

Inmetro

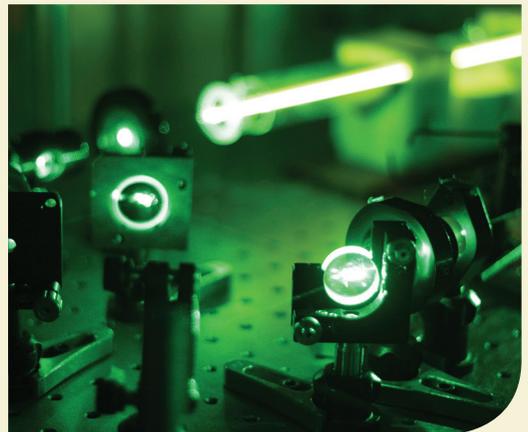
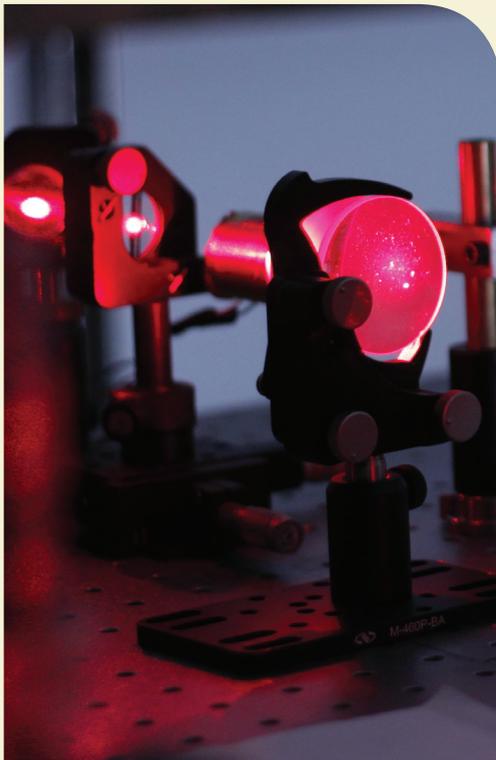
Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

Diretoria de Metrologia Científica e Industrial – Dimci

Divisão de Metrologia Óptica – Diopt



Metrologia Óptica



Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – Inmetro

O Inmetro é uma autarquia federal, vinculada ao Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC). Criado em 1973 como órgão executivo central do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Sinmetro), tem sede legal em Brasília (DF) e campus laboratorial em Xerém, distrito de Duque de Caxias (RJ).

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.

Visão

Órgão de Estado fundamental e estratégico ao desenvolvimento socioeconômico do Brasil, pela relevância e qualidade dos seus serviços, pelo apoio à inovação, por sua excelência técnica, científica e de gestão, com amplo reconhecimento nacional e internacional.



Diretoria de Metrologia Científica e Industrial

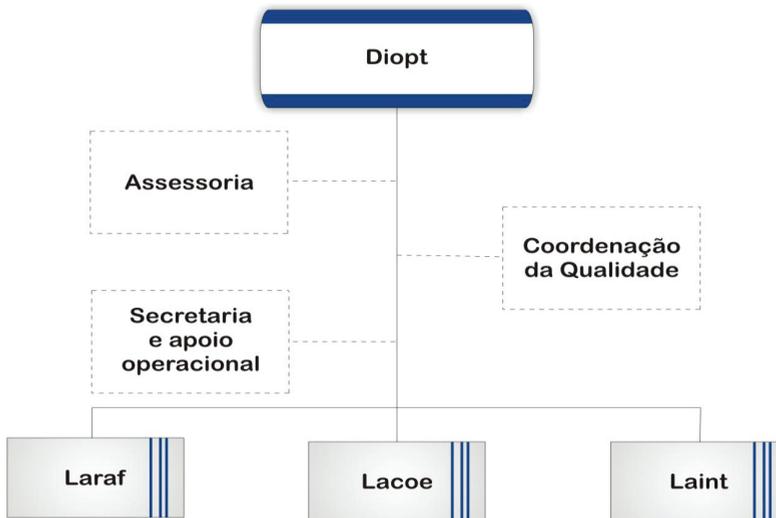
A Diretoria de Metrologia Científica e Industrial é uma das diretorias do Inmetro e entre as suas competências regimentais, descritas na Portaria Inmetro no 165 de 02 de abril de 2013, sete são executadas pelas divisões:

- realizar ou reproduzir as unidades de medida, bem como manter e conservar os padrões metrológicos nacionais;
- disseminar as unidades do Sistema Internacional de Unidades - SI, os seus múltiplos e submúltiplos, por intermédio de metodologias metrológicas adequadas;
- conservar os padrões das unidades de medida, implantar e manter a cadeia de rastreabilidade dos padrões metrológicos dos diversos laboratórios do País, referenciada aos padrões internacionais;
- participar dos foros internacionais e regionais relacionados às atividades de metrologia científica e industrial, bem como representar o Brasil no Bureau International des Poids et Mesures (BIPM) e em outras instâncias internacionais de metrologia;
- desenvolver pesquisas científicas e tecnológicas relativas à metrologia e áreas correlatas;
- prestar serviços de natureza metrológica;
- disseminar conhecimentos de metrologia para a sociedade, através de cursos, publicação de material instrucional, metodologias e apresentação de trabalhos em eventos técnicos e científicos.



Divisão de Metrologia Óptica (Diopt)

A Diopt ocupa o prédio 4 do campus laboratorial do Inmetro, com instalações físicas que atendem às exigências de normas internacionais para isolamento antivibratório, acústico, eletromagnético e de interferência mecânica. A Diopt é composta por três laboratórios, chamados Laboratório de Interferometria (Laint), Laboratório de Radiometria e Fotometria (Laraf) e Laboratório de Colorimetria e Espectrofotometria (Lacoe), e uma secretaria para apoio administrativo. A estrutura organizacional da Diopt inclui os setores não regulamentados de Coordenação da Qualidade, Assessoria, Secretaria e Apoio Operacional.



Atividades da Divisão de Metrologia Óptica:



Realizar, reproduzir e disseminar as unidades de medidas relacionadas às grandezas radiométricas, fotométricas e à grandeza comprimento;

O que é realizar uma unidade de medida?

Há três procedimentos de “realização”. O primeiro, a realização *stricto sensu*, é a realização física da unidade de medida a partir da sua definição. O segundo, chamado “reprodução”, consiste, não em realizar a unidade a partir da sua definição, mas em construir um padrão altamente reprodutível baseado num fenômeno físico, por exemplo, o emprego de lasers estabilizados em frequência para construir um padrão do metro. O terceiro procedimento, chamado “adoção”, consiste em adotar uma medida materializada como padrão. (VIM, 2012, p. 46, nota 3)

O que é Unidade de Medida (ou Unidade)?

Grandeza escalar real, definida e adotada por convenção, com a qual qualquer outra grandeza da mesma natureza pode ser comparada para expressar, na forma dum número, a razão entre as duas grandezas. (VIM, 2012, p. 6). As unidades de medida são designadas por nomes e símbolos atribuídos por convenção. (VIM, 2012, p. 6, Nota 1)

O que é Grandeza?

Propriedade dum fenômeno dum corpo ou duma substância, que pode ser expressa quantitativamente sob a forma dum número e duma referência. (VIM, 2012, p. 2)

A referência pode ser uma unidade de medida, um procedimento de medição, um material de referência ou uma combinação destes. (VIM, 2012, p. 2, Nota 2)

Quais são as unidades de medidas e as grandezas sob responsabilidade da Divisão de Metrologia Óptica?

GRANDEZA		UNIDADE	
NOME	SÍMBOLO	NOME	SÍMBOLO
Intensidade Luminosa	I_v	candela	cd
Fluxo Luminoso	Φ_v	lúmen	lm
Responsividade em Iluminância	S_v	ampere por lux	A/lx
Iluminância	E_v	lux	lx
Luminância	L_v	candela por metro quadrado	cd/m ²
Planeza	-	metro	m
Comprimento	l	metro	m
Transmitância	τ	-	-
Absorbância	A	-	-
Comprimento de Onda	λ	metro	m
Responsividade Espectral	S_λ	ampere por watt	A/W
Temperatura de cor	T_c	kelvin	K
Fluxo Radiante	Φ_e	watt	W
Radiância	L_e	watt por metro quadrado esferorradiano	W/(m ² sr)
Irradiância	E_e	watt por metro quadrado	W/m ²
Irradiância Espectral	$E_{e,\lambda}$	watt por metro quadrado por nanometro	W/m ² nm
Radiância Espectral	$L_{e,\lambda}$	watt por metro quadrado por esferorradiano por nanometro	W/m ² srnm
Coordenadas de Cromaticidade	$xy, u'v'$	-	-
Temperatura de Cor Correlata	TCC	kelvin	K
Índice de Reprodução de Cor	R_a	-	-
Fator de Radiância	β	-	-
Refletância	ρ	-	-
Frequência Óptica	ν	hertz	Hz

2

Manter e conservar os padrões de medição nacionais que se acham sob sua responsabilidade:

O que é padrão de medição nacional?

É o padrão de medição reconhecido por uma entidade nacional para servir dentro dum Estado ou economia, como base para atribuir valores a outros padrões de medição de grandezas da mesma natureza. (VIM, 2012, p. 47)

Padrão de medição é a realização da definição duma dada grandeza, com um valor determinado e uma incerteza de medição associada. (VIM, 2012, p. 45)

Quais são os padrões de medição nacionais sob responsabilidade da Divisão de Metrologia Óptica?

Grandeza	Padrão de Medição Nacional
Comprimento	Laser estabilizado de HeNe / $^{127}\text{I}_2$
Intensidade Luminosa	Radiômetro criogênico

3

Garantir a rastreabilidade das medições.

O que é rastreabilidade metrológica (ou rastreabilidade)?

Propriedade dum resultado de medição pela qual tal resultado pode ser relacionado a uma referência através duma cadeia ininterrupta e documentada de calibrações, cada uma contribuindo para a incerteza de medição. (VIM, 2012, p. 28)

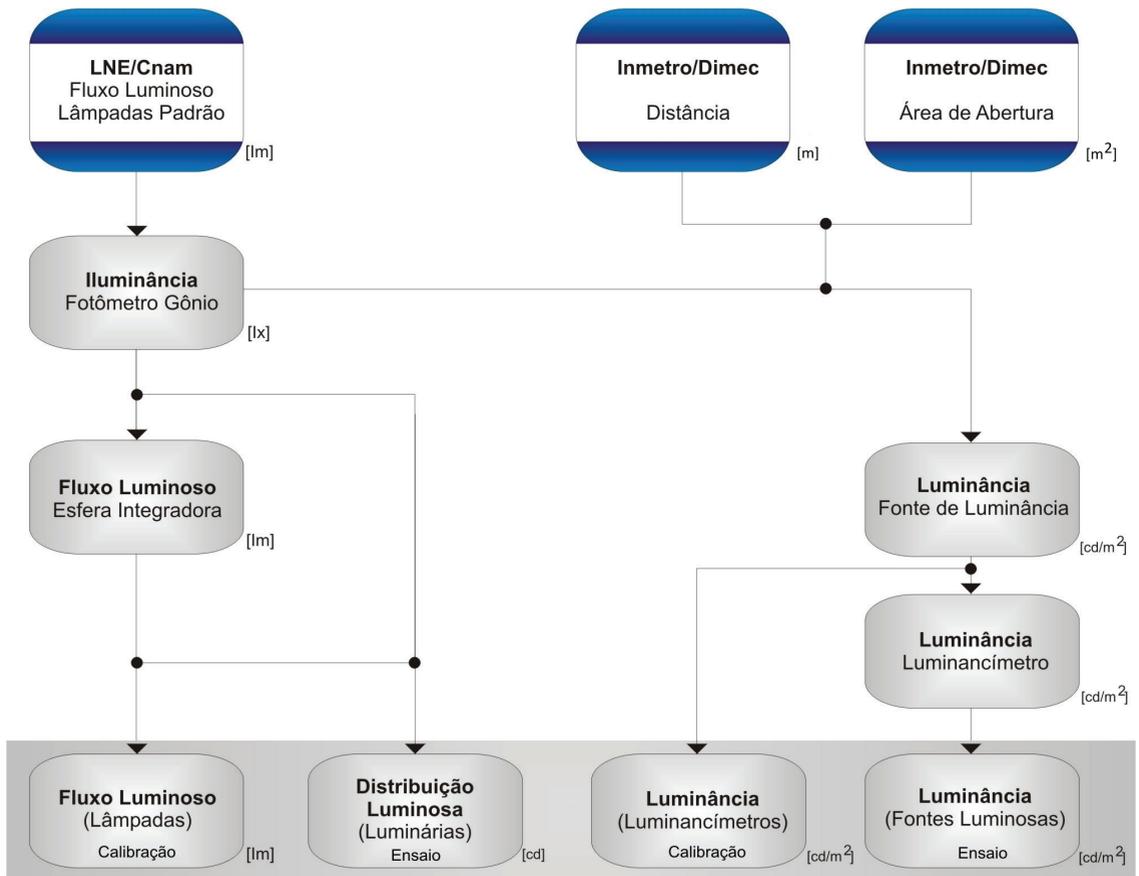
Para esta definição, a “referência” pode ser uma definição duma unidade de medida por meio de sua realização prática, ou um procedimento de medição que inclui a unidade de medida para uma grandeza não-ordinal, ou um padrão. (VIM, 2012, Nota 1)

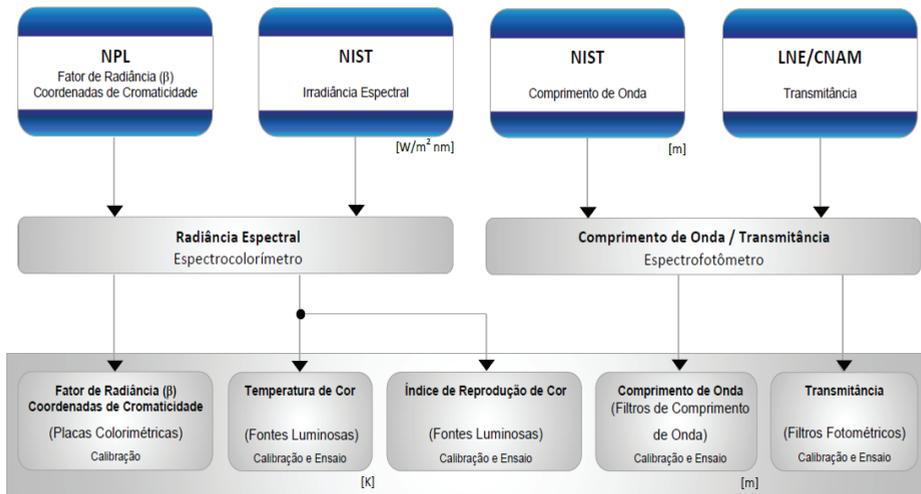
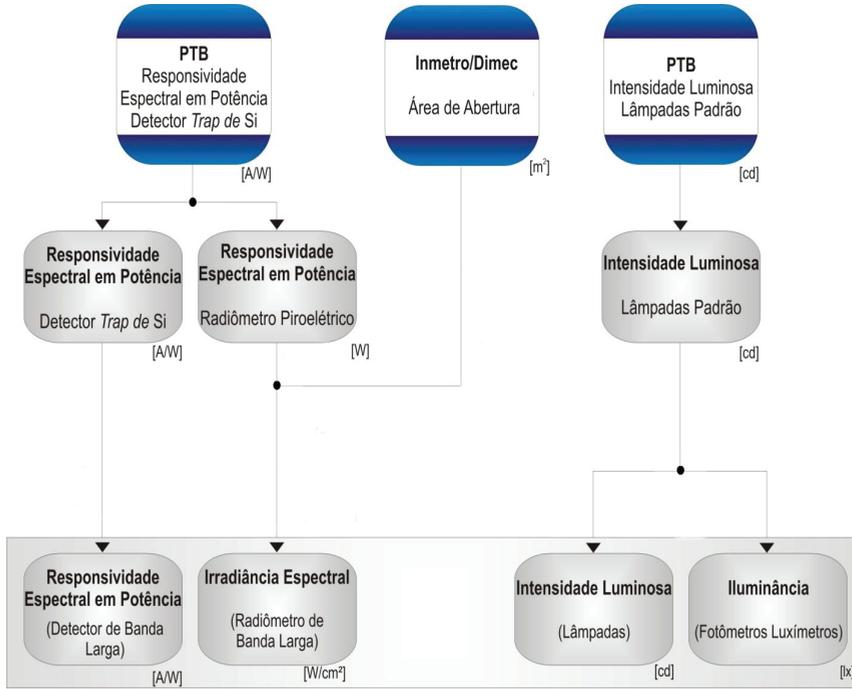
A rastreabilidade metrológica requer uma hierarquia de calibração estabelecida. (VIM, 2012, Nota 2).

HIERARQUIA DO SISTEMA METROLÓGICO



Cadeias de rastreabilidade do Laboratório de Radiometria e Fotometria (Laraf)





4

Participar de comparações internacionais com outros Institutos Nacionais de Metrologia;

Resultados satisfatórios em comparações internacionais permitem a manutenção do Acordo de Reconhecimento Mútuo (Mutual Recognition Arrangement – MRA), elaborado pelo Comitê Internacional de Pesos e Medidas (CIPM/BIPM) e que tem como objetivos:

- estabelecer o grau de equivalência entre os padrões nacionais mantidos pelos Institutos Nacionais de Metrologia (INM);
- possibilitar o reconhecimento mútuo dos certificados de calibração e medições emitidos pelos INM;
- fornecer aos governos e outras partes uma fundamentação técnica segura visando acordos mais abrangentes relacionados ao comércio internacional e atividades de regulamentação.

Se um país exportador não dispuser de um sistema reconhecido de medições e ensaios, poderá perder mercados em consequência de exigências das mercadorias serem acompanhadas de certificados reconhecidos de medições e ensaios.

O Inmetro obteve o reconhecimento dos seus padrões nacionais de medição pelo CIPM em outubro de 1999, ato que alcançou igualmente os certificados de medição e de calibração emitidos por toda a Rede Brasileira de Calibração.

Participações recentes da Diopt em comparações internacionais

Área	Piloto	Participantes	Tipo	Status
Comprimento (Blocos Padrão) Laint	CENAM (Blocos Pequenos) NRC-INMS (Blocos Grandes)	INMETRO, CENAM, NRC-INMS, METAS, MIKES, INRIM, PTB, NIST, NMJJ-AIST, NIM, A*STAR-NMC e NMISA.	CCL Key Comparison, CCL-K1:2011	2012/2013 Em andamento
Fluxo Luminoso (Laraf)	CENAM	CENAM, INMETRO, INTI, NIST, NRC.	Key Comparison SIM PR-K4	Em andamento Draft B
Radiometro Criogênico (Laraf)	NIST	NIST, INMETRO.	Bilateral	Em andamento
Transmitância e Comprimento de Onda UV/VIS –10 %T, 30 %T e 80 %T (Lacoe)	NRIM, Cuba	CNAM (México) e Cuba e Inmetro (Brasil).	COOMET Supplementary Comparison COOMET. PR-S5 Spectral Regular Transmittance 250 nm to 635 nm	Em andamento
Transmitância Espectral Regular (Laraf)	INM	NIST, CENAM, CMS/ITRI, NRC e INM.	SIM-K6.2014Key Comparison	Em andamento

5

Participar de comitês nacionais e internacionais sobre metrologia e padronização na área de metrologia óptica:

Os pesquisadores da Diopt participam de várias comissões técnicas e comparações interlaboratoriais relacionadas ao Bureau International des Poids e Mesures (BIPM) e ao Sistema Interamericano de Metrologia (SIM), além de fazerem parte de comitês científicos de congressos na área. A tabela B mostra as últimas participações da Diopt.

Participações recentes da Diopt em comitês nacionais e internacionais

Internacionais:	Nacionais
CIE Comissão Internacional de Iluminação	CB-49 ABNT: CE Lentes Oftálmicas
CCPR/BIPM Comitê Consultivo de Radiometria e Fotometria	CIE Brasil: Comitê Brasileiro de Iluminação
WGP&R/SIM Grupo de trabalho de Radiometria e Fotometria	Evento Metrologia 2015

6

Fornecer suporte técnico para a Rede Brasileira de Calibração (RBC) e Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio (RBLE);

A Diopt oferece serviços de calibração de instrumentos específicos e padrões ópticos para laboratórios credenciados pelo Inmetro junto à Rede Brasileira de Calibração (RBC) e à Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio (RBLE) e, ainda, para laboratórios integrantes da Rede Brasileira de Metrologia Legal e Qualidade - RBMLQ.

Os serviços de ensaio oferecidos pela Diopt estão detalhados no endereço eletrônico <http://www.inmetro.gov.br/laboratorios/servicos/ensDiopt.asp>

Os serviços de calibração oferecidos pela Diopt estão detalhados no endereço eletrônico <http://www.inmetro.gov.br/laboratorios/servicos/calibDiopt.asp>

Se ocorre a situação excepcional de não existir competência laboratorial na rede de laboratórios acreditados, na área específica do serviço, a Diopt também realiza ensaios ou calibração de padrões metrológicos pertencentes a laboratórios da indústria ou de outros setores.

7

Produzir e disseminar conhecimentos sobre metrologia óptica para a sociedade;

O elevado grau de conhecimento científico necessário para o desenvolvimento das atividades em metrologia óptica possibilita que os pesquisadores da Dioptr atuem como:

- *Professores da Disciplina Metrologia Óptica: oferecida para o 3º ano do curso Técnico em Metrologia (Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro/Inmetro);*
- *Professores e orientadores no Programa de Pós-Graduação em Metrologia e Qualidade;*
- *Gestores e Palestrantes de Painéis Setoriais: encontros temáticos com os setores privado, público e acadêmico, que visam discussão sobre a qualidade de produtos e serviços ofertados ao consumidor;*
- *Autores de apresentações e publicações científicas: em eventos e revistas nacionais e internacionais;*
- *Pesquisadores em projetos de pesquisa básica e aplicada em Metrologia Óptica de duas linhas de pesquisa cadastradas no grupo de pesquisa Metrologia Óptica do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq);*

Linha de Pesquisa: Desenvolvimento de padrões e realização de escalas metrológicas na área de Radiometria. Envolve pesquisas metrológicas relacionadas à grandeza intensidade luminosa e sua unidade candela (cd), radiometria e radiometria criogênica, detectores quânticos, polarimetria, LED, irradiância espectral, desenvolvimento de padrões radiométricos UVA e UVB e desenvolvimento de metodologia para visão fotópica e mesópica.

Linha de Pesquisa: Metrologia de medição de frequência óptica e comprimento e aplicações em nanometrologia. Envolve pesquisas metrológicas relacionadas à interferometria - grandeza comprimento e sua unidade metro (m), nanometrologia e frequência óptica (pente de frequências).

Todas as atividades da Diopt estão alinhadas com as Diretrizes Estratégicas para a Metrologia Brasileira no período 2013-2017, aprovadas pelo Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – CONMETRO. Conhecer essas diretrizes para a área da Metrologia Óptica favorece a construção de parcerias para o desenvolvimento de novos projetos.

As Diretrizes Estratégicas em Metrologia Quântica Aplicada à Área de Metrologia Óptica são:

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

As Diretrizes Estratégicas em Metrologia Óptica - Tecnologias Eficientes em Iluminação são:

- 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;
- desenvolver métodos, padrões e/ou sistemas voltados às medições fotométricas e colorimétricas de luminárias ou novas fontes de iluminação, visando promover a rastreabilidade metrológica relacionadas às medidas fotométricas, radiométricas e colorimétricas;
- 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.

As Diretrizes Estratégicas em Metrologia de Frequências Ópticas são:

- desenvolver no País a técnica do pente de frequências ópticas tendo como foco a área de comprimento;
- construção e caracterização metrológica de um sistema padrão de frequências laser em torno de 532 nm, utilizando um sintetizador de frequências ópticas;
- 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.

Referências

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. Regimento Interno do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – Inmetro. Anexo à Portaria No 165, de 2 de Abril de 2013. Disponível em < <http://www.inmetro.gov.br/inmetro/pdf/regimento-interno.pdf>>

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. (2012). Vocabulário Internacional de Metrologia: Conceitos fundamentais e gerais e termos associados (VIM 2012). Disponível em http://www.inmetro.gov.br/inovacao/publicacoes/vim_2012.pdf

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Diretrizes Estratégicas para a Metrologia Brasileira 2013-2017. Aprovado na 47ª Reunião do CBM (14 de março de 2013) e na 65ª Reunião do CONMETRO pela Resolução CONMETRO no 1, de 10 de abril de 2013. Disponível em <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/resc/pdf/RESC000246.pdf>>

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. Diretoria de Metrologia Científica. Divisão de Metrologia Óptica. Manual Operacional da Diopt. Revisão 06, jan. 2014.



<http://www.inmetro.gov.br>
diopt@inmetro.gov.br