iii. estabelecer um elo entre o sistema-padrão primário de tensão Josephson AC e o padrão primário de transferência AC-DC baseado em conversores térmicos a multijunções;
- iv. consolidar o sistema padrão primário da grandeza resistência elétrica com base no Efeito Hall Quântico;
- v. validar e consolidar o Sistema Modular para Calibração de Padrões de capacitância com base no Efeito Hall Quântico;
- vi. implantar dois sistemas de criogenia (independentes da utilização de hélio líquido) para a operação do sistema padrão primário de tensão Josephson programável e do padrão primário de resistência Hall Quântico;
- vii. desenvolver padrões de resistência DC com controle de temperatura ativo para garantir a rastreabilidade a partir do Padrão Hall quântico;
- viii. apoiar o desenvolvimento de normas técnicas para a área no âmbito da ABNT.

6.7. Metrologia em Tecnologias da Informação e Comunicação - TIC

O setor de tecnologias da informação e comunicação (TIC), que abrange as indústrias de dispositivos, componentes e equipamentos, juntamente com as empresas prestadoras de serviços na área de comunicação, é extremamente dependente de rígidos sistemas de normalização e metrologia, dada a necessidade de interligação e compartilhamento de serviços em âmbito nacional e internacional intrínseca do setor.

A rápida evolução dos novos sistemas de computação e telecomunicações, e sua crescente importância na vida cotidiana e no processo produtivo advém não apenas do grande número de inovações tecnológicas surgidas a partir da década de 1980, mas também da crescente padronização destes sistemas, que permitem ganhos de escala e assegura a rápida disseminação das novas tecnologias e novos serviços.

As projeções do número de usuários e tráfego em redes de comunicações para os próximos anos indicam que, em 2016, o número de usuários em redes de acesso móvel (sem fio) de banda larga crescerá para 5 bilhões, gerando um tráfego total de mais de 50 Exabytes por ano, cerca de 10 vezes o atual. O atendimento da demanda (por banda) para permitir a realização destas previsões depende de inovações e desenvolvimentos tecnológicos, que permitam superar alguns desafios existentes no momento: o incremento da capacidade de processamento e a redução do consumo de potência de microprocessadores, o aumento da capacidade de roteamento e de transmissão das redes ópticas de transporte e, fundamentalmente, uma maior disponibilidade de espectro radioelétrico na rede de acesso sem fio.

A regulamentação atual de uso do espectro radioelétrico é balizada por regras clássicas que visam garantir a compatibilidade eletromagnética entre os múltiplos usuários autorizados. Baseada em conceitos convencionais, a forma atual de utilização torna o espectro um recurso saturado nas principais bandas de frequência. Em termos práticos, a alocação de blocos consideráveis do espectro a serviços primários (detentores de licenças exclusivas) que os subutilizam, está impedindo a exploração de novos serviços de telecomunicações.

Estima-se que a alocação de bandas de frequência para uso exclusivo de alguns tipos de serviços, notadamente comunicações móveis celulares e radiodifusão, acarretam eficiências da ordem de apenas 20% no uso do espectro eletromagnético. Uma tecnologia inovadora, que permitirá o aumento acentuado da eficiência de uso do espectro está surgindo com base no conceito de rádios cognitivos.

No que diz respeito às Tecnologias de Informação, verifica-se nos últimos anos uma crescente utilização de sistemas computacionais embarcados em praticamente todos os dispositivos utilizados pelo homem. A área não é mais restrita a um computador central (mainframe) executando um algoritmo de cálculo para algum problema científico.

Atualmente observa-se uma forte pressão para conexão destes dispositivos ao domínio cibernético, gerando os denominados Sistemas Físicos-Cibernéticos (SFC): sistemas inteligentes que combinam tecnologias cibernéticas com sistemas embarcados, e interagem intensivamente com componentes físicos. Os SFCs cobrem diferentes segmentos da economia: sistemas de produção, redes elétricas, edifícios e infraestrutura, transporte e mobilidade, e saúde.

Atualmente, um dos grandes problemas para assegurar a robustez metrológica de um instrumento de medição concentra-se na necessidade de uma avaliação criteriosa do sistema computacional por este utilizado. A imutabilidade do software embarcado no medidor é requisito fundamental para preservação da confiabilidade metrológica. Os modernos instrumentos de medição, também denominados de medidores inteligentes, podem ser vistos como componentes básicos de SFCs, exibindo arquiteturas computacionais cada vez mais complexas e interconectadas.

Para o desenvolvimento dos SFCs são necessárias técnicas inovadoras que assegurem altos níveis de confiabilidade, segurança, e usabilidade. Os requisitos para SFCs são extremamente rigorosos e, em alguns casos, completamente diferentes do que os necessários para outros sistemas automatizados.

6.7.1. Diretrizes Estratégicas

- i. expandir o laboratório de metrologia de tecnologias de informação e comunicações do Inmetro para prover rastreabilidade na área, calibrar equipamentos, apoiar a indústria no desenvolvimento de produtos e apoiar o desenvolvimento de programas de avaliação da conformidade de produtos;
- ii. implantar infraestrutura laboratorial para garantir a rastreabilidade nas grandezas campo elétrico, densidade superficial de corrente, ruído, nível de sinal de RF, atenuação, impedância e ruído, e para permitir medições de compatibilidade eletromagnética;
- iii. implantar infraestrutura laboratorial para apoiar os programas governamentais de política de universalização do acesso em banda larga e inclusão digital, através de medições de eficiência de uso do espectro radioelétrico e da avaliação de conformidade de produtos e serviços celulares de terceira e quarta geração, incluindo a avaliação da velocidade da banda larga móvel, e dos futuros sistemas baseados em rádio cognitivo;
- iv. aprimorar e desenvolver novos requisitos, ensaios, testes e programas de avaliação para os sistemas computacionais embutidos em instrumentos de medição controlados pela metrologia legal ou programas de avaliação da conformidade, notadamente quanto aos requisitos de segurança da informação;
- v. desenvolver a infraestrutura tecnológica para apoiar as atividades do Inmetro, e organismos acreditados, a fazer frente aos constantes desafios tecnológicos no âmbito da segurança da informação;
- vi. apoiar e incentivar a consolidação de programas para avaliação de produtos de informática, acompanhando as constantes evoluções desta área;
- vii. apoiar a pesquisa em sistemas físicos cibernéticos, incluindo novas teorias científicas, algoritmos computacionais, tecnologias de informação, infraestrutura metrológica/qualidade e técnicas de engenharia que permitem o rápido desenvolvimento e integração de sistemas de automação avançados com internet, redes e inteligência computacional;
- viii. apoiar o desenvolvimento de normas técnicas para a área no âmbito da ABNT.

6.8. Metrologia nas Atividades de Segurança e Defesa

A constante evolução tecnológica dos sofisticados meios e equipamentos empregados nas atividades de defesa e de segurança, associada ao crescimento e fortalecimento da indústria nacional de defesa, requer o desenvolvimento de ações positivas na área da metrologia, voltadas à consolidação da soberania do Brasil, por meio, entre outros, da garantia da confiabilidade metrológica demandada pelos mais diversos processos tecnológicos de interesse das Forças Armadas e demais Forças Auxiliares.

Dentre as necessidades detectadas, destacam-se aquelas relacionadas com o controle do espaço aéreo e a segurança de voo, civil e militar, além da vigilância, o controle e a defesa das fronteiras, das águas jurisdicionais e da plataforma continental brasileira, a produção e a manutenção de materiais e sistemas de defesa, bem como os demais procedimentos técnico-operacionais relacionados com a segurança e a defesa do País.

Assim sendo, torna-se imprescindível a implementação e melhoria da capacidade de medição das grandezas metrológicas relacionadas com este setor, visando a suportar as necessidades evidenciadas por esse segmento estratégico, por exemplo nas questões referentes à rastreabilidade das medições em alta frequência, acima de 18 GHz, e medições hipersônicas, dentre outras.

Neste contexto, cumpre destacar a iniciativa do Comando da Aeronáutica que, preocupado com a confiabilidade dos processos inerentes à sua atividade, implementou o Sistema de Metrologia Aeroespacial (SISMETRA), diminuindo a dependência metrológica nacional, relativa às atividades tecnológicas de interesse da defesa e da sociedade em geral. Este tipo de iniciativa pode e deve ser difundido e incentivado pelo setor metrológico, no que se refere às demais entidades públicas correlatas, principalmente, nas atividades que necessitem de uma abordagem metrológica sistêmica.

6.8.1. Diretrizes Estratégicas

- i. prospectar as demandas do segmento de defesa, por intermédio da realização de seminários, que tenham como escopo, por exemplo, “Metrologia no contexto da Defesa: desafios metrológicos para o desenvolvimento tecnológico e científico”;
- ii. incentivar a implementação de novos sistemas metrológicos e a expansão dos existentes nas organizações públicas;
- iii. fomentar o desenvolvimento de fornecedores de serviços metrológicos para as atividades tecnológicas de defesa, visando à soberania do País;
- iv. apoiar e estimular o desenvolvimento tecnológico para o controle do espaço aéreo no tocante a novas tecnologias.

6.9. Metrologia no Setor Espacial

A crescente sofisticação tecnológica do setor espacial demanda hoje, e certamente continuará demandando nos próximos anos, a preparação de uma infraestrutura metrológica confiável, de modo a apoiar o atendimento das demandas do setor no País, incluindo:

- ✓ O Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE), coordenado pela Agência Espacial Brasileira (AEB)
- ✓ A operação de bases de lançamento e certificação de sistemas espaciais
- ✓ A Estratégia Nacional de Defesa (END) do Ministério da Defesa (MD)
- ✓ O programa do Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC), envolvendo os Ministérios de Comunicações (MC), Defesa (MD), e Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI)
- ✓ Os programas comerciais de satélites de telecomunicações
- ✓ As iniciativas relacionadas a satélites universitários

Essas variadas demandas exigem a preservação e o incremento de capacidades e competências técnicas específicas da área, adquiridas ao longo do tempo pelos diversos agentes envolvidos (governo, academia e indústria), de modo a se obter os necessários padrões de desempenho, custo, segurança e qualidade, compatíveis com as necessidades da sociedade brasileira e da melhor técnica praticada na área espacial. Assim, a implantação de uma linha de ação voltada à metrologia para a área espacial faz-se necessária, a fim de dar apoio às atuais e futuras demandas do setor.

O aprimoramento continuado das capacidades na área de metrologia em instituições vinculadas ao Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (SINDAE), além dos seus aspectos sinérgicos e altamente estruturantes, possibilitará impactar positivamente as empresas e instituições brasileiras voltadas ao setor espacial, favorecendo o desenvolvimento das atividades espaciais necessárias ao Brasil.

6.9.1. Diretrizes Estratégicas

- i. prospectar as demandas para a metrologia no segmento espacial por meio da realização de seminários, tendo como temática a “Metrologia no setor espacial brasileiro: desafios metrológicos no atendimento ao desenvolvimento tecnológico e científico”;
- ii. Implantar, juntamente com os principais atores do programa espacial, a garantia do sincronismo na medição de tempo dos principais centros de lançamento;
- iii. apoiar a acreditação de laboratórios de metrologia em instituições vinculadas ao Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (SINDAE);
- iv. buscar instituições parceiras dentro do Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (SINDAE) para, em conjunto com o Inmetro, manter, prover e disseminar a rastreabilidade de grandezas de interesse para a área espacial, tais como: medidas de alto-vácuo, temperatura, som, choque e aceleração, medidas de gaseificação de materiais sob o ambiente de alto-vácuo; medidas de alta-frequência; medidas de tempo, medidas dimensionais, etc.

6.10. Metrologia Forense

Profissionais de perícia utilizam técnicas empregadas nas mais diversas áreas da ciência a serviço da justiça e por esse motivo, a exatidão dos resultados obtidos é de primordial importância. A precariedade dessa área, no entanto, tem-se tornado um desafio não apenas para os governos, como também para os INM. Países como os Estados Unidos recentemente elaboraram um documento detalhado sobre a falência das ciências forenses e os novos desafios impostos à área, envolvendo acreditação e programas de certificação compulsórios e o desenvolvimento de uma série de normas técnicas e materiais de referência.

No Brasil, a situação é ainda mais crítica e requer um grande esforço para colocar as perícias em igualdade com os demais países. A metrologia impacta positivamente na confiabilidade dos exames realizados pelos serviços periciais brasileiros, permitindo ainda que estes tenham condição de se aprimorar e configurar como centros cujos resultados são reconhecidos mundialmente. Devido à multidisciplinariedade da área, alguns temas mostram-se prioritários para investimento a curto prazo.

6.10.1. Análise de Drogas Proscritas e Controladas

A grande maioria das perícias do País ainda emprega métodos colorimétricos para a identificação de drogas proscritas e controladas. As poucas instituições que utilizam métodos analíticos carecem de materiais de referência e materiais de referência certificados, em parte porque há pouca ou nenhuma oferta desses materiais no mercado (apenas NIST e NMI-Austrália), mas principalmente devido a dificuldades legais impostas pela ANVISA para importação desses materiais.

Em referência a esse tema, o Departamento de Polícia Federal já formalizou um pedido enfatizando a necessidade urgente de produção destes MRC. Há uma enorme demanda reprimida por esses materiais também em outras áreas.

A ANAC recentemente aprovou a Portaria RBAC N° 120/2011 que trata dos programas de prevenção do uso indevido de substâncias psicoativas para os profissionais de aviação, sendo exigidos testes compulsórios de drogas para várias categorias profissionais. Os exames devem ser realizados por laboratórios acreditados pela Coordenação Geral de Acreditação (Cgcre), do Inmetro, o que torna imprescindível o uso de MRC.

Além disso, há uma série de projetos de lei para alterações no Código de Trânsito Brasileiro, regulamentando o uso de dispositivos portáteis para identificação de substâncias psicoativas, nos moldes dos etilômetros. A aprovação desses projetos de lei cria uma demanda imediata por uma série de MRC para classes diversas de drogas psicoativas. A realização de grandes eventos esportivos no País, como a Copa do Mundo de 2014 e as os Jogos Olímpicos de 2016 reforça a necessidade de investimentos nessa área, visando a uma maior confiabilidade nos resultados gerados.

6.10.2. Identificação Humana pelo DNA

O Brasil, através do Departamento de Polícia Federal, recentemente formalizou cooperação com o Federal Bureau of Investigation (FBI) para instalação no País do banco de dados de perfis de DNA para identificação criminal, conhecido como “Combined DNA Index System” (CODIS).

O CODIS gera informações para investigações onde evidências biológicas foram recuperadas dos locais de crime, permitindo, inclusive, a conexão entre diferentes casos e identificação de suspeitos. Para o uso desse banco de dados, já instalado em todos os estados brasileiros e regulamentado pela Lei nº 12.654/2012, é essencial o uso de ferramentas como o uso de MRCs para garantir a qualidade dos perfis genéticos obtidos.

6.10.3. Balística Forense

A área de balística forense, juntamente com identificação humana e identificação de drogas ilícitas/controladas é uma das mais importantes no cenário atual da perícia, devido ao grande número de crimes envolvendo armas de fogo. Nesse cenário, há problemas potenciais, como por exemplo, a identificação de atiradores. Essa análise é realizada através da identificação de metais pesados utilizando técnicas de microscopia e espectrometria.

No entanto, a introdução das chamadas munições verdes (sem metais pesados), menos danosas ao ambiente e à saúde das pessoas, se mostra como um problema ainda sem solução, tornando impossível a sua identificação para fins criminais.. As perícias e as indústrias de munição buscam alternativas como o uso de marcadores específicos, o que requer o desenvolvimento e validação de novos métodos. A indústria também necessita de MRC específicos para pólvora, cuja aplicação beneficiaria também as Forças Armadas (monitoramento de estabilidade), assim como outros setores de segurança como, por exemplo, aeroportos.

6.10.4. Acústica Forense

A interação da metrologia acústica com a investigação criminal no âmbito da ciência forense contribui para um aumento da confiabilidade metrológica dos resultados obtidos para análise das evidências técnicas.

A aplicação para uso forense de metodologia metrológica e de normalização em técnicas de identificação de locutor e detecção de disparo de arma de fogo produzirá impacto direto no fortalecimento da perícia técnica brasileira, contribuindo para o esforço nacional no desenvolvimento da acústica / fonética forense.

Onde se busca a produção de bancos de dados de vozes, processamento de sinais em acústica forense; processamento de voz com aplicação em fonética forense; inteligibilidade da fala; tratamento de sinais de áudio questionados, comparações em ambientes ruidosos e não ruidosos; validação de métodos de análise de voz, cálculos de estimativa da incerteza de medições e avaliações técnicas para a acreditação de laboratórios. Além de contribuir na pesquisa de reconhecimento de voz e de identificação de locutor no âmbito da ciência forense.

6.10.5. Processamento de Imagens

A área de processamento de imagens tem cada vez mais reconhecida a sua importância dentro do programa de metrologia forense. Métodos de perícia baseados na análise de imagens requer um conhecimento específico de como manipular e processar essa informação, uma vez que um processamento errôneo poderá destruir a informação relevante para uma análise pericial.

É muito comum se utilizar ferramentas de análise de imagem em metrologia forense para: reconhecimento de padrões em amostras biológicas, detecção de um padrão térmico em um cenário de perícia, análise de imagens médicas, medição e etc. A inserção do Inmetro nesse contexto aumentará a confiabilidade dos exames periciais baseados em processamento/análise de imagens.

6.10.6. Diretrizes Estratégicas

- i. expandir o Programa Nacional de Normalização e Metrologia Forense;
- ii. prover rastreabilidade nas áreas prioritárias associadas à metrologia forense, apoiar a indústria relacionada no desenvolvimento de novas soluções e apoiar o desenvolvimento de programas de avaliação da conformidade de produtos;
- iii. melhorar a infraestrutura laboratorial e de pessoal para garantir o atendimento à crescente demanda por novos materiais de referência;
- iv. desenvolver programas de ensaios de proficiência para áreas prioritárias deste setor;
- v. consolidar a interação do Inmetro com o Ministério da Justiça;
- vi. apoiar o desenvolvimento de normas técnicas para a área, dentro da CEE-137 – Ciências Forenses, da ABNT;
- vii. contribuir e desenvolver pesquisa, no âmbito da metrologia, na área de metrologia forense;
- viii. desenvolver e/ou aprimorar tecnologias baseadas em processamento de imagens que forneçam mais confiabilidade nos exames periciais;
- ix. desenvolver métricas baseadas na análise/processamento de imagens e realizar a intercomparação com os institutos pares do Inmetro;

- x. apoiar o desenvolvimento de normas técnicas para a área no âmbito da ABNT.

6.11. Metrologia em Ciências da Vida

O conceito de que só é possível melhorar aquilo que se pode medir é transversal e completamente verdadeiro também no âmbito da Ciências da Vida. A Biometrologia é um campo que vem evoluindo significativamente nos últimos 10 anos, sendo amplamente reconhecido pelo BIPM através do Bioanalysis Working Group (CCQM/BAWG) e visa à comparabilidade e reprodutibilidade internacional das biomedidas.

A confiabilidade metrológica de equipamentos e produtos biomédicos é essencial para a garantia da qualidade dos serviços de saúde (laboratórios clínicos, diagnósticos, laboratórios de ensaio toxicológicos, de equipamentos médicos, etc), da segurança e eficácia, dos tratamentos, bem como de métodos e materiais de referência em apoio ao desenvolvimento da biotecnologia e nanotecnologia são demandas atuais e urgentes, prevista no PBM.

O progresso das pesquisas em biotecnologia tem levado à necessidade cada vez maior da realização de medições exatas de moléculas biológicas, em especial os biopolímeros, para o desenvolvimento de técnicas e produtos a serem aplicados nas áreas médica, ambiental, comercial, entre outras. Assim, com os crescentes avanços no desenvolvimento de estruturas em escala nanométrica nas ciências física e biológica, vem crescendo também a busca por padrões precisos, acurados e de fácil aplicação, que proporcionem confiabilidade metrológica aos laboratórios desta área.

Com isso, a biometrologia torna-se uma área imprescindível para o desenvolvimento científico, necessitando de infraestrutura e programas que estimulem sua expansão. Para que o impacto da biotecnologia na evolução da qualidade de vida deixe de ser uma promessa e torne-se peremptório, é necessário o desenvolvimento de métodos validados e rastreáveis para a quantificação de bioprodutos, como proteínas recombinantes e biofármacos, bem como de rotas biotecnológicas para a geração destes bioprodutos, como o biodiesel.

Paralelamente, produtos da nanotecnologia invadem os mercados mundiais aos milhares na forma de nanomateriais, diversos deles com a função de atuar na liberação controlada de drogas, como biomateriais, na eletrônica, em alimentos, entre outras aplicações. Contudo, as agências governamentais e regulatórias não possuem evidência suficiente sobre a segurança do uso da nanotecnologia para os seres humanos e meio ambiente.

Considerando o crescimento da biotecnologia na saúde humana e na produção de alimentos faz-se necessária uma adequada infraestrutura metrológica para garantir essa rastreabilidade, por intermédio da criação de um laboratório metrológico para fornecer medidas, padrões e desenvolver tecnologia para fortalecimento da produtividade e competitividade da indústria brasileira, assegurando a equidade comercial, fortalecendo a inovação, saúde pública, e a qualidade nas medições biológicas na área da biotecnologia.

Desta forma, o Inmetro deve consolidar um programa integrado e multidisciplinar para desenvolver métodos, materiais de referência e normas para biomarcadores humanos e biológicos em apoio ao desenvolvimento tecnológico e industrial, principalmente no âmbito da bio e nanotecnologia. Considera-se estratégica a rastreabilidade metrológica aplicada aos diversos campos das Ciências da Vida, com implicações, por exemplo, na comercialização de dispositivos médicos implantáveis e no diagnóstico *in vitro*.

6.11.1. Diretrizes Estratégicas

- i. consolidar ações integradas, transversais e multidisciplinares em biometrologia com ênfase em produtos da biotecnologia, nanotecnologia e na funcionalidade de equipamentos médicos e odontológicos;
- ii. implantar o Programa de Metrologia em Fármacos;
- iii. apoiar o desenvolvimento e validação de métodos e materiais de referência em apoio à biometrologia de modo a prover rastreabilidade em análises clínicas, de alimentos, ambiental, biológica, fármacos, medicamentos e em biocombustíveis;
- iv. atuar no Sistema Nacional de Nanotecnologia (Sisnano) para desenvolver MRC na área de nanopartículas e nanotoxicologia em parceria com a Dimci;
- v. atuar como laboratório central na Rede Nacional de Métodos Alternativos ao Uso de Animais, promovendo a disseminação, o desenvolvimento e validação de métodos alternativos em atendimento à Lei Arouca;
- vi. apoiar questões de regulamentação relacionadas a substâncias potencialmente tóxicas;
- vii. construir o Centro Brasileiro de Material Biológico (convênio Inmetro/INPI) com a infraestrutura adequada para depósito de patentes de microrganismos e células utilizadas na biotecnologia;
- viii. apoiar o desenvolvimento de normas técnicas para a área no âmbito da ABNT.

6.12. Nanometrologia

Um passo importante para uma inovação tecnológica é a transformação de conhecimento científico em desenvolvimento tecnológico e a metrologia tem se demonstrado um caminho eficaz para a realização dessa transformação aliando o conhecimento científico aos interesses da cadeia produtiva de um país. Na área de nanotecnologia não poderia ser diferente, a evolução da nanociência para aplicações nanotecnológicas pode ser facilitada e viabilizada pela nanometrologia.

A nanometrologia é uma parte indispensável da nanotecnologia e deve ser desenvolvida em conjunto com a mesma para que as medições desenvolvidas possam dar suporte bem sucedido ao desenvolvimento das nanociências e auxiliarem na garantia e confiabilidade de materiais e produtos nanotecnológicos.

A nanometrologia está relacionada com procedimentos de medição de fenômenos e propriedades em escala nanométrica, incluindo comprimento ou tamanho, massa, propriedades elétricas, entre outras. O grande desafio da nanometrologia é medir tais propriedades com confiabilidade e precisão.

De forma geral, as técnicas de medição utilizadas para sistemas de macro não podem ser usadas diretamente para a medição de parâmetros em sistemas na escala nanométrica. Para isto, diversas técnicas baseadas em fenômenos físicos têm sido desenvolvidas e aprimoradas, de modo que possam ser utilizadas para medir ou determinar os parâmetros para nanoestruturas e nanomateriais.

Uma das atividades mais importantes da nanometrologia envolve a calibração em escala nanométrica de medições de comprimento em nível macro e microscópico ou medidas de comprimento em relação a padrões primários de comprimento: lasers estabilizados.

6.12.1. Diretrizes Estratégicas

- i. desenvolver a base nacional para nanometrologia via equipamento primário de medição absoluta;
- ii. prover rastreabilidade no País na área de nanometrologia dimensional;
- iii. apoiar o desenvolvimento de normas técnicas para a área no âmbito da ABNT.

6.13. Metrologia de Materiais

A importância da metrologia de materiais na busca por alternativas e soluções para o progresso científico e tecnológico deve ser considerada perante o caráter estratégico do domínio das técnicas de preparação, processamento e caracterização de materiais.

A caracterização das propriedades físico-químicas, morfológicas, estruturais, magnéticas, térmicas, ópticas, eletrônicas e mecânicas dos materiais, nas escalas macro, micro e nano, é de grande importância para a pesquisa de materiais para várias aplicações (semicondutores, sensores, fármacos e medicamentos, embalagens, aços para fins elétricos, isolantes térmicos, implantes, próteses, pigmentos, etc.), assim como na fabricação e no desempenho de vários itens produzidos pela indústria. Além disso, o desenvolvimento e a certificação de materiais de referência nessas áreas são atividades necessárias para garantir a qualidade dos produtos nacionais.

6.13.1. Diretrizes Estratégicas

- i. atuar na área de microscopia eletrônica e microanálise, aprimorando sua utilização como ferramenta para a caracterização metrológica de materiais, disseminando conhecimento e desenvolvendo projetos de pesquisa em áreas como a caracterização de nanopartículas, materiais nanoestruturados e nanometrologia;
- ii. atuar na área de biomateriais e tribologia por meio da caracterização metrológica de propriedades tribológicas de materiais utilizados na indústria (incluindo a indústria de implantes médicos), além de novos materiais em desenvolvimento;
- iii. desenvolver pesquisas na área de materiais nanoestruturados de carbono;
- iv. desenvolver materiais de referência de nanopartículas de metais e óxidos metálicos;
- v. expandir atividades na área de caracterização de propriedades térmicas de materiais;
- vi. atuar no desenvolvimento de novos materiais para dispositivos orgânicos emissores de luz (OLEDs) e dispositivos fotovoltaicos orgânicos;
- vii. atuar no Sistema Nacional de Nanotecnologia (Sisnano) para desenvolvimento de materiais de referência na área de nanopartículas e nanotoxicologia;

- viii. apoiar questões de regulamentação relacionadas à caracterização de propriedades de materiais;
- ix. apoiar o desenvolvimento de projetos inseridos no polo tecnológico do Inmetro no que tange à metrologia de materiais;
- x. expandir a capacidade analítica e a oferta de ensaios para a indústria e a comunidade científica no que tange à metrologia de materiais;
- xi. apoiar o desenvolvimento de normas técnicas para a área no âmbito da ABNT.

6.14. Metrologia Óptica: Tecnologias Eficientes em Iluminação

A tecnologia da lâmpada incandescente tradicional já atingiu seu limite extremo quanto à sua eficiência e tempo de vida, não havendo atualmente outra escolha a não ser a sua substituição, o que já está sendo realizado no Brasil e em outras partes do mundo, por Lâmpadas Fluorescente Compacta (LFC) com mais de 60 lm/W, que são tipicamente cinco vezes mais eficientes do que uma lâmpada incandescente tradicional.

Além disso, outras tecnologias mais eficientes que compreendem principalmente os LED (Light-Emitting-Diodes) e, possivelmente, os OLED (Organic- Light-Emitting-Diodes) têm sido objeto de estudo de muitos fabricantes da área de iluminação. No caso do LED, a expectativa é atingir eficiências maiores, com tecnologia bem menos dispendiosa do que a da LFC.

A tecnologia da iluminação à LED ainda está em fase de desenvolvimento e com previsão de estar consolidada já nos próximos 10 a 15 anos, o que contribuirá para uma iluminação sustentável, de boa qualidade, baixo consumo de energia e com pouca geração de resíduos e impactos ambientais. Sob o ponto de vista da sustentabilidade essa alternativa contribuirá para diminuição do consumo de energia.

Entretanto, o pouco conhecimento acerca desta nova tecnologia de iluminação a LED, aliado à presença de muitos fornecedores gera inúmeras dúvidas sobre a identificação dos produtos de qualidade pelos compradores e usuários finais, tais como a procedência, qualidade do LED e especificações relacionadas a: eficiência luminosa, vida útil real, variação da temperatura de cor, temperatura de junção e dados elétricos.

Faz-se necessária, portanto, a implantação e realização de medições, normas e avaliação de conformidade destes produtos, o que confere à metrologia um destacado papel nestas ações.

6.14.1. Diretrizes estratégicas

- i. implementar a estrutura laboratorial necessária para a caracterização óptica e metrológica na área de tecnologias eficientes em iluminação, buscando formar competência neste assunto e apoiar as empresas do ramo;
- ii. desenvolver métodos, padrões e/ou sistemas voltados às medidas de luminárias ou novas fontes de iluminação, visando promover a rastreabilidade metrológica relacionadas às medidas fotométricas, radiométricas e colorimétricas;

- iii. capacitar recursos humanos na área de metrologia relacionada às grandezas ópticas envolvidas no estudo e desenvolvimento de padrões e métodos de medição de novas fontes de iluminação, priorizando o LED.

6.15. Metrologia na Área de Energia

6.15.1 Metrologia em Hidrogênio Energético

O hidrogênio é o elemento químico mais abundante do universo e é a fonte de energia dos processos energéticos de fusão das estrelas. No nosso planeta, ele é mais facilmente encontrado combinado com outros elementos do que na forma livre (água, hidrocarbonetos, biocombustíveis, etc.).

O hidrogênio tem aplicações energéticas renováveis, em especial atuando em conjunto com quase todas as demais formas de geração, particularmente as também renováveis como eólica, solar, hidrelétrica, biocombustíveis e farnesenos, assim como as não-renováveis como petróleo e gás natural.

O hidrogênio pode ser gerado (por exemplo, em processos de fotoprodução) ou convertido para outras formas de energia (como é o caso das células a combustível). A célula a combustível foi criada por William Robert Grove em 1844, sendo uma célula eletroquímica em que são consumidos um combustível (o hidrogênio ou um composto que o possua em sua composição) e um comburente (o oxigênio ou um composto que o possua), havendo a geração de energia elétrica e a liberação de calor. As principais células a combustível são a de polímero sólido (PEMFC) e a de óxido sólido (SOFC).

A célula PEMFC é para aplicações de baixa temperatura (até 100°C), tendo vocação para uso no futuro próximo em automóveis, ônibus, empilhadeiras e sistemas de backup de centros de processamento de dados e de residências. Quanto à célula SOFC vislumbra-se o uso em aplicações de alta temperatura (até 1000°C): centrais de energia ou acoplada a uma turbina a gás. A fotoprodução de hidrogênio significa a produção de hidrogênio sobre um substrato adequado e a presença de luz visível e/ou outro comprimento de onda. O hidrogênio pode inclusive ser obtido a partir de degradação de resíduos orgânicos presentes em águas poluídas ou esgoto doméstico.

A economia do hidrogênio está quase em escala de produção em países como Estados Unidos, Canadá, Alemanha, Coreia do Sul, China e Japão e o Brasil se destaca na parte de pesquisa do hidrogênio. Há, inclusive, desde 2003, parceira internacional IPHE (Parceria Internacional para o Hidrogênio e as Células a Combustível na Economia), composta de 17 países mais a Comissão Européia, da qual o nosso país faz parte, para o desenvolvimento do uso do hidrogênio no mundo.

O hidrogênio já vem sendo normalizado na ISO (comissão técnica TC-197), na IEC (comissão técnica TC-105) e na ABNT (comissão técnica CEE-67). Hoje, com a pesquisa para o uso do hidrogênio, há cada vez maior demanda para estudos ligados à produção fotocatalítica do hidrogênio, às células a combustível, assim como para a padronização, a rastreabilidade e a confiabilidade metrológicas.

6.15.1.1. Diretrizes Estratégicas

- i. implantar a padronização metrológica no Inmetro, através de laboratório de metrologia de hidrogênio energético;

- ii. consolidar o desenvolvimento de ferramentas metrológicas em sistemas de células a combustível dos tipos PEMFC e SOFC;
- iii. apoiar pesquisas e o uso da metrologia no processo de síntese, caracterização e seleção de um novo material polimérico para que torne viável a produção de PEMFC em larga escala;
- iv. incentivar o desenvolvimento de tecnologias de fotoprodução de hidrogênio com confiabilidade metrológica;
- v. apoiar o desenvolvimento de normas técnicas para a área no âmbito da ABNT.

6.15.2. Metrologia em Energias Renováveis - Solar e Eólica

As fontes alternativas de energias renováveis como eólica e solar, por serem praticamente livres de emissões de gases de efeito estufa (GEE), passam a ter um papel cada vez mais proeminente na composição energética dos países, apesar de apresentarem ainda altos custos e algumas restrições técnicas. A Diretriz de Energias Renováveis da União Europeia (2009/28/EC) prevê que 23% da demanda no ano de 2030, seja atendida por energia eólica.

O Brasil, apesar de contar com uma matriz energética bastante limpa, certamente possui potencial eólico e solar em proporções que enseja o desenvolvimento de uma próspera indústria nessas áreas. Existe uma grande gama de possibilidades de pesquisa e desenvolvimento em turbinas eólicas: propriedades aerodinâmicas das pás do rotor, melhoria em projetos de mancais, materiais inovadores para aumentar a longevidade das peças móveis, desempenho em altas e baixas velocidades de ventos. Medidas confiáveis de velocidade de ventos com baixo grau de incerteza são fundamentais para um bom desempenho das turbinas eólicas. Todos esses fatores são altamente dependentes de conhecimentos metrológicos específicos.

A transformação da radiação solar em formas úteis de energia, elétrica ou térmica, em uma central de energia solar, demanda medidas da magnitude, intensidade e qualidade da radiação incidente. Tais medidas são parâmetros essenciais para projeto, testes de desempenho, durabilidade e decisões de operação de sistemas de conversão de energia solar.

A metrologia deve buscar capacidade de fornecer aos pesquisadores em energia solar e às indústrias envolvidas, medidas exatas de radiação solar e os dados que atendam às suas demandas, com as menores incertezas possíveis. Deve também criar capacidade na área de medição de filmes finos, largamente utilizados pela indústria de materiais fotovoltaicos.

6.15.2.1. Diretrizes Estratégicas

- i. apoiar a criação de uma rede nacional de laboratórios especializados em radiometria e metrologia de radiações solares;
- ii. criar capacidade nacional de calibração de instrumentos de radiometria solar, reduzindo as incertezas e melhorando a qualidade dos dados;
- iii. apoiar a criação de rede nacional de laboratórios especializados em medição de velocidades de ventos, incluindo técnicas de sensoriamento remoto, como tecnologia LIDAR(Light Detection And Ranging);
- iv. apoiar o desenvolvimento de normas técnicas para a área no âmbito da ABNT.

6.15.3. Metrologia em Energias Renováveis - Biomassa

Energia é um vetor essencial para o desenvolvimento de um país, e cada vez mais será um ponto estratégico para o desenvolvimento das nações. Com a evolução dos problemas ambientais causados pela queima de combustíveis fósseis, a biomassa, em conjunto com outras formas de energia reconhecidamente mais limpas (fotovoltaica, eólica, etc.) desponta como uma alternativa com grande potencial de aplicação.

Os biocombustíveis líquidos em uso comercial são basicamente combustíveis derivados do etanol, proveniente, principalmente, de grãos, cana de açúcar ou beterraba, e o biodiesel, produzido de uma variedade de óleos vegetais e gordura animal. Aliado a isso, é esperado para o futuro, uma grande variedade de outras substâncias, como por exemplo, o etanol de segunda geração e o biobutanol. Além disso, o hidrogênio derivado de biomassa (esperado para um futuro a longo prazo), pode representar o combustível ideal, já que sua queima não leva a produção de dióxido de carbono.

Embora a biomassa tenha potencial técnico para atender a uma grande parte da demanda incremental de energia do País, devem ser solucionados alguns aspectos importantes, entre eles, a viabilidade econômica e social, a sustentabilidade ambiental, as vantagens comparativas de cada fonte para geração de energia e os aspectos referentes à qualidade dos combustíveis derivados da biomassa, representando, assim, um campo de atuação para a metrologia, sendo as questões referentes à rastreabilidade e confiabilidade altamente relevantes para a implantação destas tecnologias inovadoras.

Portanto, a aplicação das ferramentas metrológicas já existentes, bem como o desenvolvimento de novas abordagens para garantia da qualidade, onde pode-se citar o desenvolvimento de materiais de referência certificados, conferem à metrologia uma posição de destaque nesse cenário.

6.15.3.1. Diretrizes estratégicas

- i. estabelecer uma política para produção de Materiais de Referência Certificados (MRC) para biocombustíveis em geral;
- ii. apoiar e desenvolver pesquisas envolvendo o etanol de segunda geração e o biobutanol;
- iii. expandir a capacidade analítica e a oferta de ensaios para a indústria e a comunidade científica no que tange à metrologia de biomateriais;
- iv. apoiar ações e programas envolvendo acreditação, certificação e o desenvolvimento de normas técnicas para biocombustíveis;
- v. apoiar o desenvolvimento de normas técnicas para a área no âmbito da ABNT.

7. A METROLOGIA LEGAL

7.1. Conceituação Geral

A metrologia legal, na sua essência, é uma função exclusiva do Estado. Consiste em um conjunto de atividades e procedimentos técnicos, jurídicos e administrativos, estabelecidos por meio de dispositivos legais, pelas autoridades públicas, visando a garantir a qualidade e a credibilidade dos resultados das medições envolvendo transações comerciais, a saúde humana, o meio ambiente e a segurança do cidadão.

A metrologia legal foca sua atenção em cinco direções básicas:

- a) a correta correspondência entre o conteúdo efetivo e o conteúdo nominal dos produtos pré-medidos;
- b) a confiabilidade dos instrumentos de medição utilizados nas transações comerciais, na prática médica com finalidade de subsidiar o diagnóstico e o tratamento, para fins de monitoramento ambiental e para propiciar maior segurança às pessoas;
- c) a segurança, a equidade e a eficácia das atividades essenciais do Estado, promovendo os meios para a realização de medições adequadas e confiáveis;
- d) as atividades produtivas, tendo em vista disponibilizar às empresas instrumentos de medição mais adequados e compatíveis com suas necessidades;
- e) o apoio à indústria nacional de instrumentos de medição e de produtos pré-medidos, visando à melhoria da confiabilidade das medições, à correta indicação do conteúdo nominal de seus produtos e ao aumento de sua competitividade.

7.2. Diretrizes Estratégicas para a Metrologia Legal

- i. expandir e buscar a melhoria contínua dos serviços de metrologia legal, tendo em vista o atendimento à demanda e a incorporação, no sistema metrológico, de novas áreas estratégicas, em especial:
 - ✓ nos setores de petróleo, gás e biocombustíveis para fins fiscais e de transferência de custódia
 - ✓ nos setores de serviços públicos para medição e faturamento de energia elétrica, de gás e de água
 - ✓ nos instrumentos de medição inseridos no âmbito da segurança do trânsito
 - ✓ nos setores de meio ambiente e de recursos naturais
- ii. fortalecer a Rede Brasileira de Metrologia Legal e Qualidade–Inmetro (RBMLQ-I) por meio da implantação de novos laboratórios, da modernização da infraestrutura laboratorial e da capacitação tecnológica e gerencial dos seus integrantes;

- iii. ampliar e consolidar a incorporação de novos agentes na execução das atividades técnicas como, por exemplo, a realização de ensaios de apreciação técnica de modelo, ou parte deles, por laboratórios acreditados;
- iv. estimular e apoiar o desenvolvimento e a expansão da indústria nacional de instrumentos de medição e de produtos pré-medidos;
- v. fortalecer a integração e o reconhecimento externo da metrologia legal brasileira em fóruns internacionais e regionais e em instituições estrangeiras relevantes, visando apoiar a inserção internacional dos setores produtivos afins;
- vi. ampliar, diversificar e aprimorar os programas de capacitação de recursos humanos para as atividades técnicas e administrativas da metrologia legal;
- vii. consolidar e ampliar parcerias com agências e órgãos reguladores;
- viii. promover e estimular atividades de pesquisa nos diversos campos de atuação da metrologia legal;
- ix. formalizar parcerias e convênios com instituições brasileiras e estrangeiras, objetivando a realização de estudos, projetos de cooperação e estágios nas áreas de interesse para o desenvolvimento da metrologia legal do País;
- x. aprimorar a interface entre a regulamentação técnica metrológica e a normalização brasileira, assim como difundir o emprego do Guia de Boas Práticas de Regulamentação aprovado pelo Conmetro;
- xi. estimular o uso das normas da série ABNT NBR ISO 9000 e da norma ABNT NBR ISO/IEC 17025 na Rede Brasileira de Metrologia Legal e Qualidade – Inmetro;
- xii. adotar ações para assegurar o uso correto das unidades legais de medida para produtos e serviços;
- xiii. estabelecer mecanismos de discussão sistemática para identificação e priorização de demandas;
- xiv. adotar ações visando à confiabilidade metrológica considerando a forte e ampla utilização da tecnologia da informação nos instrumentos e sistemas de medição;
- xv. ampliar e intensificar as atividades e ações de supervisão metrológica;
- xvi. ampliar o alinhamento da regulamentação metrológica brasileira aos parâmetros internacionais estabelecidos pela Organização Internacional de Metrologia Legal (OIML), a fim de possibilitar a competitividade dos produtos brasileiros;
- xvii. ampliar o programa de educação em metrologia legal;
- xviii. implantar um sistema de certificação, por competência e de terceira parte, para técnicos da metrologia legal.

- xix. estimular a atuação das Redes Metrológicas Estaduais como agentes complementares as atividades de Verificação Periódica desenvolvidas pelos órgãos integrantes da Rede Brasileira de Metrologia e Qualidade do Inmetro (RBMLQ-I), especificamente nos aspectos relacionados às atividades acessórias deste processo.

8. A ESTRUTURA NACIONAL PARA A CONFIABILIDADE DAS MEDIÇÕES

8.1. Concepção Geral

Os sistemas de metrologia, em praticamente todo o mundo, têm na sua estrutura operacional um conjunto de laboratórios de calibração e de ensaios, de produtores de materiais de referência e de provedores de ensaios de proficiência acreditados pelo organismo de acreditação nacionalmente reconhecido, cujo objetivo, em última análise, é prover confiabilidade metrológica ao usuário final.

Forma-se assim uma longa cadeia que tem como ponto de partida, o correspondente INM, instituição que idealmente estabelece as inter-relações com os sistemas e instituições internacionais, regionais e estrangeiros, de metrologia primária. Trata-se, portanto de um conjunto de instituições – públicas, privadas, e não governamentais – da maior importância para o desenvolvimento do País e para a competitividade das empresas nacionais, nos mercados interno e externo. Neste contexto, o fator básico de sucesso repousa na confiabilidade do sistema e de cada uma de suas partes.

A confiabilidade do conjunto é proporcionada pela acreditação (reconhecimento de competência) das instituições envolvidas, concedido por organismos de acreditação amplamente aceitos e reconhecidos, tanto em âmbito nacional pelo Governo, a indústria e outras partes interessadas, quanto no âmbito internacional, por meio dos acordos de reconhecimento mútuo regionais e internacionais .

Os sistemas de reconhecimento de competência por meio da acreditação, além de conferir credibilidade aos serviços a serem prestados pelos laboratórios, produtores de materiais de referência e provedores de ensaios de proficiência, constituem um importante instrumento para sua articulação. Todavia, o conjunto de laboratórios, produtores e provedores acreditados é amplo e diversificado, constituído por organizações de naturezas jurídicas, subordinações formais e interesses econômicos bastante distintos, portanto a articulação, coordenação e supervisão dos integrantes constitui um desafio institucional e organizacional dos mais complexos.

Conceitualmente, trata-se de “organizações em rede”, onde nenhuma parte, mesmo os seus “nós” principais, têm autoridade formal sobre as demais. Dessa forma, o planejamento global, a articulação e o direcionamento estratégico têm importância crucial no domínio da metrologia, tendo em vista o atendimento à demanda dos setores produtivos, a satisfação dos clientes e o adequado funcionamento do conjunto.

Duas questões de caráter tecnológico afetam a competitividade das empresas brasileiras, quer no mercado interno, quer no externo: a capacidade de incorporação de inovações tecnológicas e gerenciais e o atendimento a requisitos especificados em normas e regulamentos técnicos aplicáveis aos seus produtos, processos produtivos e sistemas de gestão.

No primeiro caso, a ênfase da estratégia competitiva está na agregação de valor e na capacidade de reagir às demandas dos mercados mais dinâmicos que, contínua e crescentemente, requerem novos bens e serviços.

No segundo caso, a ênfase é na apresentação de evidências objetivas de que os bens e serviços ofertados atendem a exigências de caráter voluntário ou compulsório expressas pelos certificados de conformidade e suas formas correlatas. Em ambos os casos, a dinâmica do mercado vem imprimindo velocidade e intensidade crescentes a esses desafios.

No plano internacional, a redução das barreiras tarifárias ao comércio vem dando-se de maneira contínua. Entretanto, a cena internacional, apresenta forte tendência protecionista, sobretudo pela proliferação de medidas não tarifárias, dentre as quais a intensa regulamentação com base em requisitos técnicos, que requerem o amplo domínio dos processos metrológicos.

Esse fenômeno reforça o binômio qualidade – inovação, sendo o primeiro componente fortemente dependente da disponibilidade de uma robusta infraestrutura de Tecnologia Industrial Básica (TIB) (metrologia, normalização, avaliação da conformidade, acreditação, ensaios, inspeção, certificação, rotulagem e procedimentos de aprovação e de autorização, - esses últimos praticados por autoridades regulamentadoras), tanto quanto o esforço de inovação depende de uma bem articulada capacidade de pesquisa e desenvolvimento (P&D), envolvendo parcerias entre empresas, universidades e centros de pesquisa.

A TIB, por reunir um conjunto de funções tecnológicas de uso indiferenciado pelos diversos setores da economia (indústria, comércio, agricultura e serviços), compreendendo, em essência, as funções de metrologia, normalização, regulamentação técnica e avaliação da conformidade (acreditação, ensaios, inspeção, rotulagem, certificação e outros procedimentos tais como autorização, aprovação, registro e homologação, etc.), tem suas atividades conduzidas pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação - MCTI, pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior - MDIC/Inmetro e ainda pelos diversos ministérios setoriais e agências com atividades de regulamentação técnica (notadamente, saúde, energia, telecomunicações, transporte, trânsito, meio ambiente, saneamento e abastecimento de água e outros), bem como por diversas organizações da sociedade civil, o que confere grande complexidade à área.

Constata-se grande diversidade na base técnica que serve às distintas autoridades, sendo a mais abrangente e totalmente alinhada com os compromissos do Brasil junto à Organização Mundial do Comércio (OMC) a estrutura compreendida pelo Sinmetro.

Tendo em vista o grande avanço que se obteve nesse campo pela utilização dos procedimentos adotados pelas entidades que integram o Sinmetro, por organismos regulamentadores, recomenda-se que seja realizado esforço com vistas à unificação dos diversos sistemas em uma base técnica única, preservando-se a autoridade regulamentadora nas diferentes áreas, de acordo com suas peculiaridades.

Os focos das ações devem estar dirigidos aos setores mais expostos à competição interna e externa, especialmente aqueles com maior impacto social.

8.2. A Rede de Laboratórios, Produtores de Materiais de Referência e Provedores de Ensaios de Proficiência

No domínio da disseminação das unidades de medida, existe no Brasil um conjunto formado pelos laboratórios do Inmetro e por laboratórios acreditados por ele, os quais congregam competências técnicas e capacitação laboratorial, que asseguram o provimento de serviços de metrologia confiáveis.

Os laboratórios acreditados estabelecem o vínculo com as unidades do Sistema Internacional de Unidades (SI), através da utilização de procedimentos e padrões de referência que asseguram a rastreabilidade metrológica.

Atualmente, a concessão de acreditação de laboratórios de calibração e de ensaios encontra-se sob a responsabilidade do Inmetro, através da sua Coordenação Geral de Acreditação (Cgcre), cuja competência é hoje reconhecida internacionalmente, por intermédio dos acordos de reconhecimento celebrados com a Interamerican Accreditation Cooperation (IAAC) e a International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC), respectivamente fóruns regional e internacional que congregam os organismos nacionais de acreditação. Existem atualmente cerca de 800 laboratórios acreditados pela Coordenação Geral de Acreditação (Cgcre) do Inmetro, sendo 300 laboratórios de calibração e 500 laboratórios de ensaio.

A Cgcre do Inmetro implementou, de 2009 a 2011, um projeto piloto para acreditação de produtores de materiais de referência e provedores de ensaios de proficiência. Atualmente estão acreditados 5 produtores de materiais de referência e 12 provedores de ensaios de proficiência.

Existem outros laboratórios vinculados a redes e instituições metrológicas que são avaliados por critérios formais, a exemplo da Rede Brasileira de Laboratórios Analíticos em Saúde (REBLAS), no âmbito da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), os laboratórios credenciados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), laboratórios credenciados pela Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), os laboratórios cadastrados pela Agência Nacional do Petróleo (ANP), Redes Metrológicas Estaduais⁶.

Estima-se que estas redes reúnam em torno de 1.000 laboratórios, vários dos quais participam em mais de uma rede. Muitos destes laboratórios são também acreditados pela Coordenação Geral de Acreditação (Cgcre) do Inmetro tendo em vista que a acreditação é requerida ou incentivada por estas organizações.

Com respeito a provedores de ensaios de proficiência, há 7 provedores registrados na Rede Brasileira de Laboratórios Analíticos em Saúde (REBLAS), no âmbito do Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). No campo da construção civil, desde 1995, são realizados programas de ensaios de proficiência no âmbito da Comissão Técnica de Construção Civil da Coordenação Geral de Acreditação (Cgcre) do Inmetro, organizados por 10 laboratórios de ensaios acreditados que atuam como provedores de 16 diferentes programas de ensaios de proficiência.

Além disso, na base de dados internacional de provedores de ensaios de proficiência EPTIS, que, nas Américas, é gerenciada pelo Inmetro, constam 117 programas de ensaios de proficiência oferecidos pelo Inmetro e outros 18 provedores, alguns dos quais são acreditados pela Coordenação Geral de Acreditação (Cgcre) do Inmetro.

Com relação a produtores de materiais e referência, a base de dados internacional para materiais de referências, COMAR, gerenciada no Brasil pelo Inmetro, relaciona 86 materiais de referências produzidos pelo Inmetro e outros dois produtores acreditados pela Coordenação Geral de Acreditação (Cgcre) para produção de alguns destes materiais.

⁶ Redes Metrológicas Estaduais são organizações não governamentais sem fins lucrativos que congregam nos estados diversos laboratórios de calibração e de ensaios, acreditados ou não pela Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro. Algumas redes realizam programas de avaliação e reconhecimento da competência segundo os critérios da norma ABNT NBR ISO/IEC 17025. Estas Redes têm exercido um importante papel ao incentivar e preparar laboratórios de calibração e de ensaios para a acreditação pela Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro.

Finalmente há um amplo e diversificado universo de laboratórios de serviços, instituições de ensino e P&D, sem qualquer vínculo com as instituições acima citadas (estima-se, com base em levantamentos anteriores, que sejam mais de dez mil laboratórios). Algumas destas organizações também realizam ensaios de proficiência e produzem materiais de referência.

De qualquer forma, o número total de laboratórios, provedores de ensaios de proficiência e produtores de materiais de referência acreditados ou que são submetidos a algum tipo de avaliação de sua competência é ainda pequeno para o atendimento da demanda nacional, devendo haver um grande esforço para aumentar esse número, utilizando-se essa ampla estrutura de redes de modo integrado e harmônico.

8.3. Diretrizes Estratégicas para a Confiabilidade das Medições

- i. ampliar a infraestrutura laboratorial, de provedores de ensaios de proficiência e produtores de materiais de referência na dimensão regional e setorial, com serviços de reconhecida competência, visando a atender à demanda;
- ii. aprimorar a qualidade e a competitividade dos serviços prestados e a excelência no atendimento ao cliente, segundo padrões internacionais;
- iii. manter uma constante harmonização entre as medições realizadas no País e aquelas realizadas no exterior;
- iv. estimular a utilização dos laboratórios prestadores de serviços metrológicos que tenham a competência técnica reconhecida.
- v. expandir e orientar o desenvolvimento dos laboratórios de calibração e de ensaio, tendo em vista o atendimento às demandas dos setores sócio-econômicos, às novas áreas da metrologia e às regiões mais carentes de serviços metrológicos;
- vi. expandir e orientar o desenvolvimento de provedores de ensaios de proficiência e produtores de materiais de referência tendo em vista o atendimento às demandas dos setores sócio-econômicos.
- vii. realizar de modo contínuo estudos de demanda e oferta de serviços metrológicos;
- viii. compor uma base de dados, de âmbito nacional, dos laboratórios metrológicos;
- ix. estimular os laboratórios do País a adotar práticas condizentes com as normas técnicas brasileiras e internacionais;
- x. conscientizar as entidades de classe e governamentais, agências reguladoras, empresas, técnicos e auditores, para os benefícios advindos da utilização dos serviços de laboratórios com reconhecida competência técnica;
- xi. criar mecanismos de incentivo a laboratórios, produtores de materiais de referência e provedores de ensaios de proficiência não acreditados para buscarem a acreditação pela Coordenação Geral de Acreditação (Cgcre) do Inmetro;

- xii. promover e articular políticas públicas que incentivem a demanda por serviços de laboratórios, produtores de materiais de referência e provedores de ensaios de proficiência acreditados, especialmente a sua divulgação e a sua promoção;
- xiii. apoiar as Redes Metrológicas Estaduais tendo como contrapartida destas o compromisso de estimular e auxiliar os laboratórios a se acreditarem junto à Coordenação Geral de Acreditação (Cgcre) do Inmetro;
- xiv. apoiar os laboratórios, produtores de materiais de referência e provedores de ensaios de proficiência no sentido de identificar as demandas e capacitá-los a captar recursos junto aos fundos setoriais e agências de fomento para melhoria da capacitação e da infraestrutura laboratorial;
- xv. sensibilizar os organismos de fomento de âmbito nacional e estadual e instituições municipais a apoiar projetos voltados para capacitação e infraestrutura de laboratórios de ensaios e de calibração, de provedores de ensaio de proficiência e de produtores de materiais de referência;
- xvi. incentivar a implantação de programas de ensaios de proficiência e a sua acreditação pela Coordenação Geral de Acreditação (Cgcre) do Inmetro;
- xvii. incrementar a participação de laboratórios do País em programas de comparação e ensaios de proficiência nacionais, regionais e internacionais;
- xviii. apoiar e facilitar o esforço nacional para a normalização;
- xix. conduzir as atividades de reconhecimento da competência técnica de laboratórios, produtores de materiais de referência e provedores de ensaios de proficiência de forma alinhada com as práticas internacionais e levando-se em consideração as especificidades geopolíticas nacionais;
- xx. apoiar os comitês do Conmetro, bem como seus respectivos subcomitês, no âmbito do Programa Brasileiro de Avaliação da Conformidade (PBAC);
- xxi. incentivar a produção e a certificação de materiais de referência, e a sua acreditação pela Coordenação Geral de Acreditação (Cgcre) do Inmetro.

9. METROLOGIA E MEIO AMBIENTE

9.1. Metrologia e Sustentabilidade

O mundo atravessa um momento onde situações que geram fortes dúvidas sobre o futuro são fatos presentes em nosso cotidiano. Estão associadas a aspectos sociais, econômicos e ambientais que desestabilizam não apenas regimes locais ou regionais, mas podem comprometer o próprio futuro do que hoje entendemos como civilização.

Encontrar soluções adequadas para estas situações é poder vislumbrar um mundo onde todos tenham plenamente atendidas suas atuais necessidades sociais, econômicas e ambientais.

No entanto, é importante que ao resolver os problemas do presente não se comprometa a habilidade das futuras gerações de definirem seus próprios caminhos e prioridades. Este é o conceito de sustentabilidade, cujos benefícios do Desenvolvimento Sustentável são hoje metas de todas as sociedades.

A definição mais adotada para Desenvolvimento Sustentável é “o desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a habilidade de gerações futuras em atender às suas necessidades” (“Nosso Futuro Comum” – Gro Harlem Brundtland - Brundtland UN-Report, 1987). São consideradas três esferas interdependentes e mutuamente reforçadoras: a ambiental, a econômica e a sócio- política, cuja interseção constitui os “três eixos” (Triple Bottom Line, TBL), os denominados “três pilares” do desenvolvimento sustentável: o desenvolvimento econômico, o desenvolvimento social e a proteção ambiental.

Medir sustentabilidade envolve rastrear informações de indivíduos, organizações, governos, por meio do que se denominam Métricas de Sustentabilidade, metodologias que medem os benefícios obtidos pela adoção da sustentabilidade. A grande dificuldade que se apresenta é que, no momento, não existe uma metodologia padrão capaz de medir com sucesso a intersecção das três esferas, possibilitando a comparação entre resultados obtidos por metodologias diferentes. Logo, restringe-se o uso e a aceitação das métricas de sustentabilidade como um critério para medir a sustentabilidade de um produto ou de um processo.

Embora seja possível estabelecer padrões independentes para aferir impactos devido a ações de caráter social, econômico e ambiental, pois, medições associadas a essas esferas podem ser realizadas e incorporadas à definição do padrão, o problema está em entender o peso relativo de cada uma dessas ações na sustentabilidade do produto.

Portanto, se do ponto de vista estritamente metrológico mesmo que não se estabeleça um padrão para sustentabilidade, pois o requisito básico de um padrão é ser mensurável, é possível avançar na questão da sustentabilidade por meio da elaboração de padrões, normas e regulamentos referentes ao meio ambiente.

9.2. Metrologia para o Meio Ambiente

As questões relativas à proteção ambiental aparecem como um dos temas mais relevantes deste século, especialmente, devido às dúvidas que se colocam sobre os impactos da ação do homem sobre o meio ambiente. Do ponto de vista histórico, o debate sobre sustentabilidade ganhou visibilidade internacional devido às implicações que a ação do homem sobre o meio ambiente, em particular os diferentes cenários associados às mudanças climáticas, podem resultar sobre o futuro de nossa civilização.

Hoje, é sabido que as emissões de origem antropogênica contribuem para o aumento dos Gases do Efeito Estufa (GEE) na atmosfera e, portanto, são um fator importante na compreensão dos possíveis cenários das mudanças climáticas. No entanto, uma avaliação mais precisa e confiável destes cenários enfrenta uma série de desafios, onde as medições e, portanto, a metrologia tem importância fundamental.

Políticas e programas de proteção ambiental incorporadas à agenda nacional têm na infraestrutura brasileira de regulamentos e normas técnicas, avaliação da conformidade, acreditação e metrologia, os instrumentos e as alianças necessárias para alicerçar sua implementação e reconhecimento.

Regulamentos e normas técnicas exprimem formalmente o que uma sociedade deseja implantar; exercem importante papel na promoção da segurança, qualidade e compatibilidade técnica, proteção de consumidores e meio-ambiente e, com a globalização dos mercados, tornou-se crítica para o comércio internacional. Os procedimentos de avaliação da conformidade, ensaios, inspeções e certificações, demonstram à sociedade que os produtos, processos e serviços satisfazem às suas exigências expressas em requisitos dos regulamentos e das normas.

A acreditação reconhece competência de quem executa os procedimentos de avaliação da conformidade. A metrologia, ciência das medições e dos padrões, fornece o indispensável ferramental. Esses instrumentos são cada vez mais úteis para lidar com questões de otimização da produção, condições de saúde e segurança, de proteção do consumidor, de preservação do meio-ambiente e da qualidade. Desenvolvidos e implantados de forma sólida apóiam a promoção do desenvolvimento sustentável, o bem-estar e a facilitação do comércio.

Em meio às crescentes preocupações com a escassez de recursos naturais e ao aumento da geração de resíduos é cada vez mais importante a aplicação de ferramentas, de políticas e de metodologias que reduzam os impactos ambientais negativos das atividades produtivas e promovam os padrões de consumo ambientalmente conscientes.

Uma das ferramentas utilizadas para apoiar as políticas de sustentabilidade, é a Avaliação do Ciclo de Vida de produtos, processos e serviços. A ACV é um instrumento de gestão ambiental que permite às organizações entenderem as incidências ambientais dos materiais, dos processos e dos produtos, podendo a informação obtida conduzir ao desenvolvimento de novos produtos e à detecção de melhorias a serem aplicadas, além de formular estratégias comerciais específicas. Segundo definição da UNEP/SETAC, ACV é um processo para avaliar as cargas ambientais associadas a um produto, processo ou atividade, através da identificação e quantificação de energia e materiais usados e resíduos liberados.

Medições confiáveis são essenciais para garantir aspectos requeridos para um desenvolvimento sustentável. Na vertente ambiental, por exemplo, a proteção ambiental passa pelo cumprimento de limites poluentes pré-estabelecidos no ar, água e solo e, conseqüentemente, em medições químicas acuradas.

Medições acuradas são fundamentais para serem utilizadas nas bases de dados de modelagens computacionais que são basicamente os instrumentos disponíveis para projetar os cenários futuros de mudanças climáticas. Devido à natureza do problema climático, estas modelagens envolvem sistemas caóticos, não lineares, que dependem fortemente das condições iniciais e de contorno, ou seja, da base de dados utilizada. Pequenas diferenças nestas condições podem levar a resultados completamente diferentes. A metrologia tem uma contribuição fundamental a dar nesta área reduzindo as incertezas nas projeções dos diferentes modelos.

Outro aspecto a ser considerado é que, para colocar muitos de seus produtos de forma competitiva no mercado internacional, o Brasil terá que se preparar para avaliar, prever e responder adequadamente sobre os impactos sócio-ambientais. É fato que as tradicionais barreiras tarifárias estão sendo substituídas por novos mecanismos protecionistas, entre os quais se destacam as barreiras não tarifárias ambientais.

Tendo em vista a importância global do tema, o Brasil deve -se estruturar para responder às demandas e aos desafios que surgem neste setor e estabelecer ações estratégicas da Metrologia para o Meio Ambiente.

9.3. Diretrizes Estratégicas

- i. apoiar iniciativas que visem estabelecer métodos e procedimentos para garantir exatidão nas medições das emissões e concentrações de poluentes no ar, na água e solo;
- ii. incentivar a produção e o uso de Materiais de Referência Certificados (MRC);
- iii. estabelecer parcerias, nacionais e internacionais, no tema de emissões de GEE, para (a) estudar, definir e harmonizar procedimentos e métodos para medições, verificação e quantificação de fontes e sumidouros de GEE; (b) desenvolver padrões e procedimentos visando harmonizar internacionalmente as avaliações de emissões de GEE; (c) expandir a base científica necessária para atuar na área de medições e de modelagem de GEE e estabelecer procedimentos para melhor compreender as fontes e sumidouros no Brasil;
- iv. apoiar a implantação do Programa Brasileiro de Avaliação do Ciclo de Vida (PBACV), especialmente na elaboração dos inventários e nos estudos que auxiliem na identificação das principais categorias de impactos ambientais para o Brasil

10. A EDUCAÇÃO EM METROLOGIA

10.1. Contexto

A educação de qualidade em todos os níveis é um fator fundamental para o desenvolvimento e o principal mecanismo de redução permanente da desigualdade social. Atualmente existe consenso de que o investimento permanente na formação de cidadãos, além de um elemento chave para a melhoria das condições de vida da população em geral, é fundamental para o crescimento da nação. As novas tecnologias e os desafios de um mercado globalizado altamente competitivo conferem um relevante papel à educação, e em particular à educação profissional, que pode ser considerada estratégica para a Inovação e competitividade na nova ordem econômica mundial.

É necessário frisar que o desenvolvimento industrial, a melhoria da qualidade de nossos processos e produtos e o aumento da competitividade exigirão profissionais com boa formação em metrologia e avaliação da conformidade. A sociedade empresarial tem demandado capacitações específicas, de modo a atender aos requisitos exigidos pela competitividade.

Contudo, em muitas das áreas de formação profissional, ainda há uma carência clara de conceitos fundamentais de metrologia. Profissionais não afeitos à área metrológica, como profissionais das áreas da saúde e ambientais, técnicos de laboratórios e dos setores industriais, entre outros, necessitam cada vez mais lidar com equipamentos e instrumentos sofisticados, de alta tecnologia, em situações em que os processos de medição e as grandezas medidas devem ser bem conhecidos, interpretados, analisados e tratados no sentido de refletirem valores confiáveis, muitas vezes com grande impacto na saúde, segurança e meio ambiente. Mesmo nas ciências físicas e engenharia são realizadas medições em que se utilizam normas e regulamentos técnicos que necessitam da compreensão adequada do processo de medição, bem como expressão correta dos resultados e das incertezas associadas.

É nesse contexto que a ampliação e disseminação de informações acerca dos princípios de metrologia, barreiras técnicas, avaliação da conformidade e normalização para a população em geral poderá proporcionar à sociedade conhecimentos técnicos que auxiliem o cidadão a conhecer os seus direitos e melhorar sua qualidade de vida.

Em relação à Formação e Qualificação Profissional, está claro que a demanda por mão de obra qualificada, oriundos de cursos técnicos e profissionalizantes em todos os níveis, cresce a taxas superiores à do crescimento da economia. Além disso, o perfil da formação profissional precisa adequar-se às necessidades de crescimento baseado na inovação.

A importância e o apoio do governo ao ensino profissional tem sido asseverado em diversas ações, entre elas o Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE), o Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego (Pronatec), o Plano Nacional de Educação (PNE), e o Plano Brasil Maior, que enfatizam como uma das principais metas do governo o apoio e o aumento de oferta de educação profissional. Cabe destacar, em relação aos programas do governo de formação tecnológica e profissionalizante, a lei que criou o Pronatec, que realça a formação profissional de jovens e adultos como um dos pilares para o desenvolvimento do País, acesso à renda e fortalecimento do mercado interno e da indústria nacional.

O Plano Nacional de Educação para o decênio 2011-2020 (PNE - 2011/2020) tem diversas metas e estratégias voltadas para a expansão do ensino profissionalizante no País, como a expansão da oferta de matrículas na educação profissional técnica, que se alinham completamente com os cursos técnicos de metrologia e de biotecnologia ofertados pelo Inmetro.

Considerando o atual contexto, as ações no campo da educação, particularmente nas áreas de metrologia e avaliação da conformidade, realizadas ou apoiadas pelo Inmetro, devem partir de alguns pressupostos básicos, inerentes às suas características como Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia, descritas ao longo deste documento:

- ✓ a consolidação do Inmetro como uma instituição de ensino, em consonância com a Lei nº 12.545, de 14 de dezembro de 2011, que reformulou as atribuições do Inmetro, exigindo da Instituição um papel de fundamental importância na pesquisa e produção de conhecimento em metrologia e qualidade, contribuindo para a formação de profissionais especializados em metrologia;
- ✓ o Inmetro deve atuar na formação de profissionais que possam contribuir significativamente para a continuidade do crescimento da economia e para as exportações das indústrias brasileiras; deve ter papel central na introdução de conceitos básicos de metrologia na formação profissional, seja na educação formal, em seus diversos níveis, seja na educação continuada, formando profissionais altamente qualificados para atender à demanda por estes profissionais, entre outros, nas indústrias, universidades, laboratórios acreditados, laboratórios atuantes junto aos órgãos reguladores;
- ✓ a consolidação do Inmetro para o efetivo exercício de suas funções e para garantia de capacidade de resposta à dinâmica da produção de ciência e tecnologia, com o desenvolvimento de novos processos e equipamentos, requer política permanente de capacitação de seus servidores, bem como dos profissionais envolvidos em suas atividades finalísticas.

10.2. Diretrizes estratégicas

Além da continuidade das ações em curso na esfera da educação, nos diversos campos da metrologia já explicitados neste documento, notadamente nas metas especificadas nas áreas estratégicas específicas, as diretrizes estratégicas para a consolidação e desenvolvimento de uma educação e cultura metrológicas no Brasil, no período 2013 - 2017, incluem:

- i. intensificar os programas para inserção de conteúdos de metrologia nas disciplinas dos cursos de nível superior e profissionalizantes;
- ii. promover e estimular a produção e publicação de literatura, incluindo livros didáticos, teses, estudos e pesquisas no âmbito da metrologia;
- iii. promover uma política de apoio e incentivo à realização de cursos especializados, congressos, seminários, workshops e outros eventos de capacitação em metrologia, incluindo a consolidação e expansão dos eventos nacionais e internacionais de metrologia já existentes;
- iv. promover, estimular e realizar programas e ações para conscientização e sensibilização dos poderes públicos, setores produtivos de ensino, consumidores e população em geral, sobre os aspectos estratégicos associados à metrologia legal;
- v. estimular a mobilização nas associações técnicas e científicas, bem como entidades de classe, para a difusão da cultura metrológica e da normalização técnica junto aos seus associados;
- vi. ampliar e aprimorar os programas de capacitação de recursos humanos para as operações e administração da metrologia legal, especialmente para os integrantes da RBMLQ-I e Redes Metrológicas Estaduais, bem como criar mecanismos para multiplicar o número de auditores e avaliadores qualificados no Brasil;
- vii. consolidar e expandir os programas de ensino técnico profissional e de Pós-Graduação do Inmetro, expandindo a oferta à sociedade de cursos relacionados à Metrologia, Qualidade e Tecnologia;
- viii. apoiar e incentivar a implantação de escolas e de cursos técnicos profissionalizantes de nível médio em todas as regiões do Brasil, em consonância com o Programa Pronatec, voltados para as áreas de metrologia, qualidade e avaliação da conformidade;
- ix. consolidar o Programa de Residência Tecnológica em Metrologia Legal, que abrange ações de capacitação de docentes e realização de cursos de especialização em Metrologia Legal, visando formar profissionais para atuarem nos Institutos Estaduais de Pesos e Medidas (IPEM);
- x. implementar programas para formação e certificação de pessoas com competências necessárias para exercer as funções de técnicos, especialistas e agentes em metrologia e avaliação da conformidade (qualidade).

11. METROLOGIA PARA APOIO À INOVAÇÃO

Mudanças tecnológicas cada vez mais rápidas têm obrigado países como o Brasil a realizar enorme esforço para avançar na geração e utilização do conhecimento técnico-científico, a partir da criação de capacidades e competências em áreas estratégicas. Por isso é fundamental que o avanço da indústria brasileira se apoie, sobretudo, no desenvolvimento científico e tecnológico endógeno e em sua incorporação crescente ao processo produtivo, diferenciando-se competitivamente por meio de inovações.

Estas inovações se referem à introdução de novidade ou aperfeiçoamento no ambiente produtivo ou social que resulte em novos processos, produtos, serviços, bem como em ganho de qualidade ou produtividade em processos, produtos ou serviços já existentes, visando a ampliar a competitividade no mercado.

Nos últimos anos muito se avançou na construção de um ambiente favorável à inovação no País e ajustes têm sido feitos nos mecanismos de apoio empresarial e as questões de inovação têm constituído pauta da agenda empresarial, dentro de uma estratégia competitiva.

Dentre os esforços públicos para a consolidação da cultura da inovação, se destaca o Plano Brasil Maior, política industrial, tecnológica e de comércio exterior do Brasil para o período de 2011 a 2014 que tem como foco a inovação e o adensamento produtivo do parque industrial brasileiro, objetivando ganhos sustentados da produtividade do trabalho.

O Plano tem como principais diretrizes o aumento da competitividade das empresas brasileiras, por meio da revisão dos procedimentos de Tecnologia Industrial Básica (TIB), e a criação de novas competências tecnológicas e de negócios, por meio do incentivo a atividades e empresas com potencial para ingressar em mercados dinâmicos e com elevadas oportunidades tecnológicas.

Um dos pilares do Plano Brasil Maior é a realização de investimento em inovação produtiva com o intuito de superar as defasagens tecnológicas observadas na indústria brasileira. Nesse esforço de apoio à inovação nas empresas, a metrologia tem papel estruturante, pois a infraestrutura laboratorial metrológica existente, organizada em suas diversas redes como ofertantes de serviços metrológicos, com a qualidade exigida pelo mercado, pode contribuir para o setor empresarial reduzindo custo e tempo do desenvolvimento e avaliação das inovações.

Hoje, o Sistema Brasileiro de Metrologia conta com um Inmetro forte, competente e respeitado, bem como com diversas redes, estaduais e temáticas, que asseguram uma oferta de serviços metrológicos os quais, embora havendo carências setoriais e espaciais, possuem plenas condições para apoiar, de forma eficaz, o setor produtivo, agilizando os processos de inovação nas empresas, além de validar etapas do processo de desenvolvimento e minimizar riscos para as empresas.

Para isso é fundamental compreender as reais necessidades do setor produtivo, de forma a permitir a construção de políticas e instrumentos públicos de apoio efetivo à competitividade do setor produtivo brasileiro.

No esforço de potencializar a inovação nas empresas, o Sistema Brasileiro de Metrologia deve contribuir da seguinte forma:

1. conhecer adequadamente a demanda empresarial por ensaios, calibrações e materiais de referência certificados, e sua distribuição geográfica e setorial;
2. avaliar, dentro dos preceitos de resultado, os investimentos e os serviços do Sistema Brasileiro de Metrologia;
3. prospectar e desenvolver novas tecnologias no campo metrológico, buscando a disseminação do conhecimento para a sociedade;
4. oferecer ambiente de negócio propício ao desenvolvimento de novos empreendimentos tecnológicos, por meio de Incubadoras e Parques Tecnológicos;

5. colaborar na atração de investimento externo e instalação de centros e projetos de P&D de empresas estrangeiras no País a partir dos Parques Tecnológicos;
6. organizar as redes de laboratórios metrológicos para atender de forma adequada às demandas empresariais, do ponto de vista dos desafios tecnológicos, de informação/comunicação, da qualidade dos serviços, dos custos, entre outros aspectos;
7. ampliar a disseminação de informações sobre o potencial prestador de serviços metrológicos do Sistema Brasileiro de Metrologia.

11.1. Diretrizes Estratégicas

- i. desenvolvimento de materiais de referência para a indústria em áreas estratégicas, segundo o Plano Brasil Maior;
 - ii. desenvolvimento de pesquisas para geração de novas tecnologias buscando a transferência deste conhecimento para empresas interessadas;
 - iii. promoção de eventos com objetivo de compartilhar experiências e encontrar soluções tecnológicas em conjunto com a indústria;
 - iv. promoção de painéis setoriais, visando aproximar os pesquisadores do Instituto da indústria;
 - v. incubação de projetos tecnológicos para o desenvolver tecnologias com o auxílio dos laboratórios do Instituto;
 - vi. implantação do Parque Tecnológico do Inmetro, *lócus* para o desenvolvimento colaborativo de P&D entre setor público e privado;
 - vii. ampliar esforços de intercomparação e ensaios de proficiência entre laboratórios;
 - viii. complementar e fortalecer a capacidade laboratorial metrológica de forma a atender às demandas do setor produtivo, observando as especificidades setoriais e territoriais;
 - ix. construir mecanismos para as empresas de menor porte disporem de acesso e uso de serviços metrológicos;
 - x. ampliar a capacitação e qualificação de profissionais para atuar nas questões metrológicas nos laboratórios, redes e empresas;
-

SIGNIFICADO DAS SIGLAS USADAS NESTE DOCUMENTO

Sigla	Significado
ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AEB	Agência Espacial Brasileira
ANA	Agência Nacional de Águas
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações
ANEEL	Agência Nacional de energia Elétrica
ANFAVEA	Associação Nacional de Fabricantes de Veículos Automotores
ANP	Agência Nacional do Petróleo
ANS	Agência Nacional de Saúde
ANTAQ	Agência Nacional de Transportes Aquaviários
ANTT	Agência Nacional de Transportes Terrestres
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
BAM	Bundesanstalt für Materialforschung und – prüfung (da Alemanha)
BIPM	Bureau Internacional de Pesos e Medidas
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BNM	Bureau Nacional de Metrologia
CBAC	Comitê Brasileiro de Avaliação da Conformidade
CBM	Comitê Brasileiro de Metrologia
CCQM	Comitê Consultivo de Quantidade de Substância
CMED	Câmara de Regulação do Mercado de Medicamentos
CENAM	Centro Nacional de Metrologia (do México)
CGPM	Conferência Geral de Pesos e Medidas
CIML	Comitê Internacional de Metrologia Legal (do OIML)
CIPM	Comitê Internacional de Pesos e Medidas (do BIPM)
CNEN	Comissão Nacional de Energia Nuclear
CNI	Confederação Nacional da Indústria
DGKC	Deutscher Gesellschaft für Klinische Chemie (da Alemanha)
DKD	Deutscher Kalibrierdienst (da Alemanha)
DSHO	Divisão Serviço da Hora (do Observatório Nacional)
EAD	Ensino a distância
ENTIB	Escola Nacional de Tecnologia Industrial Básica
FINAME	Financiamento de Máquinas e Equipamentos (do BNDES)
GATS	Acordo Geral de Comércio e Serviços (<i>General Agreement on Trade in Service</i>)
HLB	Hora Legal Brasileira
IEC	International Electrotechnical Commission
ILAC	International Laboratory Accreditation Cooperation

INM	Instituto Nacional de Metrologia
IPEM	Instituto de Pesos e Medidas
IRD	Instituto de Radioproteção e Dosimetria (da CNEN)
ISSO	International Organization for Standardization
LGC	Laboratory of the Government Chemist
LNE	Laboratoire National de Métrologie et d'Essais (da França)
LNMRI	Laboratório Nacional de Metrologia das Radiações Ionizantes (do IRD)
LPTF	Laboratório Primário de Tempo e Frequência (do ON)
MAA	Mutual Acceptance Arrangement (no âmbito da OIML)
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
MEC	Ministério da Educação
MEP	Manufacturing Extension Partnership (Programa do NISDT)
MESURA	Nome de um programa específico do CENAM, do México
MPE	Micro e pequena empresa
MRA	Mutual Recognition Arrangement (do CIPM)
MRC	Material de referência certificado
MS	Ministério da Saúde
NBR	Norma Brasileira (Norma Técnica Brasileira, da ABNT)
NEL	National Engineering Laboratory (dos Estados Unidos)
NIST	National Institute of Standards and Technology (dos Estados Unidos)
NPL	National Physical Laboratory (do Reino Unido)
NWML	National Weights & Measures Laboratory (dos Estados Unidos)
OCDE	Organismo de Certificação Designado (na área da ANATEL)
OIML	Organização Internacional de Metrologia Legal
OMC	Organização Mundial do Comércio
ON	Observatório Nacional (do Rio de Janeiro)
PAC	Programa de Aceleração do Desenvolvimento (do Governo)
PACTI	Plano de Ação de Ciência, Tecnologia e Inovação (do MCT)
PBAC	Programa Brasileiro de Avaliação da Conformidade
PDE	Plano de Desenvolvimento da Educação (do MEC)
PDP	Política de Desenvolvimento Produtivo
PIB	Produto Interno Bruto
PITCE	Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior
PNAE	Programa Nacional de Atividades Espaciais (da AEB)
PNQ	Plano Nacional de qualificação
PROMINP	Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás Natural
PTB	Physikalisch-Technische Bundes anstalt
RBMLQ-I	Rede Brasileira de Metrologia Legal e Qualidade - Inmetro
REBLAS	Rede Brasileira de Laboratórios Analíticos em Saúde.
SAC	Serviço de Atendimento ao Cliente

SBM	Sociedade Brasileira de Metrologia
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SESI	Serviço Social da Indústria
SI	Sistema Internacional de Unidades
SIBRATEC	Sistema Brasileiro de Tecnologia
SIM	Sistema Interamericano de Metrologia
SISMETRA	Sistema de Metrologia Aeroespacial
SPEA	Strategic Planning and Economic Analysis (do NIST)
TIB	Tecnologia Industrial Básica
TIP	Technology Innovation Program (Programa do NIST)
UBA	Umweltbundesamt (da Alemanha)
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
VIM	Vocabulário Internacional de Metrologia – Conceitos Fundamentais e Gerais e Termos Associados