

## Capítulo 1: Fundamentos da Metrologia e da Normalização

Com o fenômeno da globalização da economia mundial resultante da formação de blocos econômicos, exigências mais rigorosas passaram a ser impostas para se comprovar a qualidade de produtos e serviços, viabilizando sua inserção competitiva no mercado global. Para isto torna-se imprescindível a existência de uma infra-estrutura de normalização como base para a avaliação da conformidade fornecendo suporte a atividade produtiva do País.

De forma pioneira e inovadora o Brasil estruturou o seu sistema de Tecnologia Industrial Básica (TIB<sup>1</sup>) [1], segundo um sistema integrado, congregando a Metrologia, Normalização, Avaliação da Conformidade e Tecnologias de Gestão. Este sistema foi denominado Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (SINMETRO), buscando a harmonização de suas funções. A metrologia, a normalização e a avaliação da conformidade são funções complementares que fornecem subsídios à indústria e ao comércio nacional para buscarem o reconhecimento internacional em direção ao que se denomina “*global approach*” “uma só norma, um só ensaio, aceitos universalmente”, isto é: certificado uma vez com base em norma internacional, aceito em qualquer lugar. Esta é a estratégia adotada pelos países para intensificar sua participação no comércio internacional.

Graças aos esforços da Organização Mundial do Comércio (OMC), que coordena acordos de barreiras técnicas e beneficia-se de acordos de reconhecimento mútuo, o comércio internacional cresceu de forma expressiva<sup>2</sup>, de US\$ 58 bilhões em 1948 para US\$ 6,3 trilhões em 2002 [2].

---

<sup>1</sup> Terminologia própria do Programa Tecnologia Industrial Básica, MCT (2001), o termo TIB foi criado nos anos 70, pela extinta Secretaria de tecnologia Industrial, do antigo Ministério da Indústria e Comércio, com o objetivo de expressar, em um conceito único, as funções básicas do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (SINMETRO): metrologia, normalização e qualidade industrial. Posteriormente, agregou-se a essas funções as tecnologias de gestão. Os alemães denominaram a TIB de MNPQ (Messen, Normen, Prüfen, Qualität) – explicitando o encadeamento das funções relativas a Medidas, Normas, Ensaios e Qualidade. Nos EUA adota-se o termo Infrastructural Technologies, ou as abreviações MSTQ (Metrology, Standardization, Testing and Quality) e MAS-Q (Metrology, Accreditation, Standardization and Quality).

<sup>2</sup> Segundo a Estatística do Comércio Internacional (2003), publicada pela Organização Mundial do Comércio (OMC). Esta informação atualiza os dados apresentados no capítulo 5 da pesquisa de dissertação de mestrado “Metrologia nas normas, normas na metrologia” [19].

O conceito de qualidade incorpora-se, dia-a-dia, no cotidiano de nossa sociedade. A metrologia, a normalização e a avaliação da conformidade são atividades que provêm base técnica para os sistemas de garantia da qualidade. A lógica que orienta esse processo é a seguinte: se o que importa nas transações comerciais é a qualidade (certificada) de produtos e serviços, há para isso o aparato de avaliação e certificação da conformidade, operando com respaldo nos laboratórios de ensaios. Essa estrutura fundamenta-se em normas e regulamentos técnicos que, por sua vez, fundamentam-se na metrologia. Para se ter uma idéia do alcance de decisões tomadas nessas áreas, basta imaginar que a exigência de um aumento na exatidão (diminuição do nível de incerteza) das medições por parte de um país comprador (ditadas por razões técnicas ou mesmo políticas) pode alijar um país fornecedor da competição por mercados [3].

Essa mesma lógica pode alijar do mercado empresa e organizações que não conseguem atualizar suas melhores capacidades de medição quando da implantação de novas técnicas de medição resultantes da introdução de padrões metrológicos de melhor exatidão.

### 1.1. A metrologia

A metrologia é um vocábulo de origem grega, “*metron*” significa medida e “*logo*” significa ciência. O Vocabulário internacional de termos fundamentais e gerais da metrologia (VIM)<sup>3</sup> [4] define a metrologia como “a ciência da medição”, que abrange todos aspectos teóricos e práticos que influenciam um processo de medição, qualquer que seja o nível de exatidão e em qualquer campo da ciência ou tecnologia. É, portanto, uma ciência multidisciplinar e de vital importância para o desenvolvimento das atividades econômicas, científicas e tecnológicas.

Com o processo de globalização da produção, a metrologia assume destacada importância à medida que as medições estão presentes em praticamente todos os processos de tomada de decisão, abrangendo as áreas industriais, comercial, a saúde e o meio ambiente. Segundo o documento elaborado pelo Comitê

---

<sup>3</sup> Vocabulário internacional de termos gerais e fundamentais da metrologia (VIM), documento publicado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO), que estabelece a terminologia relativa ao campo da metrologia, atualmente encontra-se na 3<sup>a</sup>. Edição, que foi lançada em 2003.

Brasileiro de Metrologia<sup>4</sup> [5], estima-se que cerca de 4 a 6% do PIB nacional dos países industrializados estão, de uma forma ou outra, relacionados aos processos de medição.

A acirrada competição no mercado mundial deslocou o desenvolvimento do conhecimento científico a serviço da eficiência econômica das empresas que perseguem a competitividade sistêmica. O interesse pela metrologia mundial pode ser explicado por diversos fatores, dentre os quais:

- (i) o surgimento de novos modelos de relacionamento entre a ciência e a indústria, que alteram as relações entre a pesquisa fundamental e a tecnológica, os governos e a economia;
- (ii) o aumento da complexidade de produtos e serviços, decorrente do processo de inovação tecnológica, que tornam mais críticas as especificações técnicas dos produtos;
- (iii) a ação de indução governamental para desenvolver a infra-estrutura de Tecnologia Industrial Básica (TIB), praticada pelos países industrializados, visando a inserção no sistema econômico global; e
- (iv) as novas demandas de metrologia resultantes da ação regulatória nas áreas de saúde, segurança e proteção ao meio ambiente.

### 1.1.1. A metrologia: breve histórico

A humanidade sempre buscou estabelecer unidades de medida que viabilizassem as relações comerciais. Neste contexto a metrologia é provavelmente uma das ciências mais antigas do mundo.

Em civilizações extintas, como a egípcia, observam-se indícios da prática da metrologia na padronização da unidade de comprimento, a partir da medida do comprimento do antebraço do Faraó reinante, denominada “Cúbito Real Egípcio”. Este padrão de medição era entalhado em uma pedra de granito preta e transferido aos trabalhadores por meio de padrões de trabalho feitos de granito ou madeira. A tarefa de calibrar os padrões de unidade de comprimento a cada lua cheia era rigorosamente fiscalizada e o seu não cumprimento implicava pena de morte dos infratores do preceito metrológico. O esforço dessa civilização na busca por medidas exatas resultou em pirâmides que apresentam

---

<sup>4</sup> Diretrizes Estratégicas para a Metrologia Brasileira 2003-2007, aprovado na 24 a Reunião do Comitê Brasileiro de Metrologia em 29 de janeiro de 2003, publicado pelo INMETRO.

extraordinários níveis de exatidão em suas formas geométricas, considerando-se que nenhum lado da base quadrada destas pirâmides desviou-se do comprimento do lado médio mais que 0,05% [6].

A necessidade de sistemas de medição baseados em unidades de medidas invariáveis e aceitas por todos induziu um processo natural de evolução das unidades de medidas. Após diversas tentativas de padronizar unidades de medida, em 1790, na França, teve origem o Sistema Métrico Decimal, que tinha como princípios à universalidade e a simplicidade. Inicialmente baseado numa única unidade - o metro - ao qual todas as outras se reportavam por relações simples. Posteriormente o Sistema Métrico Decimal incorporou o quilograma como unidade de massa.

Em 1875 ocorreu, na França, a Conferência Diplomática do Metro. Nesta ocasião foi assinada a Convenção do Metro, um tratado firmado entre 17 países (dentre os quais o Brasil) com o objetivo de estabelecer padrões comuns, adotando o metro e o quilograma como unidades de comprimento e de massa, respectivamente. A Convenção do Metro determinou a criação de uma estrutura organizacional e laboratorial para atuar nas questões da metrologia mundial, particularmente nos assuntos relacionados à demanda de padrões de medição de qualquer nível de exatidão, faixa ou campo e tratar da questão da necessidade de se demonstrar equivalência entre os padrões de medição nacionais, visando, essencialmente, ao estabelecimento de um sistema global de medição com credibilidade internacional.

À época da criação da Convenção do Metro, dois impérios rivalizavam-se em equilíbrio de poder: o francês e o inglês. Por isso, a França e os países sob sua influência direta ou indireta adotaram o sistema métrico decimal. O Brasil, em 1862, por decreto de imperador Dom Pedro II, abandonou as unidades de medidas denominadas varas, braças, léguas e quintais para, então, aderir ao metro como unidade básica de comprimento. A Inglaterra e os países do Commonwealth (comunidade de língua inglesa) mantiveram o Sistema Imperial Britânico, em prática por um período superior a oito séculos.

O Sistema Britânico tem origem antropomórfica, isto é, baseou-se em medidas relacionadas ao corpo humano. Foi assim que surgiram a jarda, o pé e o cúbito que se tornaram padrões, posteriormente abandonados com a introdução de um sistema de unidades de base científica. A importância das trocas comerciais e do intercâmbio científico fez com que a Inglaterra, Estados Unidos e outros adeptos

do sistema britânico reconhecessem a necessidade da adoção de um sistema universal de medições.

Em 1960 foi adotado o Sistema Internacional de Unidades (SI) pelos países signatários da Convenção do Metro, que hoje congrega 51 países signatários. O SI é um sistema coerente de unidades de medida que institui regras e definições, estabelecendo uma regulamentação de conjunto para as unidades de medida, amplamente utilizado nas relações internacionais, no ensino e no trabalho científico. Caracterizando-se por ser um sistema dinâmico, este sistema tem sido oficialmente modificado no decorrer dos anos em função da evolução tecnológica e da nova tendência de evoluir de um sistema morfológico de unidades de medida para outro mais científico que toma por base as Constantes Fundamentais da Física.

### 1.1.2. O Sistema Internacional de Unidades (SI)

O Sistema Internacional de Unidades (SI)<sup>5</sup> [7] é o sistema oficialmente adotado no Brasil para expressar as unidades das grandezas e atender aos propósitos das medições. O SI é composto por duas classes de unidades: as unidades de base e as unidades derivadas. Estas duas classes de unidades formam um sistema coerente de unidades, isto é, cada grandeza tem apenas uma única unidade, obtida por multiplicação e/ou divisão das unidades de base e unidades derivadas, sem outro fator que não seja o número 1.

O SI estabelece as definições das unidades de medida, não exigindo, porém que estas definições sejam utilizadas na realização das unidades. O SI está fundamentado em sete unidades de base, que são consideradas independentes do ponto de vista dimensional e utilizadas para medir as grandezas indicadas no Quadro 1.

As unidades derivadas são obtidas a partir da combinação das sete unidades de base. Por exemplo, a unidade da grandeza velocidade é o metro por segundo. O SI estabelece um conjunto de regras a respeito da grafia das unidades e prefixos que devem ser utilizados em conjunto com as unidades do SI.

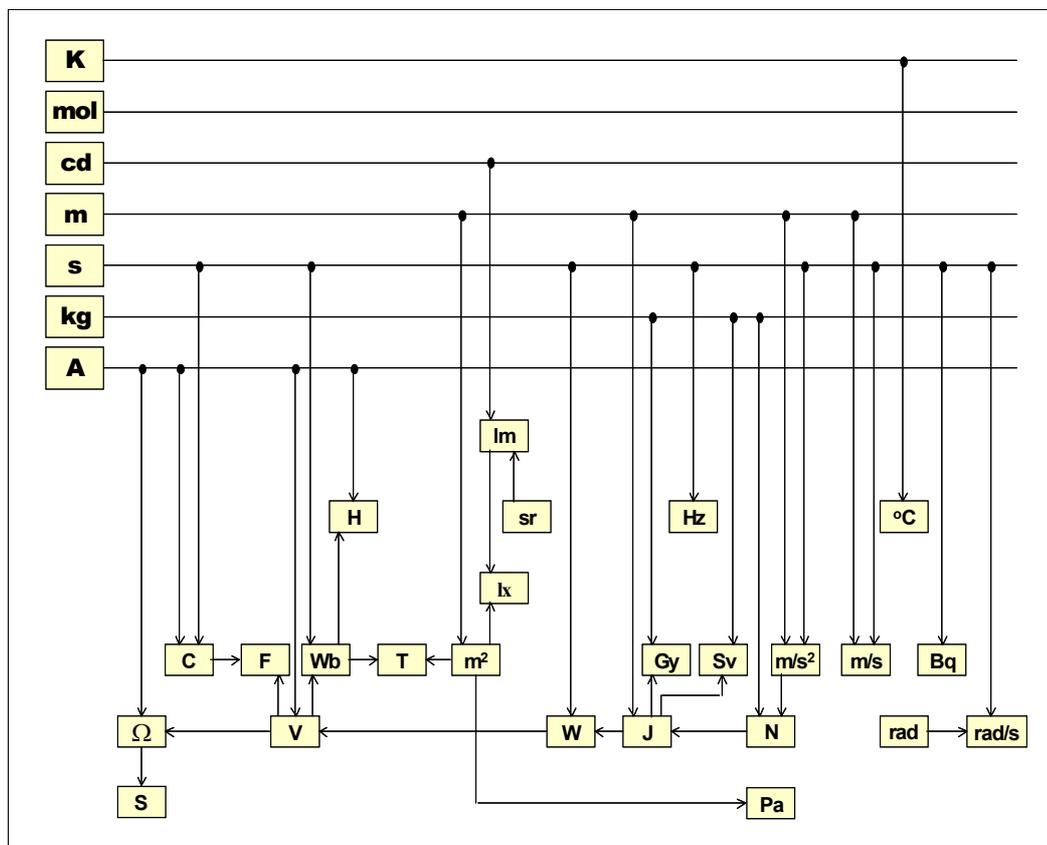
---

<sup>5</sup> Sistema Internacional de Unidades (SI): documento publicado pelo INMETRO, que apresenta uma tradução do documento intitulado “Le Système International d’Unités”. O SI define as unidades de base e derivadas do Sistema Internacional de Unidades e, ainda, um conjunto de regras e de recomendações relacionadas ao uso efetivo deste sistema.

Quadro 1 - Unidades de base do SI.

GRANDEZA	UNIDADE DE BASE	SÍMBOLO
Comprimento	metro	m
Massa	quilograma	kg
Tempo	tempo	s
Intensidade de corrente elétrica	ampere	A
Temperatura termodinâmica	kelvin	K
Quantidade de matéria	mol	mol
Intensidade luminosa	candela	cd

A Figura 1 ilustra a interligação entre as unidades de base e as unidades derivadas, incluindo as unidades adimensionais – o radiano e o esterradiano – que são consideradas unidades derivadas.



**Figura 1** – Unidades de base e unidades derivadas do SI.  
(Fonte: Lira, F. A., Metrologia na Indústria, Ed. Érica, 2001) [8].

O Quadro 2 apresenta os nomes do conjunto de unidades derivadas apresentadas na Figura 1 e especifica a grandeza a que se referem.

**Quadro 2 – Unidades derivadas do SI.**

SÍMBOLO	UNIDADE DERIVADA	GRANDEZA
C	Coloumb	Carga elétrica
F	Farad	Capacitância
$\Omega$	Ohm	Resistência elétrica
S	Siemens	Condutância
H	Henry	Indutância
Wb	Weber	Fluxo magnético
T	Tesla	Indutância magnética
V	Volt	Tensão elétrica
Lm	Lúmen	Fluxo luminoso
Sr	Esterradiano	Ângulo sólido
Lx	Lux	Iluminamento
W	Watt	Potência
J	Joule	Trabalho, energia, quant. de calor
Gy	Gray	Dose absorvida
Sv	Siervert	Equivalente de dose
N	Newton	Força
Pa	Pascal	Pressão
$^{\circ}\text{C}$	Grau Celsius	Temperatura Celsius
Bq	Becquerel	Atividade
Rad	Radiano	Ângulo plano

### 1.1.3. Elementos da evolução do SI

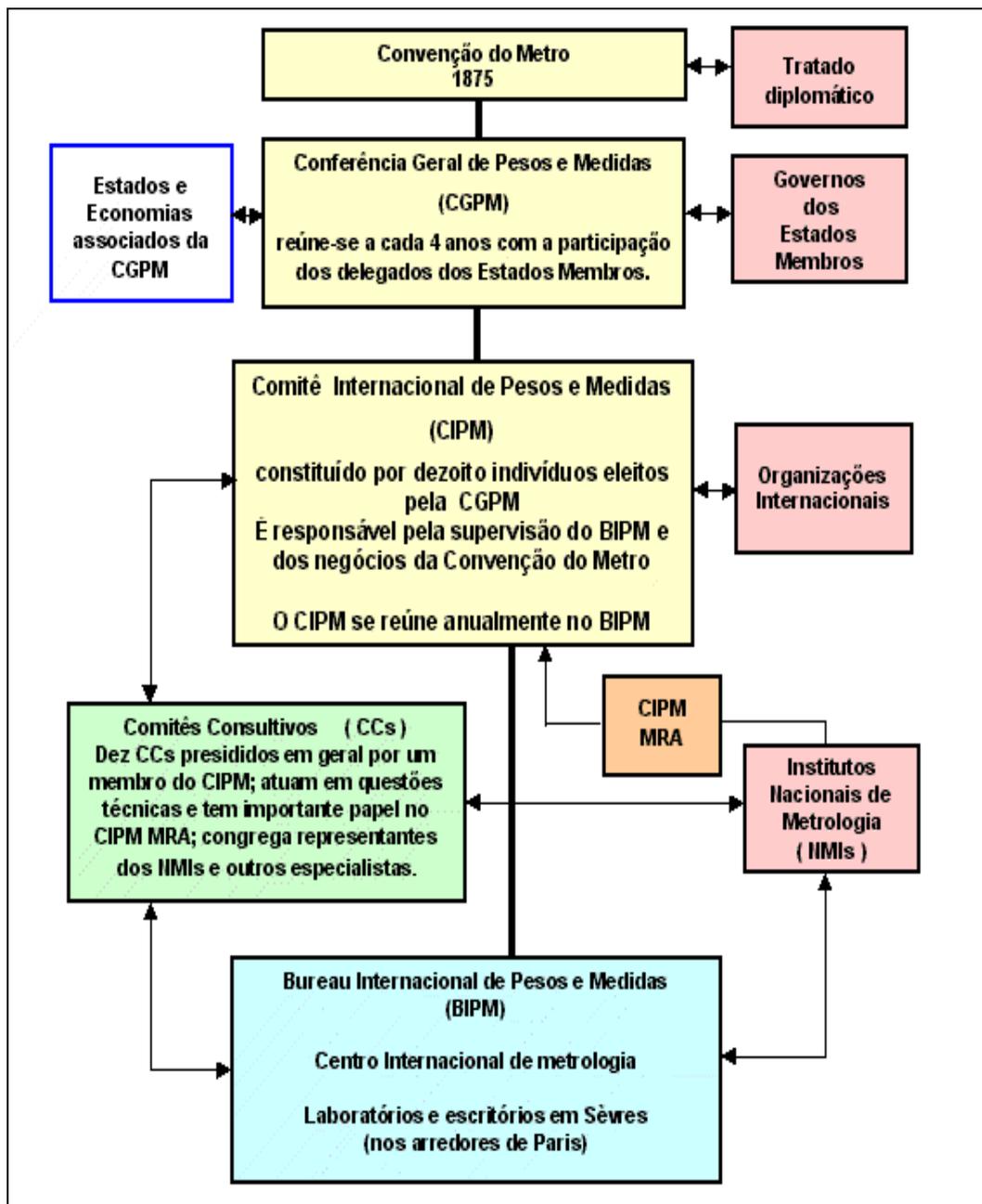
A primeira definição da unidade de comprimento, o metro, era representada pelo padrão denominado “*Mètre des Archives*” (metro dos arquivos). Este protótipo consistia em uma barra de ferro e foi construído na França, em 1799, para representar a décima milionésima parte do quadrante do meridiano terrestre. A degradação pelo uso ao longo dos anos e a busca pelo aprimoramento da exatidão induziu a alteração da definição do metro e, nas décadas subseqüentes, o metro passou a ser representado (materializado) pelo comprimento de uma barra de platina iridiada (1889), depositada no BIPM.

O desenvolvimento de técnicas de medição utilizando a interferometria impulsionou uma nova alteração na definição do metro, que passou a ser definido como “o comprimento de onda da raia alaranjada do criptônio” (1960), porém a evolução tecnológica induziu a uma nova alteração desta definição, conhecida como a terceira definição do metro, que passou a ser, por recomendação da Conferência Geral de Pesos e Medidas (CGPM), “o comprimento do trajeto percorrido pela luz no vácuo, durante um intervalo de tempo de  $1/299\,792\,458$  de segundo”.

A evolução da definição do metro ilustra, de certa forma, a evolução da metrologia e das definições das unidades de base do SI no decorrer da história. Pesquisadores e estudiosos da metrologia conduzem de forma sistemática e pragmática a busca por definições de caráter universal, baseadas nas Constantes Universais da Física, que possam ser reproduzidas em qualquer país ou em qualquer laboratório metrológico de referência. No contexto dos desafios da metrologia científica, a unidade de massa ainda permanece sendo materializada por um artefato, mantido sob a custódia do BIPM, representado por um cilindro confeccionado de uma liga metálica de Platina-Irídio, constituindo-se em tema de estudo de pesquisadores, que monitoram atentamente as possíveis variações de massa a que está sujeito esse padrão internacional de massa. Pesquisas desenvolvem-se em renomados Laboratórios Nacionais de Metrologia de países industrializados na busca de uma nova definição desacoplada de artefatos para a unidade de massa. Esse constitui-se, certamente, no principal desafio sendo perseguido pela metrologia científica contemporânea.

#### **1.1.4. A estrutura da metrologia científica**

Em nossa sociedade, a metrologia permeia os mais variados setores da nossa sociedade. O processo de medição está presente nas transações comerciais, no desenvolvimento de atividades de pesquisa fundamental e tecnológica e, ainda, nos seguimentos relacionadas com a saúde, segurança, defesa do consumidor e meio ambiente. A necessária consistência das medições é obtida por meio de uma infra-estrutura criada pela Convenção do Metro, cuja estrutura é ilustrada na Figura 2.



**Figura 2** – Estruturas formais de base da metrologia científica (Convenção do Metro).  
 Fonte: site do INMETRO ([www.inmetro.gov.br/metcientifica/comite/cgpm.asp](http://www.inmetro.gov.br/metcientifica/comite/cgpm.asp), acessado em 04.03.2005) [9].

No contexto das atribuições da Convenção do Metro, destacam-se:

- (i) a **Conferência Geral de Pesos e Medidas (CGPM)** ocorre a cada quatro anos, ocasião em que os representantes dos países signatários da Convenção do Metro determinam e aprovam as principais resoluções relativas à metrologia mundial, com o objetivo de assegurar a utilização e o aperfeiçoamento do SI;

- (ii) o **Comitê Internacional de Pesos e Medidas** (CIPM) é composto por 18 membros da Convenção do Metro. Reúne-se anualmente, como autoridade científica internacional convoca a CGPM, elabora as principais resoluções que serão submetidas à CGPM e fiscaliza o funcionamento do Bureau Internacional de Pesos e Medidas (BIPM), que é o laboratório mundial de metrologia de maior nível de exatidão.
- (iii) os **Comitês Consultivos** (CC) - órgãos destinados a esclarecer as questões que o CIPM submete a seu exame. Os Comitês Consultivos são formados por especialistas internacionais ligados aos Laboratórios Nacionais de Metrologia (LNM), que podem criar “Grupos de Trabalho” temporários ou permanentes para o estudo de assuntos específicos. São encarregados de coordenar os trabalhos internacionais efetuados nos seus domínios respectivos, e de propor ao Comitê Internacional as recomendações concernentes às unidades.
- (iv) **Bureau Internacional de Pesos e Medidas** (BIPM) tem sua sede em Sèvres, nos domínios do Pavilhão Breteuil, possui 43520 m<sup>2</sup> de infraestrutura de gestão, biblioteca e de laboratórios altamente especializados, postos à sua disposição pelo governo francês. Sua manutenção, no que se refere às despesas, é assegurada pelos Estados Membros da Convenção do Metro. Com a missão assegurar a unificação mundial das medidas físicas e sua rastreabilidade ao Sistema Internacional de Unidades (SI) é encarregado de:
- estabelecer os padrões fundamentais e as escalas das principais grandezas físicas, e de conservar os protótipos internacionais;
  - efetuar a comparação dos padrões nacionais e internacionais;
  - assegurar a coordenação das técnicas de medição; e
  - efetuar e de coordenar as determinações relativas às constantes físicas que intervêm nas medições físicas.

No que diz respeito às funções e sua aplicação, a metrologia subdivide-se em:

- **metrologia legal** é definida como a parte da metrologia que trata das unidades de medidas, métodos de medição e instrumentos de medição relacionados com as exigências técnicas e legais obrigatórias (saúde, segurança, defesa do consumidor e proteção ao meio ambiente), e que têm o objetivo de assegurar uma garantia pública do ponto de vista da segurança e exatidão das medidas;

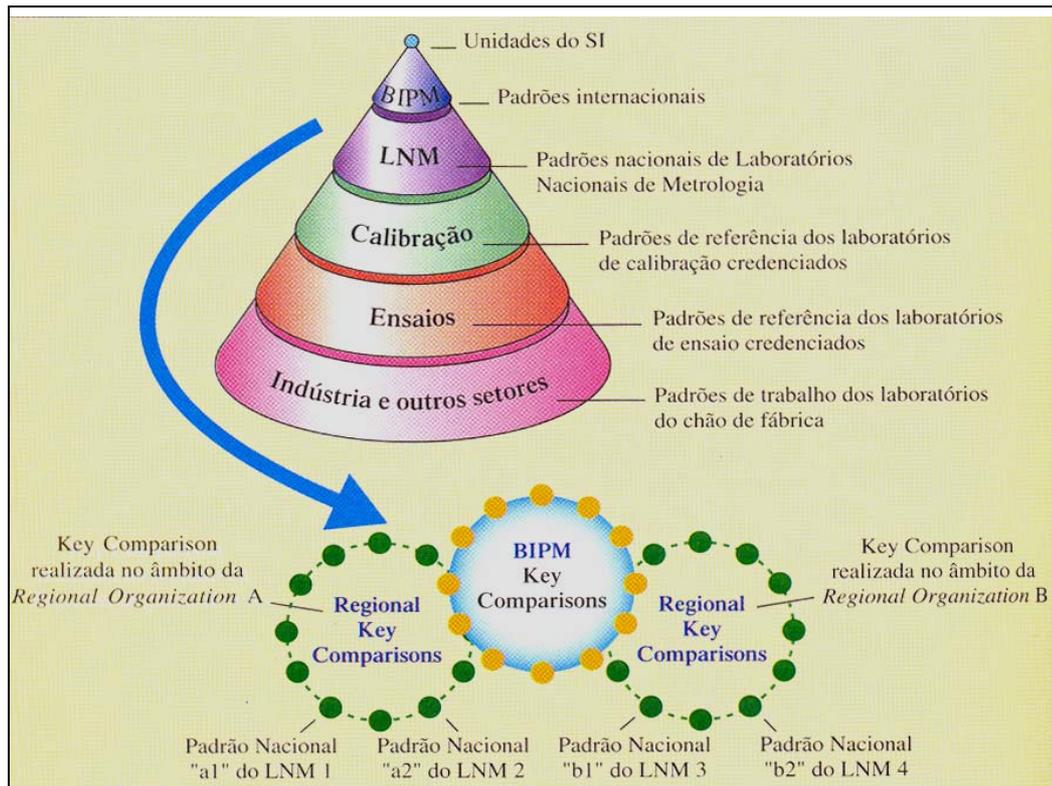
▪ **metrologia industrial** tem o papel de assegurar o funcionamento adequado dos sistemas de medição utilizados na indústria. Estes sistemas de medição são responsáveis pelo controle dos processos produtivos e da garantia da qualidade e segurança do produto final; e

▪ **metrologia científica** substrato da metrologia legal e industrial, a metrologia científica relaciona-se à:

- concepção e desenvolvimento das unidades de medição, internacionalmente aceitas;
- realização, manutenção e disseminação, por meios científicos, das unidades de medição;
- estabelecimento da cadeia de rastreabilidade associada à exatidão da medição, registrada em documentação específica que caracteriza as incertezas associadas;
- gestão do sistema internacional de unidades e dos programas de comparação interlaboratoriais de medição;
- desenvolvimento de suas técnicas e padrões de medição; e
- revisão das Constantes Fundamentais da Física e seu inter-relacionamento com a realização das unidades.

O sistema metrológico mundial constitui-se em robusto sistema que visa assegurar a rastreabilidade das medições por meio de uma infra-estrutura que possibilita uma cadeia ininterrupta de comparações referenciadas ao SI. A equivalência das medições existente nos diversos níveis deste sistema provê respaldo metrológico para a realização de Acordos de Reconhecimento Mútuo, relacionado a resultados de medição e certificados de calibração entre os LNM dos países signatários da Convenção do Metro. Sob a coordenação do Comitê Internacional de Pesos e Medidas (CIPM) a realização desses acordos facilitam transações comerciais, uma vez que reduz custos decorrentes da não duplicação de medições que visam certificar a qualidade de produtos e serviços. Um passo concreto na direção do conceito “uma norma, um ensaio e um certificado de conformidade aceitos universalmente”, e que também decorre de outros acordos de reconhecimento mútuo celebrados entre organismos de acreditação de laboratórios (ILAC) e organismos de certificação (IAF).

A disseminação das unidades do SI é feita por meio da estrutura hierárquica, representada pela Figura 3, que também ilustra o esquema coordenado pelo Comitê Internacional de Pesos e Medidas (CIPM) relacionado à comparação de padrões de mais alta exatidão.



**Figura 3** – Sistema de Metrologia Mundial (Fonte: Padrões e unidades de medida: referências metrológicas da França e do Brasil, Frota, M.N., Ohayon, P. & Maguellone Chambon) [10].

No topo dessa estrutura situa-se o BIPM, no seu papel de Laboratório Internacional de Metrologia responsável pela prática da metrologia de mais alta exatidão; pela definição das unidades de SI; pela guarda dos padrões internacionais e também pela disseminação das unidades do SI aos Laboratórios Nacionais de Metrologia (LNM) dos países signatários da Convenção do Metro. O BIPM possui também uma sistemática para estabelecer a equivalência dos sistemas metrológicos dos diversos LNM, por meio da realização das Comparações-chave (*Key-comparisons*). Estas comparações visam demonstrar a competência técnica dos LNM no que diz respeito a sua melhor capacidade de medição. No segundo nível desta estrutura estão os LNM, responsáveis pela guarda dos padrões nacionais e pela disseminação das unidades do SI aos padrões de referência dos laboratórios pertencentes acreditados. Os laboratórios acreditados ocupam o terceiro nível hierárquico desta estrutura com a missão de disseminar as referências metrológicas referenciadas aos padrões nacionais ao setor produtivo, constituindo-se ainda num elo entre os laboratórios de referência que integram o LNM e a comunidade industrial, tecnológica e científica do País. Desses, beneficiam-se os laboratórios de ensaios e, na base desta estrutura hierárquica, a indústria e todos os demais segmentos que realizam medições e que necessitam comparar sua credibilidade técnica.

### 1.1.5. A infra-estrutura laboratorial brasileira

O Instituto Nacional de Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO) é responsável pela realização e manutenção das unidades do sistema internacional de unidades (SI), disseminando-as pelos diferentes segmentos demandantes de serviços metrológicos. A Diretoria de Metrologia Científica e Industrial do INMETRO (DIMCI) é responsável pela gestão dos laboratórios de metrologia científica e industrial.

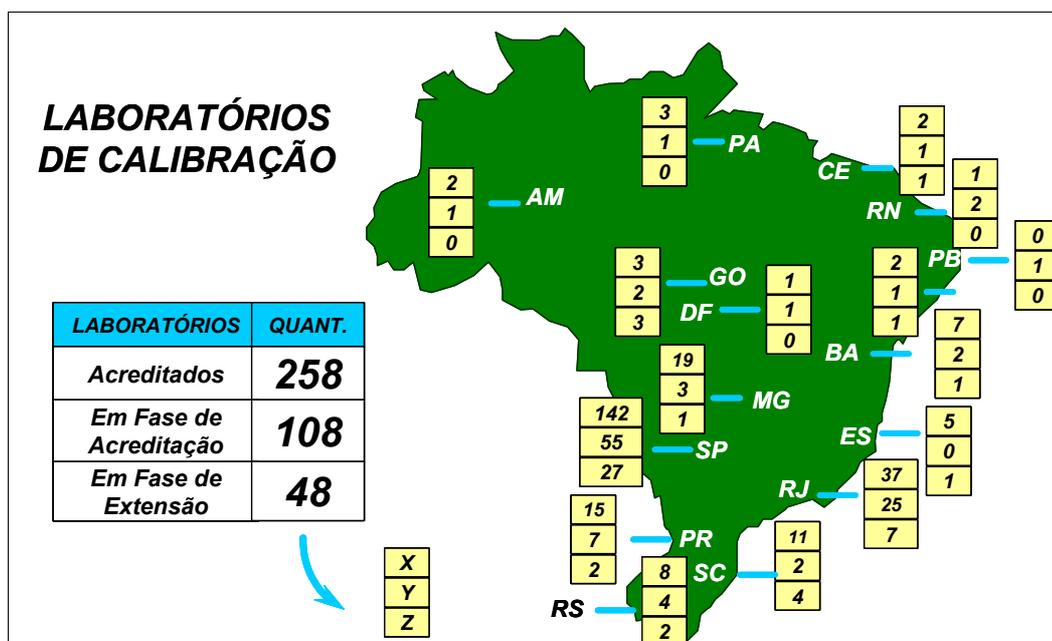
Os laboratórios do INMETRO localizados no Campus de Xerém, no Rio de Janeiro, têm, como missão institucional, a responsabilidade pela guarda dos padrões nacionais e a disseminação das unidades SI para o setor produtivo, provendo a calibração dos padrões de referência dos laboratórios acreditados. Nos 25000 m<sup>2</sup> de laboratórios, estão abrigadas as áreas de Metrologia Mecânica, Elétrica, Térmica, Óptica, Química, Acústica e Vibrações, onde os padrões são mantidos sob condições especiais de temperatura e umidade. O INMETRO conta ainda com laboratórios metrológicos que operam por delegação supervisionada, são eles:

- **Divisão Serviço da Hora do Observatório Nacional (DSHO/ON):** a Divisão do Serviço da Hora, do Observatório Nacional, tem como objetivos a geração, distribuição e conservação da Hora Legal Brasileira e a guarda dos padrões nacionais de frequência, que são a base da rastreabilidade metrológica brasileira em Tempo e Frequência, conforme designado pelo INMETRO, em conformidade com acordos internacionais.
- **Laboratório Nacional de Metrologia das Radiações Ionizantes (LNMRI):** vinculado ao Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD), da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). É responsável por designação do INMETRO, desde 2002, pela guarda e disseminação dos padrões nacionais das unidades SI das grandezas físicas kerma (kinetic energy released per unit mass), fluência, equivalente de dose, dose absorvida e atividade para as várias aplicações das radiações ionizantes na indústria, na medicina e em outros setores relacionados ao controle ambiental.

No Brasil, os laboratórios são acreditados pelo INMETRO, instituição com a responsabilidade pela supervisão da acreditação no Brasil. Estruturados em duas redes laboratoriais, os laboratórios integram a Rede Brasileira de Calibração (RBC) e a Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios (RBLE). A

acreditação é um processo voluntário, que consiste no reconhecimento da competência técnica para a realização de ensaios e calibrações, de acordo com os critérios e requisitos estabelecidos pela norma NRB ISO/IEC 17025 – *Requisitos gerais para a competência técnica de laboratórios de calibração e ensaio* [11], norma adotada no Brasil pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, a partir da norma internacional ISO/IEC 17025.

Conforme ilustrado na Figura 4, disponibilizada pela Divisão de Acreditação de Laboratórios do INMETRO (CGCRE), a RBC possui atualmente 258 laboratórios acreditados, distribuídos pelo território nacional, que prestam serviços de calibração nas seguintes áreas da metrologia: acústica e vibração, dimensional, eletricidade, força, torque e dureza, massa, óptica, pressão, rádio-freqüência, temperatura e umidade, tempo e freqüência, vazão, viscosidade, volume e massa específica.

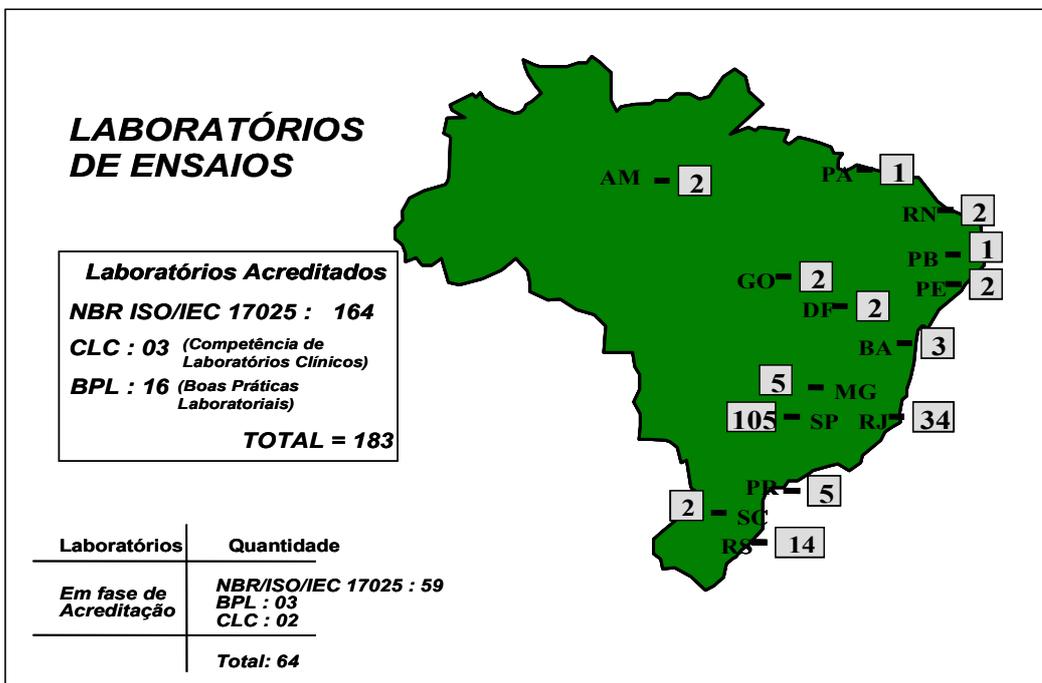


**Figura 4** – Mapa da distribuição dos laboratórios de calibração da RBC.

(Fonte: CGCRE/DICLA/INMETRO, situação em 03.03.2005)

Igualmente ilustrada pela Figura 5, a RBLE possui atualmente 183 laboratórios acreditados, distribuídos pelo território nacional, que prestam serviços de ensaios para os seguintes setores industriais: automotivo, brinquedos, celulose e papel, construção civil, couros e calçados, eletro-eletrônica, ensaios acústicos, ensaios biológicos, ensaios não-destrutivos, física, fotometria, interferometria, laboratórios químicos, mecânica, meio-ambiente, metalurgia, óptica,

petroquímica, produtos alimentares, química, radiometria, saúde, segurança, temperatura e umidade, tensão e corrente elétrica, têxtil e vibração.



**Figura 5** – Mapa da distribuição dos laboratórios de ensaio da RBLE.  
 (Fonte: CGCRE/DICLA/INMETRO, situação em 03.03.2005)

Com o objetivo de avaliar o desempenho dos laboratórios integrantes da RBC e da RBLE, o INMETRO não apenas submete seus padrões nacionais à atividade de comparação interlaboratorial em nível internacional e regional (blocos de países) como, também, coordena programas de comparação interlaboratorial entre os laboratórios por ele acreditados.

O controle das medições relacionadas à metrologia legal é atribuído ao INMETRO, por intermédio da Diretoria de Metrologia Legal, que delega este controle aos órgãos metrológicos estaduais, conhecidos por Institutos de Pesos e Medidas (IPEM). Os IPEM fazem parte da Rede Nacional de Metrologia Legal e Qualidade que, atualmente é composta por 26 órgãos metrológicos regionais, sendo 20 órgãos da estrutura dos governos estaduais, 2 órgãos municipais, e os 4 restantes administrados pelo próprio INMETRO<sup>6</sup>. Estes órgãos atuam nas seguintes áreas: produtos medidos, sistemas de medição utilizados nas transações comerciais, sistemas de medição que influenciam diretamente a segurança, saúde e o meio ambiente.

<sup>6</sup> www.inmetro.gov.br, acessado em 07.03.2005.

### 1.1.6. Conceitos e definições de interesse

A título de contextualização referenciam-se a seguir dois documentos básicos que estabelecem regras gerais e definem conceitos internacionalmente aceitos. São eles:

(i) o **Vocabulário Internacional de Termos Gerais e Fundamentais da Metrologia (VIM) [4]**, é um documento traduzido pelo INMETRO, a partir de um documento desenvolvido por um consórcio de instituições internacionais de metrologia: o Bureau Internacional de Pesos e Medidas (BIPM), a Comissão Internacional de Eletrotécnica (IEC), a Federação Internacional de Química Clínica (IFCC), a Organização Internacional de Normalização (ISO), a União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC) e a União Internacional de Física Pura e Aplicada (IUPAP), com a devida adaptação ao nosso idioma. O VIM busca padronizar o vocabulário técnico de metrologia em âmbito mundial.

(ii) o **Guia para a Expressão da Incerteza de Medição [12]**, conhecido como ISOGUM. Este documento foi traduzido por um grupo de trabalho que integrou especialistas da ABNT, do INMETRO e da Sociedade Brasileira de Metrologia. O Guia propriamente dito, foi desenvolvido sob a coordenação do BIPM por um grupo de trabalho formado por especialistas das seguintes organizações: Comissão Eletrotécnica Internacional (IEC), pela Federação Internacional de Química Clínica (IFCC), pela Organização Internacional de Normalização (ISO), pela União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC) e pela União Internacional de Física Pura e Aplicada (IUPAP), Organização Internacional de Metrologia Legal (OIML). O ISOGUM estabelece as regras gerais para a avaliação e expressão da incerteza de medição, assim estabelecendo as bases de um consenso mundial para se expressar à incerteza da medição.

A seguir são apresentadas alguns dos principais conceitos da metrologia.

#### 1.1.6.1. Calibração

A calibração é uma ferramenta básica que visa assegurar a confiabilidade de um instrumento de medição por meio da comparação do valor medido com um padrão rastreado ao SI.

Segundo o VIM, a calibração é “um conjunto de operações que estabelece, sob condições especificadas, a relação entre os valores indicados por um

instrumento de medição, ou sistema de medição, ou valores representados por uma medida materializada ou material de referência, e os valores correspondentes das unidades estabelecidos por padrões”. Por meio da calibração são determinadas as características metroológicas do instrumento dentre os quais o grau de exatidão.

A NBR ISO/IEC 17025, norma que estabelece os requisitos gerais para a demonstração de competência técnica dos laboratórios de calibração e ensaio, considera o Certificado de Calibração um registro técnico e estabelece requisitos para a sua elaboração, como por exemplo: identificação do método de calibração, identificação do padrão de referência utilizado e condições ambientais em que foi realizada a calibração.

A partir do registro das medições realizadas no processo de calibração é elaborado um Certificado de Calibração, que apresenta um conjunto de dados relevantes sobre o instrumento sob calibração, tais como: o método utilizado, o padrão utilizado como referência e as condições ambientais.

O processo de calibração deve ser realizado em intervalos regulares de tempo, de acordo com a frequência de utilização do instrumento de medição, o tipo de instrumento, recomendação do fabricante, exposição a condições ambientais agressivas, dados de calibrações anteriores e condições de uso.

#### **1.1.6.2. Rastreabilidade**

Segundo o VIM a rastreabilidade é “propriedade do **resultado** de uma medição ou do valor de um padrão de estar relacionado a referências estabelecidas, geralmente a padrões nacionais ou internacionais, através de uma cadeia contínua de comparações, todas tendo incertezas estabelecidas.

A rastreabilidade se refere ao registro da documentação das incertezas existentes na cadeia de comparação, que relaciona uma medição ao Sistema Internacional de Unidades (SI) [7].

#### **1.1.6.3. Incerteza de Medição**

Um processo de medição não deve apresentar erros, ou ainda, estes podem ser corrigidos, porém sempre haverá uma incerteza no resultado final da medição. A incerteza de medição, segundo o VIM, é “parâmetro associado ao resultado de

uma medição, que caracteriza a dispersão dos valores que podem ser fundamentalmente atribuídos a um mesurando”. A incerteza está associada às limitações existentes na realização no processo de medição, que podem ser causadas por diversos fatores como: o método utilizado, a amostra, as condições ambientais, o operador ou ainda o instrumento de medição.

A NBR ISO/IEC 17025 recomenda que o resultado de uma medição inclua a incerteza de medição estimada, de acordo com as diretrizes do ISOGUM. Ainda segundo o ISOGUM [12], a incerteza é avaliada, conforme a sua origem, como Tipo A ou Tipo B. Na avaliação da incerteza Tipo A, a componente da incerteza é obtida a partir da análise estatística dos resultados obtidos no processo de calibração, sendo geralmente caracterizada pelo desvio padrão experimental e pela dispersão dos resultados das medições. Na avaliação Tipo B são levadas em conta dados não obtidos pela análise estatística, mas em função de fatores de influência como: gradiente de temperatura durante a medição, tipo do indicador (analógico ou digital), resolução, erro de paralaxe, instabilidade da rede elétrica, incerteza do padrão de medição, erros geométricos, histerese, deformação mecânica, entre outros.

#### 1.1.6.4. Padrão de Medição

É definido pelo VIM como “medida materializada, instrumento de medição, material de referência ou sistema de medição destinado a definir, realizar, conservar ou reproduzir uma unidade ou um ou mais valores de uma grandeza para servir para referência”. Os padrões de medição são classificados de forma hierárquica, conforme ilustra a Figura 6 e encontram-se devidamente conceituados no VIM [4].



Figura 6 – Estrutura hierárquica dos padrões de medição.

### 1.1.6.5. Materiais de referência

Definido pelo VIM como “material ou substância que tem um ou mais valores de propriedades que são suficientemente homogêneos e bem estabelecidos para ser usado na calibração de um aparelho, na avaliação de um método de medição ou atribuição de valores a materiais”.

Para a garantia e controle da confiabilidade e qualidade das medições em Química são utilizados os Materiais de Referência Certificados (MRC), rastreados a referências nacionais e/ou internacionais, então utilizados na validação e controle de qualidade de métodos e na calibração de instrumentos analíticos.

## 1.2. A normalização

A normalização, que consiste na organização sistemática de atividades específicas pela aplicação de regras comuns, é um processo voluntário baseado no consenso entre diferentes atores econômicos: produtores, consumidores e outras partes interessadas como universidades e institutos de pesquisas. Com a globalização da economia e do comércio, esta atividade assume um papel estratégico nas relações comerciais internacionais e na melhoria da qualidade de vida da sociedade, colaborando para promover o desenvolvimento industrial, científico e tecnológico.

Segundo a definição apresentada no ABNT ISO/IEC GUIA 2:1998 [13], normalização é “atividade que estabelece, em relação a problemas existentes ou potenciais, prescrições destinadas à utilização comum e repetitiva com vistas à obtenção do grau ótimo de ordem, em um dado contexto”. A atividade de normalização subdivide-se em:

- **normalização técnica:** gera normas técnicas, que são voluntárias e definidas por consenso. Segundo o ABNT ISO/IEC GUIA 2:1998, que define os termos gerais e definições relativas à normalização, “norma” é “um documento estabelecido por consenso e aprovado por um organismo reconhecido, que fornece, para uso comum e repetitivo, regras, diretrizes ou características para atividades ou seus resultados, visando à obtenção de um grau ótimo de ordenação em dado contexto”; e

▪ **regulamentação técnica:** gera documentos de caráter obrigatório, normalmente aplicável apenas para regular questões relacionadas à saúde, segurança, defesa do consumidor e proteção ao meio ambiente. Segundo o ABNT ISO/IEC GUIA 2:1998, documento que define os termos gerais e definições relativas à normalização, o “regulamento” é “um documento que contém regras de caráter obrigatório e que é adotado por uma autoridade”.

A dinâmica de elaboração das normas obedece a modelos próprios, estabelecidos pelos organismos de normalização, e utilizam ferramentas democráticas, como a busca pelo consenso e a consulta pública. Embora desejável, já que requer ampla discussão e maturação, este processo costuma ser lento, o que em muitos setores pode ser comprometedor devido às rápidas mudanças tecnológicas impostas pelo processo de inovação.

### 1.2.1. A normalização e sua estrutura mundial

O desenvolvimento da atividade de normalização está a cargo de organismos de normalização independentes que podem ter abrangência setorial, regional ou internacional (Figura 7). Estas organizações buscam, de forma harmônica e integrada, atingir os objetivos da normalização: facilitar a comunicação, reduzir a variedade e custos, proteger o consumidor, assegurar a proteção da vida humana, da saúde e do meio ambiente e eliminar ou reduzir barreiras técnicas ao comércio.

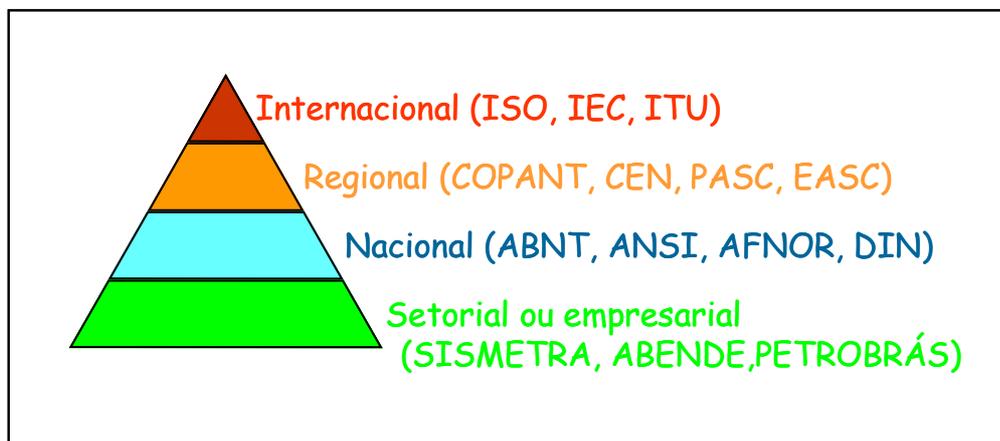


Figura 7 – Níveis da normalização.

**No âmbito internacional** – os organismos internacionais de normalização desenvolvem normas internacionais para aplicação em escala mundial. Estas normas consolidam acordos sobre as melhores práticas e, são compartilhadas e adotadas mundialmente. Em conformidade a essa lógica, constituem-se em referência para o comércio internacional e base para a elaboração da regulamentação técnica dos países.

No cenário atual três organizações lideram o desenvolvimento e disseminação das normas internacionais e recomendações para o mundo:

- IEC (International Electrotechnical Commission);
- ISO (International Organization for Standardization); e
- ITU (International Telecommunication Union).

Segundo o site da ISO<sup>7</sup>, juntas a ISO e a IEC produzem 85% das normas internacionais. Existem outras entidades que atuam na atividade de normalização e regulamentação internacional em setores específicos, tais como:

- Bureau International des Poids et Mesures (BIPM);
- Bureau Internacional de Metrologia Legal ;
- Codex Alimentarius Commission (CAC);
- International Commission on Illumination; e
- World Health Organization (WHO).

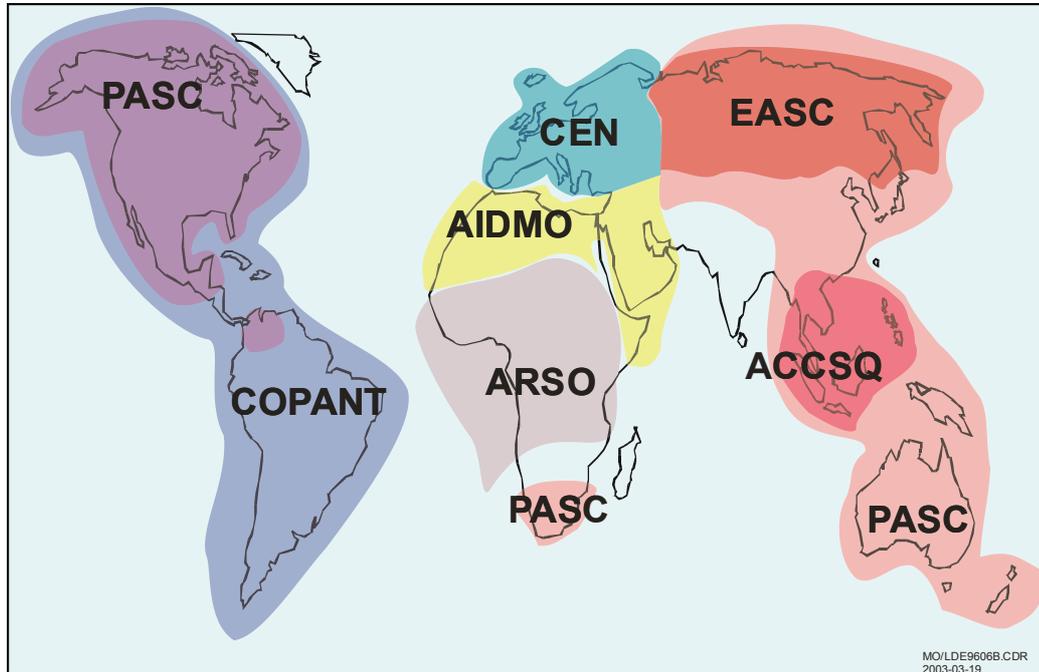
**No âmbito regional** - as organizações que desenvolvem a atividade de normalização em nível regional têm como objetivo atender a necessidades específicas de grupo de países que possuem laços políticos e culturais e localizados em uma determinada região. Estas organizações têm o importante papel de colaborar para a cooperação regional e integrar seus participantes a economia mundial, harmonizando as normas de um bloco de países. A seguir são apresentadas as principais organizações regionais de normalização, ilustradas na Figura 8:

- ACCSQ – Asian Consultative Committee for Standards and Quality;
- AIDMO – Arab Industrial Development and Mining Organization;
- ARSO – African Regional Organization for Standardization;
- CEN – Comité Européen de Normalisation;
- COPANT – Comissão Pan-Americana de Normas Técnicas;

---

<sup>7</sup> [www.iso.org/iso/en/aboutiso/introduction/index.html#twentytwo](http://www.iso.org/iso/en/aboutiso/introduction/index.html#twentytwo), acessado em 08.03.2005.

- EASC – Euro Asian Council for Standardization, Metrology and Certification;
- PASC – Pacific Area Standards Congress.



**Figura 8** – Organizações Regionais de Normalização.

(Fonte: Bryden, Alan (ISO Secretary-General), “International Standards in the global economy”, Brasil, jul/2004) [14].

**Em âmbito nacional** - A normalização em nível nacional é aquela desenvolvida por um determinado país, em comitês técnicos assessorados por grupos de especialistas. Estes especialistas são representantes que se organizam em três grupos, assim assegurando a participação das partes afetadas:

- do setor público: institutos de pesquisa, autoridades;
- do setor privado: representantes da indústria e do comércio;
- consumidores e usuários.

No Brasil, o Organismo Nacional de Normalização é a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Outros exemplos de organismos nacionais de normalização são:

- American National Standards Institute (ANSI), Estados Unidos;
- Association Française de Normalisation (AFNOR), França;
- British Standards Institution (BSI), Inglaterra;
- Deutsch Institut für Normung (DIN), Alemanha; e
- Instituto Português de Qualidade (IPQ), Portugal.

**No âmbito setorial** - as organizações de normalização setoriais elaboram normas que visam atender a setores específicos da atividade econômica, dentre os quais destacam-se:

- grupos de empresas privadas:
  - *International Automotive Oversight Bureau* (IAOB) que tem como membros: a DaimlerChrysler, Ford Motor Company, General Motors e a *Automotive Industry Action Group* (AIAG) e tem a missão de estabelecer a harmonização internacional das normas do setor automotivo.
  - Associação Brasileira de Ensaios Não Destrutivos (ABENDE), que desenvolve normas de Ensaios Não Destrutivos, aplicadas a diversos setores: aeroespacial, automotivo, construção habitacional e a indústria em geral.
- organizações governamentais:
  - Agência Espacial Brasileira (AEB);
  - Agência Nacional de Águas (ANA);
  - Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL);
  - Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL);
  - Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT); e
  - Sistema de Metrologia Aeroespacial (SISMETRA), dentre outras.

Observa-se que as organizações governamentais desenvolvem a atividade de regulamentação técnica, que possui caráter obrigatório.

**No âmbito empresarial** – também empresas tendem a organizar suas atividades de normalização visando, dentre outros objetivos da normalização, desenvolver e organizar seus fornecedores. No Brasil, a Petrobrás constitui-se num excelente exemplo de empresa que implementou um sistema interno de normalização.

### 1.2.2. A International Standardization for Organization (ISO)

A ISO é a federação mundial de organismos de normalização nacional, com secretaria central sediada em Genebra, na Suíça. Possui a missão de promover o desenvolvimento da normalização, e suas atividades correlatas. Atualmente

congrega 150 países membros<sup>8</sup> [15], que se fazem representar pelos seus respectivos organismos de normalização, com direito a voto. A abreviação ISO é utilizada em todos os países e deriva da palavra grega “isos” que significa igual.

As normas ISO contribuem para o desenvolvimento, a fabricação e o fornecimento de produtos e serviços mais eficientes, seguros, e transparentes em organizações industriais, comerciais e governamentais. Facilita as trocas internacionais de bens e serviços e promove a cooperação de atividades intelectual, científica, tecnológica e econômica. O trabalho técnico da ISO consiste no desenvolvimento de acordos internacionais, por intermédio de processo consensual para aplicação voluntária. A ISO concilia os interesses das partes afetadas, isto é, produtores, consumidores, governo e comunidade científica. Elabora, publica e difunde normas internacionais em diversos setores. Especificamente, o elétrico-eletrônico, é responsabilidade da *International Electrotechnical Commission* (IEC) e o setor das telecomunicações, a cargo da *International Telecommunication Union* (ITU).

Exemplos bem sucedidos da utilização de normas internacionais hoje adotadas por vários países referem-se às séries:

- ISO 9000 – Gerenciamento do Sistema da Qualidade – utilizadas por organizações que buscam a excelência da gestão pelo atendimento às expectativas do cliente e às normas e regulamentos vigentes e pela melhoria contínua de seus processos.
- ISO 14000 – Gerenciamento do Meio Ambiente – utilizadas por organizações que desejam minimizar os efeitos danosos causados ao meio ambiente na realização das suas atividades, visando assegurar a melhoria contínua de sua performance em relação a estes aspectos.

As normas ISO são desenvolvidas de modo a garantir a justiça e transparência, estabelecendo critérios que garantam a confiabilidade, segurança, eficiência e alinhamento com os procedimentos da qualidade e terminologia internacionalmente adotados, de acordo com os seguintes princípios:

- **Consenso** (*consensus*) – é levado em consideração os pontos de vista da maioria das partes interessadas. Importante observar que na visão da ISO consenso não denota unanimidade.
- **Soluções globais** (*world wide industry*) – que satisfaçam indústrias em escala mundial;

---

<sup>8</sup>[www.iso.org/iso/en/commcentre/pressreleases/2005/Ref955.html](http://www.iso.org/iso/en/commcentre/pressreleases/2005/Ref955.html), acessado em 08.03.2005.

- **Voluntariedade** (*voluntary*) – a normalização internacional é desenvolvida em função das necessidades do mercado, sempre baseada no envolvimento voluntário.

### 1.2.3. O Processo de elaboração de normas da ISO

Em conformidade a prática internacional<sup>9</sup> [16], as normas ISO são atualmente desenvolvidas por 2952 grupos (comitês técnicos, subcomitês e grupos de trabalho), formados por profissionais especialistas que representam as partes interessadas nas normas e documentos normativos objetos da normalização, vinculados aos setores industriais, empresariais, academia etc.

A sistemática e os critérios de elaboração e aprovação das normas ISO são definidos pela *Part 1* das *ISO/IEC Directives*, que descreve os principais estágios pertinentes: o estudo preliminar (Preliminar Stage); a definição da proposta (Proposal Stage); a preparação do projeto (Preparatory Stage); a submissão aos comitês (Committee Stage); a consulta aos comitês, que podem comentar o projeto de norma (Enquire Stage) e a aprovação do projeto final da norma (Approval Stage).

Além das reuniões presenciais, os membros da ISO desenvolvem seu trabalho utilizando meios eletrônicos, objetivando agilizar os processos normativos, reduzir os custos associados ao processo e cada vez mais atender as expectativas de todas as partes interessadas.

A elaboração das normas ISO inicia-se quando os participantes dos Grupos de Trabalho se reúnem para discutir, debater, argumentar e obter consenso sobre um projeto de norma (Draft). Após esta etapa, este projeto é então apresentado como “Draft International Standard (DIS)”, que será comentado e submetido à votação pelos países membros da ISO após a análise de todos os comentários recebidos durante a fase de formulação do projeto de norma (Draft Standard). Caso a votação do projeto de norma seja favorável, o documento, com eventuais modificações, é então novamente submetido aos membros da ISO como Projeto Final de Norma Internacional (“Final Draft International Standard”). Se a votação deste último documento for pela aprovação, este é então publicado como norma internacional.

---

<sup>9</sup> [www.iso.org/iso/en/aboutiso/isoinfigures/January2005-p1.html](http://www.iso.org/iso/en/aboutiso/isoinfigures/January2005-p1.html), acessado em 08.03.2005.

A ISO desenvolve normas de acordo com rigorosas regras, que visam garantir que estas sejam transparentes e justas. Esta sistemática apresenta a desvantagem de demandar um considerável intervalo de tempo para a obtenção do consenso entre as partes interessadas e para a circulação deste resultado acordado pelos membros da ISO. Para casos e setores específicos, em que a tecnologia avança rapidamente, são realizados acordos sobre especificações técnicas, sem o “status” de uma norma internacional. E estes acordos são disponibilizados ao público em menor espaço de tempo. Para atender a diferentes necessidades a ISO criou, além das normas internacionais, diferentes categorias de documentos, conceituados a seguir:

- **Public Available Section (PAS):** um comitê ou subcomitê técnico (TC/SC) da ISO pode tornar pública uma seção ou item de um documento em desenvolvimento, com a aprovação da maioria simples dos membros participantes.

- **Technical Specification (TS):** especificação técnica é um tipo de publicação da ISO que deve ser submetido durante três meses ao processo de votação e ser aprovado por 2/3 dos membros participantes. O documento é então enviado à secretária central da ISO para ser publicado.

- **Technical Report (TR):** quando um comitê ou subcomitê possui um conjunto de informações, estas podem ser aprovadas e publicadas na forma de Relatório Técnico (TR), com votação favorável da maioria simples dos membros participantes. Atualmente os TR podem ser normativos ou informativos e podem ser classificados em três tipos: (1) projetos de normas que não obtiveram consenso, (2) normas experimentais que atendem a casos e áreas específicos e (3) relatório técnico que possui informações.

- **International Workshop Agreement (IWA):** documentos normativos que não são aprovados pela forma usual, por meio dos comitês técnicos pertencentes à estrutura técnica da ISO. Um IWA é aprovado em um Workshop público, quando as partes interessadas têm a oportunidades de discutir os acordos sobre os requisitos e o processo de aprovação. Num segundo momento, este documento pode ser encaminhado à estrutura técnica da ISO e cursar o processo usual para aprovação de uma norma internacional.

#### 1.2.4. A International Electrotechnical Commission (IEC)

Fundada em 1906, em Londres, a *International Electrotechnical Commission* (IEC) é o organismo internacional de normalização mais antigo em funcionamento. Sua sede está localizada em Genebra, desde 1947. A IEC<sup>10</sup> [17] possui, atualmente, 65 países membros associados.

A IEC tem a missão de promover, por meio de seus membros, a cooperação internacional nas questões sobre normalização eletrotécnica e outras questões relacionadas, destacando-se a avaliação da conformidade para medições nos campos da eletricidade, eletrônica e tecnologias relacionadas.

As normas internacionais elaboradas pela IEC permitem que fabricantes de componentes elétricos e eletrônicos utilizem os mesmos parâmetros quanto a: terminologia, simbologia, padrão de desempenho e segurança. Seus objetivos são:

- (i) atender às exigências de eficiência do mercado global;
- (ii) assegurar primazia e máximo uso mundial dos esquemas de avaliação da conformidade e padrões;
- (iii) acesso e melhoria da qualidade dos produtos e serviços que são regidos por seus padrões;
- (iv) estabelecer condições para a interoperabilidade de sistemas complexos;
- (v) aumentar a eficiência de processos industriais;
- (vi) contribuir para a melhoria da saúde e segurança humanas; e
- (vii) contribuir para a proteção do meio ambiente.

#### 1.2.5. O processo de elaboração de normas da IEC

A normalização no âmbito da IEC<sup>11</sup> [17] é desenvolvida por 172 comitês e subcomitês e por 521 grupos de trabalho, composto por especialistas da área elétrica e eletrônica. A IEC produz dois tipos de publicações:

- **produtos de consenso internacional:** normas internacionais, especificação técnica, relatório técnico, especificação disponível ao público e guias (de caráter não normativo).

<sup>10</sup> [www.iec.ch/news\\_centre/iec\\_figures/figures-e.htm](http://www.iec.ch/news_centre/iec_figures/figures-e.htm), acessado em 08.03.2005.

<sup>11</sup> [www.iec.ch/news\\_centre/iec\\_figures/figures-e.htm](http://www.iec.ch/news_centre/iec_figures/figures-e.htm), acessado em 08.03.2005.

- **produtos de consenso limitado:** acordo técnico industrial (“International Technical Agreement”) e avaliação de tendência tecnológica (“Technology Trend Assessment”).

As normas desenvolvidas pela IEC seguem os critérios estabelecidos na *Part 1* da *ISO/IEC Directives*. Os comitês técnicos da IEC são responsáveis pela elaboração dos documentos técnicos, que são submetidos à votação por todos os membros da IEC.

Com o objetivo de melhorar a eficiência e reduzir custos, a distribuição das publicações é feita exclusivamente na forma eletrônica. Geralmente, desde a fase inicial de projeto até a sua aprovação, uma norma internacional IEC pode demandar de dois a três anos. As publicações dessas normas são identificadas por um código numérico IEC, ou pelo TC/SC respectivamente responsável por essa publicação. As publicações IEC sofrem revisões periódicas, de acordo com o ciclo da tecnologia envolvida.

#### 1.2.6. A International Telecommunication Union (ITU)

A ITU é uma organização internacional de normalização, integrante da Organização das Nações Unidas (ONU), criada em 1934, com sede em Genebra, Suíça, responsável pela padronização das atividades e sistemas de telecomunicação. O trabalho elaborado pela ITU provê subsídio aos governos e ao setor privado, orientando a operação das redes e serviços de telecomunicação e viabilizando a integração entre sistemas de comunicação nacionais. No contexto de sua missão institucional, a ITU tem as seguintes atribuições:

- manter a cooperação entre os países membros, com o objetivo de possibilitar a melhoria e o uso racional das telecomunicações;
- promover a participação e o intercâmbio de entidades e organizações nas atividades da ITU e promover a cooperação e parceria entre os países membros para atingir os objetivos da ITU;
- promover e oferecer assistência técnica no campo das telecomunicações aos países em desenvolvimento;

- promover o desenvolvimento de facilidades técnicas e ganhos de eficiência operacional, com vistas a melhorar os serviços de telecomunicação disponíveis ao público;
- promover a acessibilidade dos serviços de telecomunicações a todos os habitantes do mundo;
- harmonizar as ações dos estados membros e promover a cooperação e parceria entre os estados membros;
- promover, em nível internacional, a adoção do *broader approach* dos assuntos relacionados às telecomunicações, por meio da cooperação com outras organizações mundiais, regionais e não governamentais que tratam das telecomunicações.

Em meio à rápida evolução do setor das telecomunicações, para desenvolver a sua missão a ITU estruturou-se em três setores, descritos a seguir:

- **ITU-T:** setor de telecomunicação desenvolve a atividade de normalização internacional das atividades relacionadas com a telecomunicação, a partir de acordos técnicos internacionais, provendo base técnica para o setor governamental e à indústria da telecomunicação.
- **ITU-R:** setor de radio frequência, responsável por definir as características técnicas e os procedimentos operacionais dos serviços de comunicação sem fio. Desempenha um importante papel de coordenar o espectro de radiofrequência, regulamentando as bandas de frequência dos sinais de telecomunicação.
- **ITU-D:** setor de desenvolvimento tem como principal tarefa promover o investimento e a expansão da infra-estrutura de telecomunicação nos países em desenvolvimento.

### 1.2.7. O processo de elaboração de normas da ITU

As normas elaboradas pelo setor de normalização da ITU (ITU-T) são denominadas Recomendações e possuem caráter voluntário. A ITU –T possui um acervo de mais de 2900 recomendações<sup>12</sup> [18]. Estas recomendações estão agrupadas de acordo com a sua área de abrangência e apresentam especificações técnicas e parâmetros de operação para equipamentos e sistemas de telecomunicação.

---

<sup>12</sup> [www.itu.int/rec](http://www.itu.int/rec), acessado em 16.02.2005.

Os treze grupos de estudo que desenvolvem as recomendações da ITU são constituídos por representantes dos países membros. A participação brasileira nos trabalhos da ITU é feita mediante votação sob coordenação do governo brasileiro, por meio do Ministério da Comunicação e da Agência Nacional de Telecomunicação (ANATEL).

As Recomendações que integram o Grupo A definem os procedimentos adotados nas diversas etapas de elaboração de uma recomendação, tais como: métodos de trabalho, formatação e aprovação.

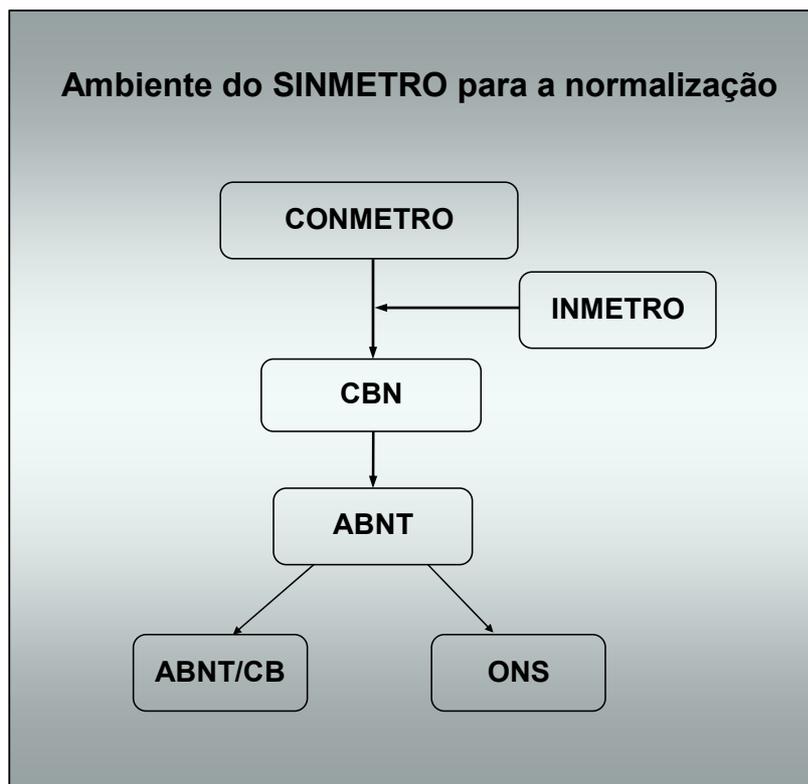
O processo de elaboração de normas da ITU-T tem sido continuamente aprimorado por meio das seguintes ações:

- implementação de procedimentos que acelerem o processo de aprovação das recomendações;
- adoção de meios eletrônicos no processamento e distribuição das recomendações; e
- implementação de um novo processo de aprovação das Recomendações que não tem implicações regulatórias ou de política de telecomunicações e que , por conseguinte, não requerem consulta formal aos Estados Membros (Alternative Approval Process).

### **1.2.8. A normalização no cenário nacional**

No cenário nacional, o Sistema Brasileiro de Normalização (SBN) é um sistema criado no âmbito do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (SINMETRO), tendo o Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (CONMETRO) como seu órgão máximo. O CONMETRO, por sua vez, reconheceu a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) como único fórum nacional de normalização, representante do Brasil nas entidades internacionais de normalização.

A Figura 9 ilustra a estrutura orgânica do Sistema Brasileiro de Normalização. Sucintamente caracterizam-se, a seguir, cada um dos agentes que o compõe.



**Figura 9** – Estrutura do Sistema Brasileiro de Normalização.  
(Fonte Silva, 2002) [19].

**Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (SINMETRO)** – Sistema reconhecido pelo Estado brasileiro, integrando o setor governamental e as iniciativas privadas, articulando a infra-estrutura de serviços tecnológicos para a qualidade e produtividade do País.

**Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (CONMETRO)** – Órgão normativo do SINMETRO, ao qual compete formular, ordenar e supervisionar a política nacional de metrologia, normalização e de certificação da qualidade de produtos industriais. Composto por um colegiado interministerial, integrado pelos ministros do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior; da Ciência e Tecnologia; da Saúde; do Trabalho e Emprego do Meio Ambiente; das Relações Exteriores; da Justiça; da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e da Defesa, participando ainda os Presidentes do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO), da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), da Confederação Nacional da Indústria (CNI) e do Instituto de Defesa do Consumidor (IDEC).

**Comitê Brasileiro de Normalização (CBN)** – Órgão assessor do CONMETRO, com composição paritária entre órgãos do governo e da iniciativa privada, com o objetivo de planejar e avaliar a atividade brasileira de normalização em função

de ofertas e demandas da sociedade brasileira. O CBN também é um órgão de recorrência administrativa no campo da normalização técnica.

**Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO)** – Órgão executivo central do SINMETRO, identificado como secretaria executiva do CONMETRO e do CBN, e fórum de compatibilização dos interesses governamentais, também responsável pela regulamentação em um setor restrito à metrologia legal e pela qualidade de produtos industriais não abrangidos por outros ministérios.

**Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)** - A ABNT é o órgão responsável pela normalização técnica no País, fundada em 1940, para fornecer a base necessária ao desenvolvimento tecnológico brasileiro. É uma entidade privada, sem fins lucrativos, reconhecida como Fórum Nacional de Normalização do SINMETRO, a qual compete coordenar, orientar e supervisionar o processo de elaboração de normas brasileiras (NBR). A ABNT tem como objetivos:

- conscientizar a população de que normas constituem-se, de fato, em um instrumento para a obtenção da qualidade de vida, segurança e progresso de uma nação;
- promover a elaboração de normas técnicas e fomentar seu uso nos campos científico, técnico, comercial, agrícola, de serviços e correlatos, mantendo-as atualizadas, apoiando-se, para tanto, na experiência técnica e em trabalhos de laboratório;
- incentivar e promover a participação de membros voluntários de vários segmentos da sociedade e da comunidade técnica na pesquisa, no desenvolvimento e difusão da normalização do País;
- representar o Brasil nas entidades internacionais de normalização técnica;
- colaborar com organizações similares estrangeiras na troca de normas e informações técnicas;
- conceder, diretamente ou por meio de terceiros, Marca de Conformidade e outros certificados referentes à adoção setorial vigente;
- prestar serviços no campo da normalização técnica; e
- intermediar, junto aos poderes públicos, os interesses da sociedade civil no tocante aos assuntos de normalização técnica.

**Comitê Brasileiro (ABNT/CB)** – O Comitê Brasileiro (ABNT/CB) é o órgão da estrutura da ABNT responsável pela coordenação e planejamento das atividades de normalização que são desenvolvidas em setores específicos. Existem,

atualmente na ABNT<sup>13</sup> [20], 53 Comitês atuando em diversas áreas, tais como: mineração e metalurgia, eletricidade, automotivo, aeronáutica e espaço, energia nuclear, qualidade e normalização em metrologia, entre outros.

**Organismo de Normalização Setorial** - O Organismo de Normalização Setorial (ABNT/ONS) é um organismo público, privado ou misto, sem fins lucrativos, que, entre outras, tem atividades reconhecidas no campo da Normalização em um dado domínio setorial, credenciado pela ABNT segundo critérios aprovados pelo CONMETRO. No âmbito da ABNT<sup>14</sup> [20], atualmente existem 4 Organismos de Normalização Setorial: tecnologia gráfica, petróleo, embalagem e acondicionamento plásticos e normalização setorial de ensaios não destrutivos.

Todo o trabalho dos Comitês Brasileiros e Organismos de Normalização Setorial são orientados para atender ao desenvolvimento da tecnologia e participação efetiva na normalização internacional e regional. Para tratar do assunto não coberto pelo âmbito de atuação dos Comitês Técnicos, existe também a possibilidade de criação de uma Comissão de Estudo Especial Temporária (CEET), que consiste em uma Comissão de Estudo, vinculada à Gerência do Processo de Normalização da ABNT, com objetivo e prazo determinados.

### 1.2.9. O processo de elaboração de normas da ABNT

As normas brasileiras são elaboradas segundo procedimentos e conceitos definidos pelo SINMETRO, fazendo parte integrante deste sistema o setor governamental e a iniciativa privada, objetivando dotar o País de uma infraestrutura de serviços tecnológicos voltados para a qualidade e a produtividade. Relacionam-se, a seguir, os passos para o desenvolvimento de uma norma brasileira:

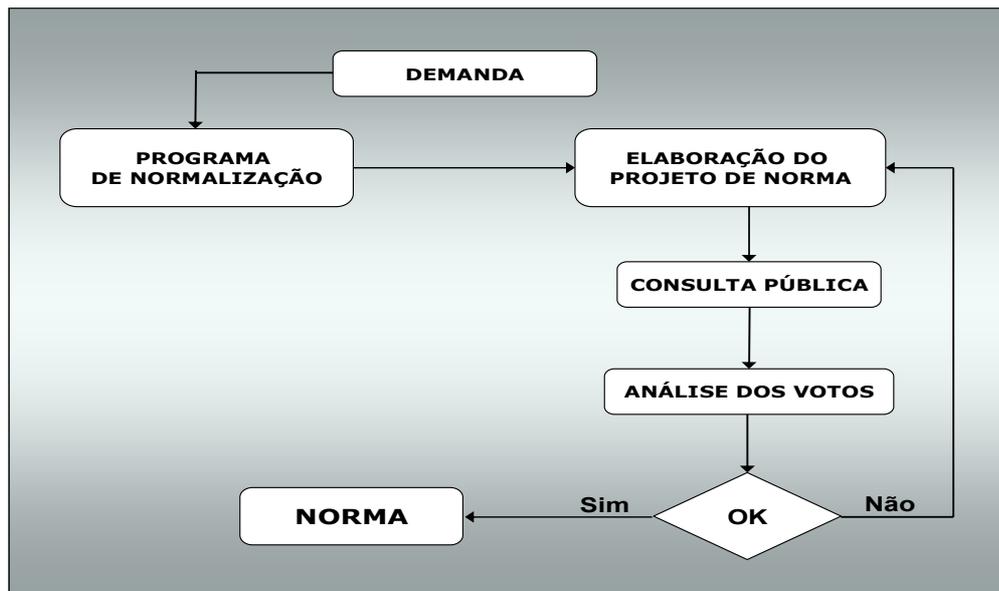
- (1) a sociedade brasileira manifesta a necessidade de uma norma;
- (2) o Comitê Brasileiro (CB) ou Organismo de Normalização Setorial (ONS) analisa e inclui essa necessidade no seu Programa de Normalização Setorial (PNS);
- (3) é criada uma Comissão de Estudo (CE) com a participação voluntária dos diversos segmentos da sociedade ou incorporada esta demanda no plano

<sup>13</sup> [www.abnt.org.br/estrut\\_estrut.htm](http://www.abnt.org.br/estrut_estrut.htm), acessado em 08.03.2005.

<sup>14</sup> [www.abnt.org.br/estrut\\_estrut.htm](http://www.abnt.org.br/estrut_estrut.htm), acessado em 08.03.2005.

- de trabalho da Comissão de estudos já existente e compatível com o escopo do tema solicitado;
- (4) a CE elabora um projeto de norma com base no consenso de seus participantes;
  - (5) o projeto de norma é submetido à Consulta Pública;
  - (6) as sugestões obtidas na Consulta Pública são analisadas pela CE, sendo ou não incorporadas ao projeto inicial da norma, em função dos estudos efetuados, resultando desse processo um documento, o qual aprovado, torna-se uma norma brasileira;
  - (7) a norma brasileira é então impressa e pode ser adquirida nos diversos postos de venda da ABNT nos Estados.

Este processo é esquematicamente regulamentado pelo fluxograma ilustrado pela Figura 10.



**Figura 10** – Processo e elaboração de normas técnicas nacionais.  
(Fonte: Confederação Nacional da Indústria (CNI) – Curso de Normalização, 2001) [21].

Os Comitê Brasileiro (CB) ou Organismo de Normalização Setorial (ONS) mantêm Comissões de Estudo (CE) em atividade nas mais diversas áreas. Estas Comissões de Estudo (CE) são integradas voluntariamente por produtores, consumidores e entidades neutras (universidades, laboratórios, centros de pesquisas e Governo) que, pela via do consenso, analisam e debatem propostas de projetos de norma. Obtido o consenso, o projeto de norma é aprovado e submetido à consulta pública, após o que poderá atingir a condição de Norma Brasileira.

### 1.3. As organizações internacionais de metrologia e normalização e avaliação da conformidade

A busca do reconhecimento das funções da TIB junto aos fóruns internacionais competentes torna-se imprescindível com a globalização dos mercados, assim provêm o suporte técnico e legal ao comércio internacional. Este processo se dá por meio da redução de custos estimulada pelos Acordos de Reconhecimento Mútuo que evitam a duplicação de serviços que visam comprovar a confiabilidade e a qualidade de processos, produtos e serviços.

As organizações que desenvolvem as atividades de metrologia, normalização e avaliação da conformidade integram a estrutura de avaliação da conformidade. Esta estrutura tem enfoque baseado num tripé que fundamenta-se na competência, confiança e na consistência entre entidades técnicas, laboratórios, organismos certificadores e organismos acreditadores.

Estas organizações buscam a harmonização dos sistemas e promovem o desenvolvimento e a prática das atividades de metrologia, normalização e qualidade, favorecendo a formação e disseminação da informação e o aperfeiçoamento de instituições e profissionais. A Figura 11 apresenta as principais organizações tecno-científicas da estrutura internacional regional e nacional relacionadas com as atividades de metrologia, normalização e avaliação da conformidade.

	Organizações de Metrologia		Organizações de Normalização	Organizações de Acreditação		
	METROLOGIA CIENTÍFICA	METROLOGIA LEGAL	NORMALIZAÇÃO	ACREDITAÇÃO DE LABORATÓRIOS	ACREDITAÇÃO DE SISTEMAS E PRODUTOS	ACREDITAÇÃO DE PESSOAL
<b>NÍVEL INTERNACIONAL</b>	CGPM	OIML	ISO IEC ITU	ILAC	IAF	IATCA
<b>NÍVEL REGIONAL (AMÉRICAS)</b>	SIM	SIM	COPANT	IAAC	IAAC	IAAC
<b>NÍVEL NACIONAL (BRASIL)</b>	INMETRO	INMETRO	ABNT	INMETRO	INMETRO	INMETRO

Figura 11 – Organizações de Metrologia, Normalização e Avaliação da Conformidade.

**CGPM** - Conferência Geral de Pesos e Medidas. Conferência mundial de metrologia que ocorre a cada quatro anos. Fórum que reúne os representantes dos países signatários da Convenção do Metro homologando recomendações e aprovações das principais resoluções relativas à metrologia mundial, objetivando assegurar a utilização e o aperfeiçoamento do SI;

**BIPM** – Bureau Internacional de Pesos e Medidas Organismo responsável por assegurar a unificação mundial das medidas físicas e a rastreabilidade dos resultados das medições ao Sistema Internacional de Unidades (SI).

**OIML** – Organização Internacional de Metrologia Legal. Desenvolve modelos de Regulamentação e Recomendações Internacionais visando definir diretrizes metrológicas para a elaboração da regulamentação nacional de várias categorias de instrumentos de medição e sistema de certificação para instrumentos de medição.

**SIM** – Sistema Interamericano de Metrologia. Tem a missão de promover a cooperação no domínio da metrologia entre os 34 países membros da Organização do Estados Americanos (OEA). Contribui para organizar programas de intercomparações entre os padrões metrológicos nacionais e promovendo o uso do SI (Sistema Internacional de Unidades) no continente americano.

**INMETRO** – Instituto de Metrologia Normalização e Qualidade Industrial. Com amplo espectro de atuação é o organismo do Estado Brasileiro responsável pela: metrologia científica e industrial, metrologia legal, avaliação da conformidade, acreditação de laboratórios de calibração e de ensaios, acreditação de organismos de certificação, informação tecnológica e educação para a qualidade. No contexto de sua missão relacionada à metrologia científica, o seu Laboratório Nacional de Metrologia realiza e mantém as unidades do sistema internacional de unidades (SI), disseminando-as aos laboratórios acreditados que, por sua vez, atendem às demandas industriais de serviços metrológicos assegurando à sociedade confiabilidade metrológica nos serviços básicos de Qualidade e de infra-estrutura para a competitividade. Desenvolve também pesquisas em metrologia e ensaios e, participa de programas de comparação interlaboratoriais em níveis nacional regional e internacional.

**ISO** – International Organization for Standardization. É o organismo de normalização internacional, sua principal atividade é o desenvolvimento de normas técnicas, com o objetivo de contribuir para o desenvolvimento, a

fabricação e o fornecimento de produtos e serviços mais eficientes, seguros e transparentes.

**IEC** – International Electrotechnical Commission. Organização de normalização internacional. Tem como objetivo promover, por intermédio de seus membros, a cooperação internacional nas questões sobre normalização eletrotécnica e outras questões relacionadas, notadamente a avaliação da conformidade para medições nos campos da eletricidade, eletrônica e tecnologias relacionadas.

**ITU** – International Telecommunication Union. Organização de normalização internacional que atua na área das telecomunicações. Elabora recomendações e especificações técnicas que orientam à realização da regulamentação do setor de telecomunicações dos países membros. Estabelece também requisitos que visam organizar o mercado global de telecomunicações, orientando os fabricantes do setor e protegendo os consumidores.

**COPANT** – Comissão Pan-Americana de Normas Técnicas. Organização regional constituída pelos organismos de normalização das Américas. Tem o objetivo de promover a elaboração de normas técnicas e atividades correlacionadas entre os países membros, impulsionando o desenvolvimento com vistas ao intercâmbio de produtos e serviços na região.

**ABNT** – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Fórum nacional de normalização. Tem como objetivo promover a elaboração de normas técnicas e fomentar a sua aplicação e representar o Brasil nas entidades internacionais de normalização técnica.

**ILAC** – Cooperação Internacional de Acreditação de Laboratórios. Organização internacional que recomenda normas e regulamentos que devem orientar o processo de acreditação de laboratórios de calibração e ensaios, com o objetivo de comprovar e reconhecer a competência técnica dos mesmos, buscando a realização de Acordos de Reconhecimento Mútuo (MRA) com base na equivalência dos sistemas na realização das atividades laboratoriais.

**IAF** – Fórum Internacional de Acreditação. Organismo internacional que representa as organizações de certificação dos sistemas da qualidade, de gestão ambiental e de produtos, que tem como objetivo facilitar o comércio por meio de Acordos de Reconhecimento Multilateral (MLA) dos certificados e registros de qualidade de produtos e serviços emitidos pelos países membros.

**IAAC** – Cooperação Interamericana de Acreditação. Organização regional das Américas, que tem a missão de promover a cooperação entre organismos que

realizam acreditação de: laboratórios de calibração e ensaio, organismos de inspeção e organismos de certificação.

**IATCA** – Associação Internacional de Certificação de Pessoal. Tem como missão fornecer o reconhecimento aos indivíduos que tendo demonstrado competência com base nos padrões internacionais, possam através das suas ações (auditorias), ajudar a melhorar o desempenho das empresas e incentivar o reconhecimento mútuo de auditores e acreditadores entre os países membros.

**IMEKO** – International Measurement Confederation. Atua como federação mundial de metrologia com o propósito de desenvolver cultura e conhecimento em metrologia. Contrastando com as demais que possuem representações governamentais, o IMEKO<sup>15</sup> reúne sociedades científicas independentes (na sua quase totalidade entidades não governamentais). No Brasil, o IMEKO se faz representar pela Sociedade Brasileira de Metrologia (SBM)<sup>16</sup>.

**WTO** – World Trade Organization. Organização internacional que trata das regras relacionadas ao comércio internacional entre as nações. Fundada em 1995, promove a realização de negociações e acordos comerciais entre seus países membros, com o objetivo de facilitar o comércio de bens e serviços e combater práticas protecionistas.

#### 1.4 A prática internacional da normalização

Alinhado com os princípios básicos da normalização internacional, o presente trabalho relacionado à normalização em metrologia no contexto do SISMETRA também desenvolveu-se em harmonia com os preceitos do Acordo sobre Barreiras Técnicas ao Comércio (Agreement on Technical Barriers to Trade - TBT) da Organização Mundial do Comércio (World Trade Organization)<sup>17</sup>, que representa o fórum mundial responsável pelo estabelecimento das regras relacionadas ao comércio internacional. Como estratégia de funcionamento, opera por intermédio de acordos que fornecem regras para as trocas comerciais entre os países membros (hoje reunindo 148 países).

---

<sup>15</sup> IMEKO: [www.imeko.org](http://www.imeko.org)

<sup>16</sup> SBM: [www.metrologia.org.br](http://www.metrologia.org.br)

<sup>17</sup> WTO: [www.wto.org](http://www.wto.org)

Visando criar uma plataforma universal que intensifique o comércio internacional, o TBT inclui como seu anexo 3 o “Code of Good Practice for the Preparation, Adoption and Application of Standards” [22], estabelecendo critérios mínimos e diretrizes para fundamentar a normalização e a regulamentação técnica. O Anexo 3 do TBT preconiza, de forma explícita, a absoluta necessidade de transparência e ética na atividade de normalização, dentre seus relevantes artigos destacam-se:

- (i) a preocupação que regulamentos, normas, ensaios e procedimentos de certificação não sejam desenvolvidos, adotados ou aplicados com o propósito de criarem obstáculos desnecessários ao comércio internacional;
- (ii) a precaução para que normas e regulamentos aplicados a produtos não privilegiem os produtos nacionais em detrimento de produtos de outros países , sendo comercializados; e
- (iii) a permanente preocupação de sempre preterir normas internacionais ou parte delas como base para desenvolvimento de normas nacionais, exceto naqueles casos extremos em que ficar comprovada a necessidade de imposição de proteção moral, fatores climáticos ou geográficos ou qualquer outra restrição técnica considerada fundamental.