

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**MAPEAMENTO DA ESTRUTURA GLOBAL QUE FORNECE  
CONFIANÇA ÀS MEDIÇÕES: ANÁLISE DA INSERÇÃO  
BRASILEIRA**

**Morgana Pizzolato**

**Porto Alegre, 2006**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**MAPEAMENTO DA ESTRUTURA GLOBAL QUE FORNECE  
CONFIANÇA ÀS MEDIÇÕES: ANÁLISE DA INSERÇÃO  
BRASILEIRA**

**Morgana Pizzolato**

**Orientadores: Carla Schwengber ten Caten e João Alziro Herz da Jornada**

**Banca Examinadora:**

**Prof. Dr. Humberto Siqueira Brandi  
Prof<sup>a</sup>. Dr. Maria Teresa Raya Rodriguez  
Prof. Dr. José Luis Duarte Ribeiro**

**Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia de Produção como requisito parcial à obtenção do título de  
DOUTOR EM ENGENHARIA  
Área de concentração: Sistemas de Qualidade**

**Porto Alegre, 2006**

**Esta tese foi julgada adequada para a obtenção do título de Doutor em Engenharia e aprovada em sua forma final pelos Orientadores e pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção.**

---

Prof<sup>a</sup>. Carla Schwengber ten Caten, Dr.  
PPGEP / UFRGS  
Orientadora

---

Prof. João Alziro Herz da Jornada, Dr.  
INMETRO  
Orientador

---

Prof. Luis Antônio Lindau, Dr.  
Coordenador do PPGEP / UFRGS

**Banca Examinadora:**

**Humberto Siqueira Brandi, Dr.**  
DIMCI / INMETRO

**Maria Teresa Raya Rodriguez, Dr.**  
Instituto de Biociências / UFRGS

**José Luis Duarte Ribeiro, Dr.**  
PPGEP / UFRGS

*O ato de pensar é o trabalho mais pesado que há e talvez seja essa a razão para tão poucos se dedicarem a isso.*

**Henry Ford**

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>7</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>9</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>10</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
1.1 Tema e Objetivos da tese.....	15
1.2 Justificativa do tema e dos objetivos.....	16
1.3 Método de pesquisa.....	19
1.4 Estrutura da tese.....	21
1.5 Delimitações da tese.....	22
<b>2 EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA METROLOGIA.....</b>	<b>23</b>
<b>3 INSTRUMENTOS QUE FORNECEM CONFIANÇA ÀS MEDIÇÕES.....</b>	<b>28</b>
3.1 Sistema Internacional de unidades.....	28
3.2 Rastreabilidade.....	33
3.3 Materiais de referência.....	35
3.4 Incerteza de medição.....	39
3.4.1 Cálculo da incerteza de medição segundo ABNT/INMETRO (2003).....	40
3.4.2 Cálculo da incerteza de medição através da simulação de Monte Carlo.....	43
3.5 Acordos de reconhecimento mútuo.....	46
3.5.1 Acordos de reconhecimento entre participantes do CIPM.....	47
3.5.2 Acordos de reconhecimento entre organismos de avaliação da conformidade.....	51
3.5.3 Acordos de reconhecimento entre organismos da metrologia legal.....	53
3.6 Ensaio de Proficiência.....	54
3.7 Acreditação.....	69
3.8 Metrologia via Internet.....	74

<b>4</b>	<b>MAPEAMENTO DA ESTRUTURA GLOBAL QUE FORNECE CONFIANÇA AS MEDIÇÕES</b>	<b>78</b>
4.1	Subestrutura da sistematização e formalização	79
4.2	Subestrutura da avaliação da conformidade	91
4.2.1	Abrangência da avaliação da conformidade	93
4.2.2	Formas de avaliação da conformidade	95
4.2.3	Metrologia legal	104
4.3	Subestrutura da metrologia científica e industrial	111
4.3.1	Convenção do Metro	111
4.3.2	Institutos nacionais de metrologia	116
4.3.3	Organismos regionais de metrologia	122
4.3.4	Comitês Consultivos e Comitês Conjuntos	123
<b>5</b>	<b>ANÁLISE DO MAPEAMENTO DA ESTRUTURA GLOBAL QUE FORNECE CONFIANÇA ÀS MEDIÇÕES</b>	<b>128</b>
5.1	Entrevistas com especialistas	128
5.2	Análise da inserção brasileira na estrutura global que fornece confiança às medições	131
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>141</b>
6.1	Sugestões de trabalhos futuros	141
6.2	Conclusões	143
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>145</b>
	<b>APÊNDICES</b>	<b>158</b>
	Apêndice A - Planilha de Excel com dados sobre os organismos relacionados na estrutura global que fornece confiança às medições	158
	Apêndice B - Composição dos Comitês Técnicos da OIML	158
	Apêndice C - Composição dos Comitês Consultivos do CIPM	158
	Apêndice D - Mapeamento da estrutura global que fornece confiança às medições	158
	Apêndice E - Relato das entrevistas individuais realizadas com os especialistas	159
	Apêndice F - Tabela de contingência dos países que participam dos organismos que atuam em sistematização e formalização com articulação internacional	167
	Apêndice G - Tabela das distâncias métricas dos países que participam dos organismos que atuam em sistematização e formalização com articulação internacional	170
	Apêndice H - Tabela de contingência dos países que participam dos organismos que atuam em avaliação da conformidade com articulação internacional	173
	Apêndice I - Tabela das distâncias métricas dos países que participam dos organismos que atuam em avaliação da conformidade com articulação internacional	175

Apêndice J - Tabela de contingência dos países que participam dos organismos que atuam em metrologia científica e industrial com articulação internacional .....	177
Apêndice K - Tabela das distâncias métricas dos países que participam dos organismos que atuam em metrologia científica e industrial com articulação internacional ....	179
Apêndice L - Tabela de contingência dos países que participam dos Comitês Consultivos do CIPM.....	181
Apêndice M - Tabela das distâncias métricas dos países que participam dos Comitês Consultivos do CIPM .....	183

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Surgimento cronológico dos organismos que atuam na estrutura global que fornece confiança às medições .....	24
Figura 2	Representação da Convenção do Metro .....	25
Figura 3	Infra-estrutura técnica: contexto global .....	27
Figura 4	Grandezas de base do SI .....	30
Figura 5	Cadeia da rastreabilidade .....	34
Figura 6	Diagrama do método de estimativa da incerteza de medição .....	42
Figura 7	Comparações chave do CIPM e sua extensão às comparações chave das ORM ...	50
Figura 8	Acordos de reconhecimento .....	52
Figura 9	Tipos de ensaios de proficiência .....	56
Figura 10	Provedores de EP brasileiros e seu escopo .....	58
Figura 11	Parceiros da EPTIS .....	59
Figura 12	Fluxo para análise de resultados de EP .....	60
Figura 13	Funções realizadas pelos organismos no processo de fornecer confiança às medições .....	78
Figura 14	Organismos de sistematização e formalização e seus escopos de atuação .....	85
Figura 15	Subestrutura da sistematização e formalização .....	88
Figura 16	Representação macro da subestrutura da sistematização e formalização do processo de fornecer confiança às medições .....	91
Figura 17	Abrangência da avaliação da conformidade .....	93
Figura 18	Guias e normas ISO/IEC e ABNT para avaliação da conformidade .....	100
Figura 19	Subestrutura da avaliação da conformidade: parte 1 .....	101
Figura 20	Subestrutura da avaliação da conformidade: parte 2 (metrologia legal) .....	108



Figura 21	Representação macro da subestrutura da sistematização e formalização e da subestrutura da avaliação da conformidade no processo de fornecer confiança às medições .....	110
Figura 22	Subestrutura da metrologia científica e industrial .....	111
Figura 23	Composição do SINMETRO .....	114
Figura 24	Organograma do INMETRO .....	120
Figura 25	Composição dos Comitês Conjuntos .....	124
Figura 26	Representação macro da estrutura global no processo de fornecer confiança às medições .....	127
Figura 27	Organismo que o especialista representa e sua área de conhecimento .....	129
Figura 28	Mapa perceptual dos países que participam dos organismos de sistematização e formalização com articulação internacional .....	133
Figura 29	Mapa perceptual dos países que participam dos organismos de avaliação da conformidade com articulação internacional .....	135
Figura 30	Mapa perceptual dos países que participam dos organismos de metrologia científica e industrial com articulação internacional .....	136
Figura 31	Mapa perceptual dos países que participam dos Comitês Consultivos do CIPM .....	137

## RESUMO

Esta tese apresenta o mapeamento da estrutura global que fornece confiança às medições, a qual visa ser uma ferramenta de auxílio na tomada de decisões estratégicas relacionadas à inserção brasileira no processo de fornecer confiança às medições. A tese contempla inicialmente um relato da evolução histórica do surgimento dos organismos relacionados à metrologia e identifica e descreve os instrumentos envolvidos no processo de fornecer confiança às medições. O mapeamento da estrutura global que fornece confiança às medições foi desenvolvido a partir de informações da literatura dos organismos que fazem parte da estrutura global e corroborada pelas entrevistas com especialistas da área. Para realizar o mapeamento foi entendido o processo de fornecer confiança às medições identificando as funções que o compõem. Os organismos que realizam as funções foram agrupados em subestruturas. A primeira subestrutura contempla a função de entender as demandas para os produtos e serviços. Esse entendimento é realizado através da sistematização e da formalização das especificações demandadas. A segunda subestrutura contempla a função de garantir a conformidade das especificações demandadas e das avaliações de produtos e serviços. Essa garantia é realizada através da avaliação da conformidade de primeira, segunda e terceira partes. A terceira subestrutura contempla a função de fornecer confiança ao resultado das medições de produtos e serviços, que é realizada através da metrologia científica e industrial. Cada uma dessas subestruturas foi detalhada e foram identificados os organismos internacionais, regionais, nacionais e seus relacionamentos, gerando assim o mapeamento da estrutura global que fornece confiança às medições. Com este mapeamento foi possível identificar os organismos nos quais o Brasil possui representação. A partir desta identificação foi realizada uma análise estatística para comparar a inserção brasileira nos organismos internacionais que atuam nas três funções do processo de fornecer confiança às medições.

## **ABSTRACT**

This thesis presents the mapping of global structure that provides reliance to measurements, which aims to be a support tool in taking strategic decisions that are related to the Brazilian insertion in the process that provides reliance to measurements. The thesis contemplates initially the organisms historical evolution related to metrology, and identifies and describes instruments involved in the process of providing reliable measurements. The mapping of global structure that provides reliance to measurements was developed based on organism's literature information that are part of global structure, and also on interviews with specialists of this area. In order to accomplish the mapping, it was necessary to understand the process of providing reliance to measurements by identifying the functions that compose the mapping process. Organisms that carry through the functions were grouped in substructures. The first substructure contemplates the function of understanding the demands for products and services. This understanding is accomplished by systematization and formalization of demanded specifications. The second substructure contemplates the function of guaranteeing the conformity of demanded specifications and of products and services' evaluations. This guarantee is carried through conformity assessment through first, second and third part. The third substructure contemplates the function of providing reliance to the measurements result of products and services, which is carried through the scientific and industrial metrology. Each one of these substructures was detailed and the international, regional, national organisms and its relationships were identified, thus generating the mapping of global structure that provides reliance to measurements. Using this mapping it was possible to identify the organisms in which Brazil has representation. From this identification a statistical analysis was carried through to compare the Brazilian insertion into the international organisms that act on the three functions of the process of providing reliance to measurements.

## 1 INTRODUÇÃO

A metrologia surgiu há mais de 5000 anos em civilizações que necessitavam dar consistência às medidas utilizadas em seu cotidiano. Tais medidas forneciam informações necessárias para o Estado se organizar, planejar, defender e taxar com eficiência. A intervenção estatal fornecia a confiança necessária para facilitar as transações comerciais, estabelecendo as regras para a metrologia. A exigência fundamental para assegurar consistência era a de que todas as medidas fossem derivadas de padrões, o que atualmente se define como rastreabilidade (BIRCH, 2003).

Segundo INMETRO (2005-I, p. 21), “Metrologia é a ciência da medição. A metrologia abrange todos os aspectos teóricos e práticos relativos às medições, qualquer que seja a incerteza, em quaisquer campos da ciência ou da tecnologia, é a ciência da medição associada à avaliação da sua incerteza”.

Essa definição coincide com as impressões da grande maioria das pessoas, usuárias ou não da metrologia. Por essa razão, é importante esclarecer que para que a metrologia aconteça é necessário mais do que simplesmente medir. Para Howarth e Redgrave (2004), a metrologia como a **ciência da medição** tem três atividades principais: a definição de unidades de medida internacionalmente aceitas (por exemplo, o metro); a realização das unidades de medida através de métodos científicos (por exemplo, a realização do metro através do uso do raio laser); e o estabelecimento da cadeia de rastreabilidade determinando e documentando o valor e a exatidão da medição e disseminando o conhecimento (por exemplo, publicar a relação entre um micrômetro e um padrão de referência de um laboratório de metrologia ótica de comprimento num congresso).

É importante garantir que os sistemas e meios de medição apresentem informações confiáveis e possibilitem aos gestores tomar as decisões mais corretas possíveis. Para gerar informações confiáveis, é necessário realizar o estudo de padrões existentes, adotando mecanismos que permitam efetivar a rastreabilidade das medições. Dessa forma, são viáveis o levantamento das incertezas percebidas, a seleção e qualificação de sistemas de medição e a gestão da metrologia aplicadas em cada organização. Os organismos que se preocupam em fornecer confiança às medições utilizam, o que é aqui denominado, **instrumentos que fornecem confiança às medições**. Os instrumentos consistem em formas de controle ou atividades sistematizadas que visam auxiliar os laboratórios de medição e ensaios, com o fim de garantir que essas medições sejam confiáveis.

Para fins de organização, a metrologia foi categorizada em metrologia científica, industrial e legal e, segundo Howarth e Redgrave (2004), essa categorização é relacionada aos diferentes níveis de complexidade e exatidão. De acordo com esses autores, a metrologia científica trata da organização e desenvolvimento de padrões de medida e de sua manutenção. A metrologia industrial assegura o funcionamento adequado dos instrumentos de medição utilizados na indústria para produção e para desenvolvimento de produtos e processos. A metrologia legal, segundo OIML (2004-b), está relacionada a procedimentos administrativos e técnicos estabelecidos por ou para referência de autoridades públicas. São implementados para especificar e assegurar, de maneira contratual ou reguladora, a qualidade e a credibilidade apropriadas das medições, tais como o comércio, a saúde, a segurança e o meio ambiente. Essas três categorias relacionadas à metrologia são essenciais para assegurar sistemas de medida nacionais consistentes, rastreáveis a padrões internacionais, estabelecendo assim, a equivalência entre as medições realizadas em países diferentes (BIPM, 2004-k).

O sucesso econômico dos produtos manufaturados depende da qualidade de sua produção, e tal qualidade depende, por sua vez, tanto da fabricação quanto das medições realizadas em tais produtos. Essa dependência acontece nas mais diferentes áreas do conhecimento. As telecomunicações, os transportes e a navegação dependem de medições corretas relacionadas à frequência e ao tempo que permitem realizar localizações exatas de tempo e espaço. Isso possibilita, por exemplo, que uma aeronave pouse, mesmo com pouca visibilidade. A saúde e a segurança humanas dependem de diagnósticos médicos e terapêuticos corretos. Na área da agricultura, os alimentos dependem de medições corretas com respeito à quantidade de aditivos e pesticidas que neles são depositados. Entretanto, todas essas medições para serem corretas necessitam de padrões de medição estáveis e exatos (QUINN; KOVALEVSKY, 2005).

A metrologia é essencial na pesquisa científica, e a pesquisa científica forma as bases do desenvolvimento da metrologia. Isso significa dizer que a ciência é completamente dependente das medições. Os avanços da ciência remetem às fronteiras do possível, e a metrologia segue os aspectos metrológicos dessas novas descobertas. Assim, melhores ferramentas metrológicas permitem aos pesquisadores continuar suas descobertas, e a metrologia que se desenvolve pode continuar a fazer parceria com a indústria e a pesquisa, criando assim um círculo virtuoso de desenvolvimento e melhoria (HOWARTH; REDGRAVE, 2004).

Segundo MCT (2001), o comércio internacional está em escala crescente, orientado pela capacidade dos organismos de incorporar, contínua e sistematicamente, inovações

tecnológicas de produtos, de processos e gerenciais. Além desse quadro, por si só exigente de medidas corretas para adequação, os organismos ainda se defrontam com o crescimento das chamadas barreiras técnicas ao comércio. As barreiras técnicas ao comércio podem ser representadas pelas crescentes exigências de certificação de produtos e serviços, segundo algum padrão normativo internacionalmente aceito.

Com relação ao comércio internacional dos países em desenvolvimento, um aspecto importante está relacionado à capacidade de demonstrar que seus produtos exportados obedecem às restrições sanitárias e fito-sanitárias dos países importadores (SCC, 2004). Um exemplo do alto custo que a falta desta capacidade traz foi a recusa da União Européia de importar peixes do Lago Victória (localizado na parte ocidental do Grande Vale do Rift, na África Oriental), em virtude das dúvidas a respeito de seu nível de poluição. Os países envolvidos, Quênia, Tanzânia e Uganda, perderam em torno de dois milhões de euros, durante dois anos, os quais foram recuperados apenas depois de adequarem sua estrutura metrológica de ensaios para realizar nos peixes os testes necessários para sua exportação (BIPM, 2003-b).

A capacidade técnica de realizar medições confiáveis não tem como único objetivo reduzir custos com falhas, mas também, e principalmente, fornecer proteção à saúde e segurança à população do país. O estabelecimento de produção de alta tecnologia em qualquer país necessita de uma infra-estrutura básica, que inclui a metrologia. A falta dessa infra-estrutura tecnológica é certamente um impedimento para o desenvolvimento do país (QUINN; KOVALEVSKY, 2005).

Para as pessoas não envolvidas diretamente com ciência é muito importante ter segurança na confiabilidade da exatidão das medições realizadas pelos cientistas e metrologistas. Para tanto, é essencial que os sistemas de medidas utilizados sejam aceitos e entendidos como coerentes e universais. Medidas erradas ou inexatas podem conduzir a decisões erradas com conseqüências sérias, representando custos, e até mesmo, comprometendo vidas. As conseqüências humanas e financeiras de decisões erradas baseadas em medições inexatas referentes a assuntos como saúde, meio-ambiente e poluição são incalculáveis. Metrologistas são envolvidos continuamente no desenvolvimento de novas técnicas de medição, instrumentação e procedimentos para satisfazer à demanda, já crescente, para maior exatidão confiança e rapidez de resposta (BIPM, 2004-i).

De acordo com Jornada (2005), a problemática central da metrologia reside no tripé qualidade, credibilidade e universalidade dos resultados. Para que essa problemática seja entendida e solucionada, se faz necessário o conhecimento e o entendimento da estrutura

global, que inclui os organismos e os instrumentos que eles aplicam no processo de fornecer confiança às medições.

A originalidade deste trabalho exige que nessas palavras iniciais já sejam apresentados, relacionados e padronizados os termos e a nomenclatura aqui utilizados. Dessa forma, para facilitar o entendimento e organizar os conteúdos aqui tratados foram definidos termos próprios para uso nesta tese, os quais não foram ainda utilizados pelos autores da literatura da área.

**Funções:** são as atividades necessárias para a realização do processo de fornecer confiança às medições. São elas: entender as demandas para os produtos e serviços, garantir a conformidade das especificações demandadas dos produtos e serviços e fornecer confiança ao resultado das medições de produtos e serviços.

**Organismos:** são todos aqueles que executam alguma função relacionada ao processo de fornecer confiança às medições.

**Estrutura global que fornece confiança às medições:** são os organismos, seus relacionamentos e suas articulações (internacionais, regionais e nacionais), que atuam no processo de fornecer confiança às medições, realizando as funções citadas anteriormente. São considerados organismos de articulação internacional na estrutura que fornece confiança as medições aqueles que têm atuação em no mínimo três continentes. São considerados organismos regionais da estrutura, aqueles que têm articulação em regiões geográficas específicas, envolvendo mais de dois países, como por exemplo, os organismos que atuam na Europa, os que atuam nas Américas e assim por diante. E por fim, são considerados organismos nacionais da estrutura aqueles que têm articulação apenas no seu país.

**Subestruturas:** são as subdivisões da estrutura global que fornece confiança às medições. A estrutura é subdividida com base nas funções que os organismos realizam no processo de fornecer confiança às medições. A primeira subestrutura contempla a função de entender as demandas para os produtos e serviços. Esse entendimento é realizado através da sistematização e da formalização das especificações demandadas. A segunda subestrutura contempla a função de garantir a conformidade das especificações demandadas e das avaliações de produtos e serviços. Essa garantia é realizada através da avaliação da conformidade de primeira, segunda e terceira parte. A terceira subestrutura contempla a função de fornecer confiança ao resultado das medições de produtos e serviços, que é realizada através da metrologia científica e industrial.

Nesse contexto, à medida que se alarga e se aprofunda a discussão sobre o tema, alguns questionamentos se apresentam:

- a) existe um processo que fornece confiança às medições?
- b) como acontece o processo de fornecer confiança às medições?
- c) quem atua nesse processo?
- d) como é o relacionamento entre os organismos que atuam no processo de fornecer confiança às medições?
- e) quais são os instrumentos que fornecem confiança às medições?
- f) como os organismos brasileiros se relacionam com os demais organismos internacionais e regionais que atuam no processo de fornecer confiança às medições?
- g) é possível fazer uma comparação da participação brasileira com outros países que fazem parte da estrutura que fornece confiança às medições?
- h) o conhecimento dessa estrutura facilitará e orientará a tomada de decisões estratégicas relacionadas ao fornecimento da confiança às medições?
- i) como facilitar o entendimento da estrutura que fornece confiança às medições?

## **1.1 TEMA E OBJETIVOS DA TESE**

O tema desta tese refere-se ao processo de fornecer confiança às medições, tendo em vista sua estrutura, suas funções e os organismos que atuam nesse processo, envolvendo as áreas de metrologia, qualidade e avaliação da conformidade.

O objetivo geral é elaborar o mapeamento da estrutura global que fornece confiança às medições, identificando a inserção brasileira, de tal forma que esse mapeamento sirva como ferramenta para tomada de decisão no tocante à metrologia.

Os objetivos específicos são:

- a) identificar e descrever os instrumentos envolvidos no processo de fornecer confiança às medições;
- b) descrever as funções do processo de fornecer confiança às medições e agrupar e identificar os organismos internacionais, regionais, nacionais em subestruturas de acordo com as funções;
- e) identificar e analisar a inserção brasileira na estrutura global do processo de fornecer confiança às medições.



## **1.2 JUSTIFICATIVA DO TEMA E DOS OBJETIVOS**

De acordo com MCT (2001) e (2002), existe uma demanda por aplicações da metrologia que pode ser originária das inovações tecnológicas, do desenvolvimento de produtos, dos serviços e de normas e/ou regulamentos do comércio, dentre outros requisitos. Tal demanda consiste em verificar se o produto, processo ou serviço atende às características necessárias para seu uso. Essa verificação utiliza a realização de medições, dentre outros recursos. Dessa forma, pode-se perceber que são essas medições que garantem que os produtos, processos e serviços estejam de acordo com o que foi demandado. As medições, por sua vez, precisam ter qualidade, credibilidade e universalidade, que pode caracterizam a confiabilidade metrológica.

Como exemplo da importância da verificação das características dos produtos, processos ou serviços, Mallett (1998) observa que, em 1998, divergências em normas de região para região, requisitos de avaliação da conformidade complexos e outras barreiras relacionadas à normalização impediram negociações adicionais de US\$20 a US\$40 bilhões no mercado interno norte-americano.

De acordo com CBM (2003), a importância da metrologia no Brasil e fora dele vem crescendo significativamente. Esse crescimento é devido, principalmente, à busca por inovação de produtos com processos de alta tecnologia para se manter no mercado altamente competitivo e globalizado. Também é devido ao reconhecimento dos direitos do consumidor, que passou a ser amparado por leis e regulamentos e devido à entrada em operação das agências reguladoras no Brasil.

Para MCT (2001), a ciência e a tecnologia necessárias para o desenvolvimento do Brasil, principalmente no que tange à pesquisa e ao desenvolvimento, não estão dissociadas da metrologia. Para avançar em inovação é necessário que as pessoas envolvidas com essas atividades conheçam quais os instrumentos disponíveis para fornecer confiança às suas medições. Além disso, também é importante conhecer a estrutura disponível, no Brasil e no mundo, para a metrologia, ou seja, conhecer quem realiza as ações necessárias para a metrologia, como se relacionam com os diferentes organismos da área e com quais instrumentos trabalham.

De acordo com JCDCMAS (2004) os regulamentos técnicos, a metrologia, a normalização e a avaliação da conformidade formam a infra-estrutura técnica que permite o desenvolvimento sustentável nos países em desenvolvimento e em transição. A infra-estrutura

técnica é utilizada pela sociedade para fornecer otimização da produção, da saúde, orientação ao consumidor, meio ambiente, segurança e qualidade, bem como gerenciar riscos.

Realizar medições não é um fim em si mesmo. Realizar medições é a parte visível de um processo complexo que passa despercebido do usuário comum: o processo de fornecer confiança às medições. Esse processo é realizado por organismos que executam suas funções (Figura 13), ou seja, realizam as ações no referido processo. Os organismos e seus relacionamentos dão origem ao que é denominado nessa tese de **estrutura global que fornece confiança às medições**. Numa situação similar a esse trabalho, na qual o instituto nacional de metrologia da Alemanha (PTB, 2006) descreve sua participação em organismos envolvidos com o processo de fornecer confiança às medições, esse instituto a define como *worldwide network of metrology* (rede mundial de metrologia). O conhecimento dessa estrutura pode auxiliar no entendimento do processo de fornecer confiança às medições, bem como na tomada de decisão a respeito das melhores ações para a melhoria e crescimento da estrutura.

De uma maneira geral, a estrutura existente de organismos e instrumentos subjacentes, que fornecem confiança às medições, auxiliam na qualificação de laboratórios que realizam medições, com o intuito de que estas sejam confiáveis. Essa qualificação engloba qualquer ação que garanta que as medições sejam aceitas em diferentes mercados consumidores, atendendo à demanda metrológica. Esse é um fator de importância para a economia dos países, pois ter medições confiáveis e reconhecidas facilita a entrada em mercados externos.

Outro aspecto importante a ser registrado é que a estrutura atual que fornece confiança às medições tem uma natureza complexa, de difícil entendimento em função da diversidade de organismos envolvidos, da falta de expressão formal dos relacionamentos existentes entre eles e das diversas áreas de conhecimento envolvidas. Essa situação complexa é consequência da evolução natural das necessidades da indústria, do comércio e da pesquisa, associada à constante modificação dessa estrutura, ou seja, do seu dinamismo. A construção de um mapeamento para essa estrutura tem papel fundamental na tomada de decisão estratégica, seja de organismos governamentais ou não governamentais da área e, também, para as negociações industriais e comerciais em todo o mundo.

Mesmo os especialistas que realizam medições têm dificuldades de enxergar a estrutura que está além do âmbito de seu domínio. Existem, para os usuários da metrologia em todos os níveis, dúvidas relacionadas a quais são os organismos que atuam em metrologia no mundo, o que cada um faz e como se relacionam entre si. Devido a essa dificuldade, a tomada de decisão relacionada à metrologia fica prejudicada, permanecendo sempre uma pergunta:

como tomar uma decisão adequada a respeito de um assunto que, além de complexo, tem seu contexto pouco elucidado?

A descrição dessa estrutura através de um mapeamento que a sintetize, conferindo clareza e facilitando sua compreensão, dará suporte à tomada de decisão, o que em outras palavras configura-se como parte da disciplina de Gerenciamento da Metrologia. Os recursos disponíveis para a gestão da metrologia ainda são escassos, haja vista que a literatura disponível a respeito do tema está pulverizada nas informações disponíveis nos *web sites* dos organismos envolvidos com metrologia. O trabalho de Howarth e Redgrave (2004), corrobora essa afirmação. O objetivo principal dos autores, no livro *Metrology in short*, é o aumento do consenso da metrologia e o estabelecimento de uma estrutura de referência comum. Além disso, os autores deixam claro que inexistem um consenso no entendimento e na forma da estrutura que fornece confiança às medições. Isso mostra a necessidade de elaborar um mapeamento que seja utilizado como estrutura de referência global, abrangente o suficiente para atender às necessidades de consulta dos usuários da metrologia.

Nesse sentido, sugere-se elaborar um mapeamento destinado a representar a estrutura global que fornece confiança às medições. Além disso, é preciso um mapeamento que contemple da forma mais abrangente possível os organismos que atuam na área, bem como as relações existentes entre eles, obedecendo a uma estrutura lógica de agrupamento. É necessário salientar que esse mapeamento é realizado com base em conceitos já consolidados. Entretanto, a contribuição do presente trabalho está no arranjo dado a esses conceitos, na identificação dos organismos que atuam nas diferentes funções do processo, e conseqüentemente, na estrutura global que fornece confiança às medições e nos seus relacionamentos.

Outro fator importante a ser considerado é o conhecimento da inserção brasileira nessa estrutura. À medida que se conhece a participação dos organismos (nacionais, regionais e internacionais) nas diferentes áreas da estrutura pode-se fazer uma análise comparativa a respeito da inserção brasileira. A partir do conhecimento da estrutura que fornece confiança às medições e da inserção dos organismos, especificamente da brasileira, a tomada de decisão, relacionada ao rumo a ser dado aos organismos brasileiros, poderá ser realizada sobre bases sólidas.

### 1.3 MÉTODO DE PESQUISA

De acordo com Garcia (1998), pesquisar consiste em executar um conjunto de ações estratégicas integradas e harmonizadas em seqüência para gerar conhecimento original, de acordo com determinadas exigências e condições. Para Cervo e Bervian (2002), o método científico é a ordem a que são impostos os diferentes conjuntos de processos utilizados para investigar e atingir certo fim.

A pesquisa realizada para execução dessa tese pode ser classificada como aplicada, visto que gera conhecimentos úteis à solução de problemas (BOAVENTURA, 2004), ou seja, pretende-se com este trabalho contribuir de forma prática para o avanço da grande área da metrologia. Quanto aos seus objetivos, pode ser classificada como descritiva porque identifica as características da população, que de acordo com Gil (2002) é uma característica deste tipo de pesquisa. Para Gressler (2003), a pesquisa descritiva é utilizada para descrever fenômenos, situações e eventos existentes e presentes. A pesquisa descritiva também identifica problemas, justifica condições, compara e avalia o que está sendo realizado em situações similares, para com isso clarear situações que sirvam de base para futuros planejamentos (GRESSLER, 2003).

Por fim, quanto aos procedimentos, pode ser classificada como estudo de caso, porque se trata de uma observação detalhada (BODGAN; BIKLEN, 1994 *apud* BOAVENTURA, 2004) do contexto em que a metrologia se insere de forma a entender essa observação e, então, elaborar seu mapeamento ou modelo. Vale, nesse ponto, elucidar que modelo, de acordo com Cooper e Schindler (2003), pode ser definido como uma representação de um sistema que pode ser utilizado para estudar algum aspecto do sistema ou mesmo o sistema como um todo.

O desenvolvimento desta pesquisa passa pela definição da abrangência, da ampliação e adequação de conceitos, do estabelecimento das variáveis pesquisadas e dos objetivos da pesquisa. A isso complementa-se a identificação e descrição dos organismos que atuam no processo de fornecer confiança às medições e a elaboração do mapeamento da estrutura global que fornece confiança às medições. Ademais, através da coleta de dados qualitativos, junto a especialistas da área, buscou-se validar o mapeamento realizado. E também, a partir do tratamento dos dados coletados e validados, buscou-se analisar e comparar com outros países a participação brasileira nessa estrutura. Para a realização da tese, foram executadas as etapas apresentadas na seqüência.

- a) acompanhamento das atividades na Diretoria de Metrologia Científica e Industrial no INMETRO, possibilitando, dessa forma, os contatos com profissionais dos diferentes laboratórios e departamentos do INMETRO; coleta de informações e pesquisa na literatura a respeito da estrutura e do funcionamento da metrologia no INMETRO e no mundo;
- b) classificação, descrição e identificação das funções dos organismos e dos instrumentos relacionados à estrutura que fornece confiança às medições;
- c) classificação, descrição, agrupamento e identificação dos relacionamentos dos organismos que atuam na estrutura que fornece confiança às medições;
- d) mapeamento da estrutura global que fornece confiança às medições, com base no entendimento e conhecimento adquiridos na etapa anterior;
- e) validação do mapeamento da estrutura global que fornece confiança às medições com especialistas das diferentes áreas da metrologia, através de entrevistas individuais;
- f) ajuste do mapeamento da estrutura global que fornece confiança às medições conforme sugestões dos especialistas.
- g) análise e comparação com outros países da participação brasileira na estrutura global que fornece confiança as medições.

As etapas *a*, *b*, *c* e *d* foram realizadas através da observação, da consulta bibliográfica e da transcrição do conhecimento adquirido para o texto da tese.

Para realizar a etapa *e*, a validação do mapeamento da estrutura global que fornece confiança às medições, utilizou-se um método qualitativo para a coleta e análise de dados. De acordo com Richardson (1999), existem diferentes situações onde se pode utilizar o método qualitativo para coleta de dados. A situação da validação do mapeamento desta tese é uma delas, pois as observações qualitativas são utilizadas como indicadores do funcionamento da estrutura global, na visão dos especialistas entrevistados. Complementando a justificativa do uso do método qualitativo pode-se citar Gressler (2003), que diz que esse método ou abordagem é utilizado quando se busca descrever a complexidade de determinado problema, sem envolver manipulação de variáveis e estudos experimentais. Segundo a autora, a abordagem qualitativa busca levar em consideração todos os elementos de uma situação, com suas interações e reciprocidades, numa visão sistêmica dos acontecimentos.

A partir das informações fornecidas pelos entrevistados, o mapeamento foi revisado e ajustado de acordo com o que foi julgado adequado pela autora (etapa *f*). Salienta-se que as

subestruturas do mapeamento, apresentadas no capítulo 4, já estão de acordo com as opiniões dos especialistas.

Com o mapeamento construído com base na pesquisa documental e nas entrevistas com os especialistas, pode-se conhecer a participação dos países nos organismos e conseqüentemente na estrutura global, realizando assim a etapa g. Os dados obtidos do mapeamento indicam quantas vezes um país participa de um ou outro organismo nas diferentes etapas do processo de fornecer confiança às medições, e podem ser considerados dados qualitativos ou variáveis categóricas. Uma técnica multivariada para analisar dados categóricos é a análise de correspondência. O objetivo da análise de correspondência é estudar a associação entre as variáveis categóricas  $X$  e  $Y$  (MINGOTI, 2005).

De acordo com Hair et al. (2005), a análise de correspondência permite quantificar os dados qualitativos encontrados em variáveis nominais. Ela utiliza uma tabela de contingência que é a tabulação cruzada de duas variáveis categóricas. Por meio da análise de correspondência, a associação de duas variáveis categóricas, por exemplo, organismos e países, é mostrada num mapa bi ou tri dimensional. Organismos e países que são percebidos como semelhantes são colocados próximos uns dos outros. Dessa forma, a análise de correspondência fornece uma representação multivariada da independência para as variáveis categóricas, o que não é possível com outros métodos. Com essa ferramenta, neste trabalho, foi possível avaliar a inserção brasileira na estrutura global que fornece confiança às medições.

#### **1.4 ESTRUTURA DA TESE**

Esta tese está estruturada em seis capítulos distribuídos conforme explicado a seguir. O capítulo 1 apresenta o tema, os objetivos gerais e específicos, a justificativa, o método de pesquisa, a estrutura da tese e suas delimitações.

O capítulo 2 apresenta a evolução histórica da metrologia no mundo. Suas primeiras tentativas de organização e a representação de sua estrutura por parte de organismos internacionais e de institutos nacionais de metrologia.

O capítulo 3 apresenta os instrumentos que fornecem confiança às medições. São apresentados nesta tese, como instrumentos que fornecem confiança às medições, o sistema internacional de unidades, a rastreabilidade, os materiais de referência, a incerteza de

medição, os acordos de reconhecimento mútuo, os ensaios de proficiência, a acreditação (avaliação da conformidade de terceira parte) e por fim a metrologia habilitada para Internet.

O capítulo 4 apresenta o mapeamento da estrutura global que fornece confiança às medições. Para tanto, esse capítulo apresenta os conceitos necessários para conhecer a estrutura global que fornece confiança às medições e o mapeamento de cada uma das subestruturas, mostrando as articulações internacionais, regionais, nacionais e brasileiras dos organismos. No fechamento de cada item desse capítulo vai sendo consolidado o mapeamento da estrutura global que fornece confiança às medições.

O capítulo 5 apresenta a análise do mapeamento da estrutura global que fornece confiança às medições. Inicia apresentando o resultado das entrevistas individuais com os especialistas para a validação do mapeamento da estrutura. Analisa e discute a inserção brasileira na estrutura global. Por fim, esse capítulo faz uma análise da tendência do comportamento da estrutura global que fornece confiança às medições.

O capítulo 6 apresenta sugestões de trabalhos futuros e a conclusão da tese com um apanhado geral do que foi discutido e suas contribuições.

## **1.5 DELIMITAÇÕES DA TESE**

Nessa tese foram considerados os instrumentos que fornecem confiança às medições mais utilizados pelos organismos no processo de fornecer confiança às medições, e também aqueles considerados novos na área. Outros instrumentos poderão ser investigados no futuro.

A tese não detalha o entendimento da origem da demanda de produtos e serviços e não procura explicar a informação tecnológica necessária para o funcionamento da estrutura global que fornece confiança às medições.

O mapeamento engloba os organismos que fazem parte da estrutura formal do processo de fornecer confiança às medições. Ele é apresentado em formato físico, limitando assim sua alteração conforme modificações na estrutura global.

A inserção brasileira é analisada tomando como base apenas os organismos internacionais que fazem parte do mapeamento e os Comitês Consultivos do CIPM.

Os organismos brasileiros representados no mapeamento são aqueles em que se conseguiu fazer uma ramificação, partindo de um organismo internacional. Organismos brasileiros sem qualquer tipo de relacionamento com organismos regionais ou internacionais não constam no mapeamento.

## 2 EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA METROLOGIA

Segundo Dias (1998), ter um sistema coerente e universal de medidas, baseado em grandezas físicas invariáveis, é uma idéia recente do ponto de vista da história das ciências. A difusão desse sistema de medidas representa uma transformação nas relações entre o homem e o mundo, no setor industrial. Para o autor, até o início do século XIX, podia-se observar a existência de sistemas de medidas específicos para cada tipo de atividade econômica e até mesmo para cada região. As autoridades políticas procuravam garantir e manter padrões oficiais de medida, com objetivos de fiscalização. Apesar disso, não conseguiam garantir a uniformização, pois ela não se expandia além da região econômica em que predominava.

Ao longo do século XVI, começam a surgir alguns trabalhos literários que visavam clarificar e definir as questões metrológicas. Como exemplo desses trabalhos pode-se citar: “Valores dos pesos e medidas correspondentes do Levante ao Poente”, escrito em 1540 pelo italiano Bartholomeo di Pasi, depois disso, “Dos verdadeiros pesos e medidas”, escrito em 1547 pelo francês Robert Cenau, seguindo para o ano de 1550 escrito por George Agricola para a corte do duque da Saxônia, “Dos pesos e medidas romanos e gregos”, “De pesos e medidas”, escrito em 1599 pelo espanhol Juan de Mariana.

No século XVII, a França e a Inglaterra focavam suas atividades na uniformização e na qualidade dos padrões de medidas, com objetivos comerciais (por exemplo, o metro de platina). Entretanto, as primeiras formulações de um sistema universal de medidas são produto dos trabalhos científicos, constituídos pelas academias e sociedades de sábios. Em maio de 1790, na França, iniciaram-se os trabalhos para construção de um sistema universal de medidas. Esses trabalhos culminaram com a instituição do sistema métrico decimal, através de uma lei, em 4 de julho de 1837 (DIAS, 1998).

Entretanto, na Inglaterra, a base de seu sistema de medidas lineares (a jarda) teve origem ainda no século XII. Seu primeiro padrão foi confeccionado em 1500 e o segundo em 1760, mas foi sancionado pelo parlamento inglês apenas em 1824. Essas e outras ações no intuito de ter um sistema universal de medidas, conhecido e disseminado internacionalmente, levaram a instalação, em 1º de março de 1875, da Convenção do Metro. O Brasil, nessa ocasião, enviou um representante oficial e foi um dos países que votou favoravelmente a criação do BIPM (Bureau Internacional de Pesos e Medidas). Posteriormente, foi composto o CIPM (Comitê Internacional de Pesos e Medidas), o que levou, em 20 de maio de 1875, a ser firmada a Convenção do Metro (DIAS, 1998).



Depois da assinatura da Convenção do Metro, muitos organismos surgiram com o objetivo de atuar em metrologia ou em áreas subjacentes a ela. Para saber quando alguns desses organismos foram fundados, realizou-se buscas nos respectivos *web sites*. Com base no ano de fundação dos organismos (apresentadas no Apêndice A), foi elaborado o gráfico apresentado na Figura 1. Analisando o gráfico de barras, apresentado na Figura 1, pode-se perceber que nos últimos 60 anos pesquisados, o número de organismos que atuam no processo de fornecer confiança às medições, foi pelo menos três vezes maior do que nos primeiros 200 anos pesquisados. Também se pode observar, por este gráfico que existe uma tendência de aumento no número de organismos que atuam nessa estrutura. Fizeram parte dessa pesquisa de datas de fundação organismos internacionais envolvidos com sistematização e formalização, com avaliação da conformidade, com metrologia e institutos nacionais de metrologia.

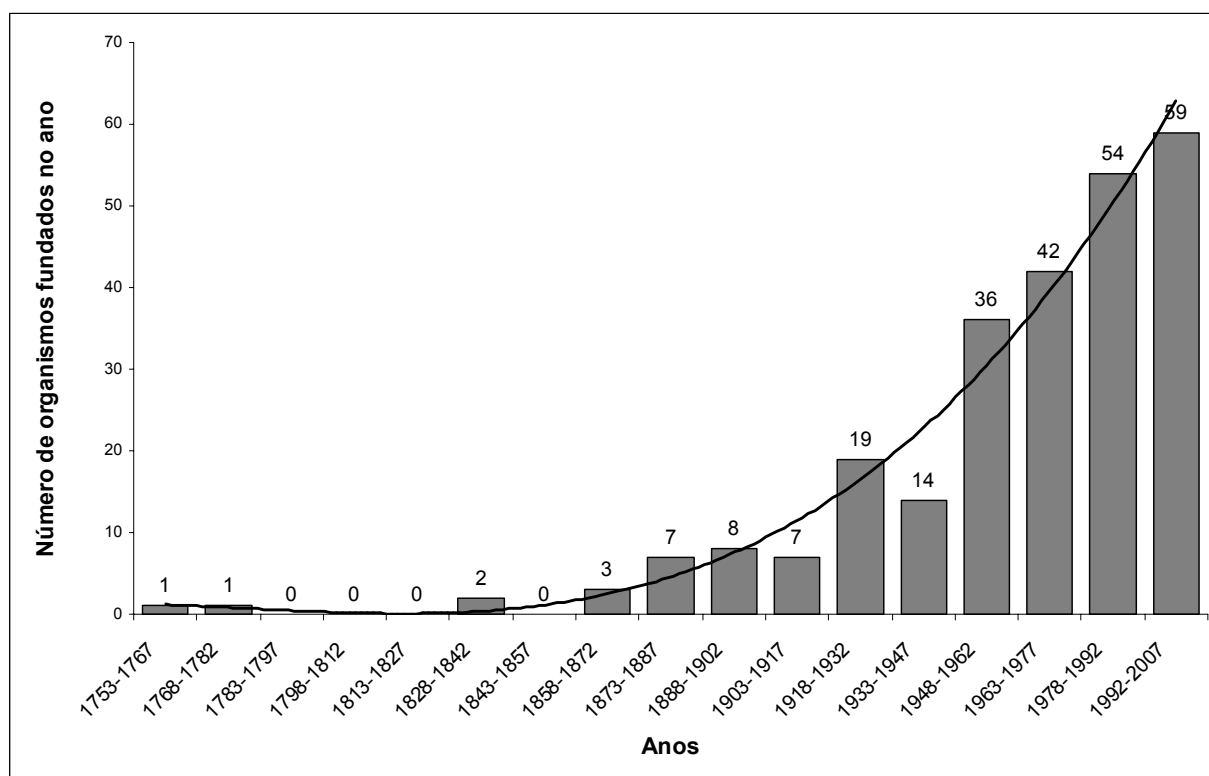


Figura 1 - Surgimento cronológico dos organismos que atuam na estrutura global que fornece confiança às medições

[Fonte: elaborada pela autora]

A partir desse breve relato histórico, pode-se perceber que, desde bem cedo, a sociedade tinha a preocupação com a metrologia, porque ela fazia parte do cotidiano das pessoas. Diversas ações foram realizadas com o objetivo de universalizar, uniformizar e disseminar um sistema de medidas. O primeiro grande passo da universalização foi, sem

dúvida, a assinatura da Convenção do Metro em 1875. Esse primeiro grande passo foi seguido de muitos outros, não menos importantes.

Com a Convenção do Metro, uma pequena parte do grande campo que a metrologia abrange começou a ser formalizado e estruturado. Além de organizar a metrologia no nível internacional, os países começam a trabalhar sua organização nacional. Portanto, começam a surgir cada vez mais organismos, com o fim de pensar e trabalhar nas áreas relacionadas à metrologia, em níveis internacional, regional e nacional, conduzindo-a para a estrutura atual.

Foi necessário o surgimento de diversos organismos para cuidar de cada detalhe necessário ao processo de fornecer confiança às medições. Devido à grande abrangência da metrologia, o número de organismos formais existentes é considerável. Desse fator deriva a dificuldade em entender a estrutura global que fornece confiança às medições. Alguns esforços têm sido feitos no sentido de representar com clareza essa estrutura. Como exemplo tem-se a representação da Convenção do Metro apresentada na Figura 2.

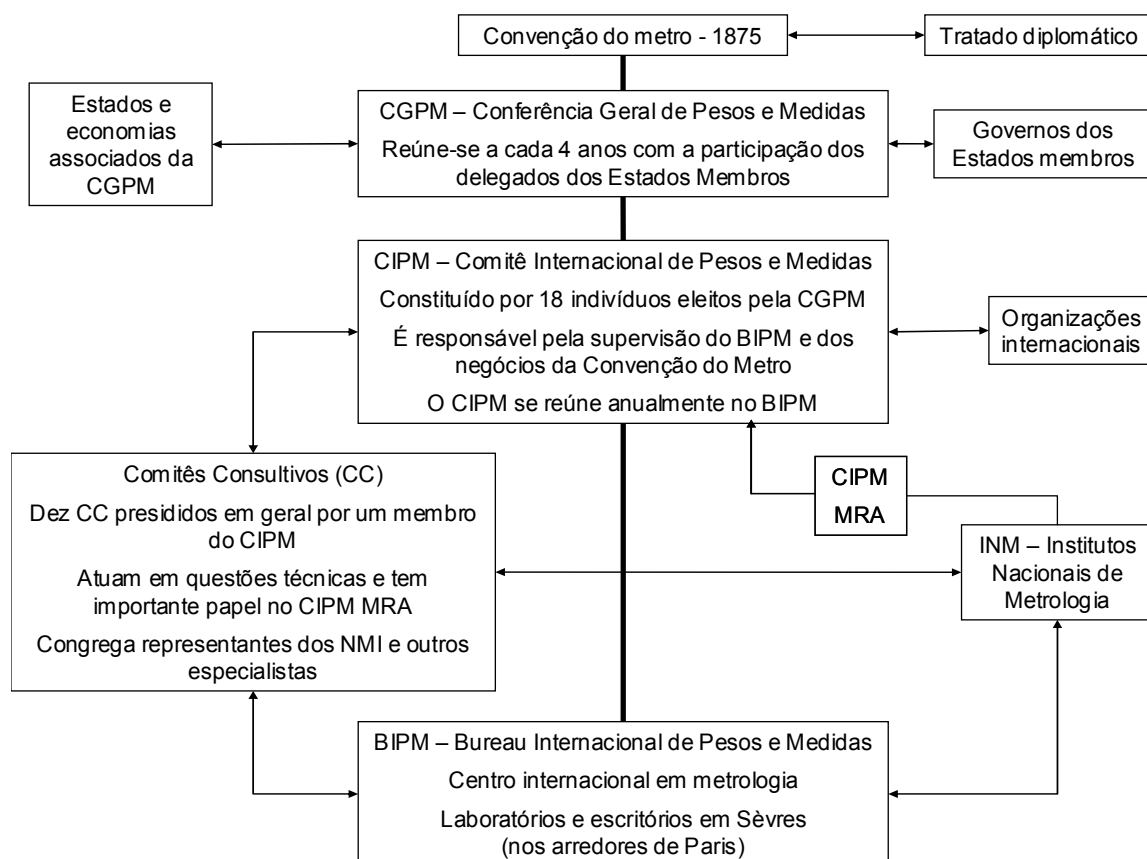


Figura 2 - Representação da Convenção do Metro  
[Fonte: INMETRO (2004-g)]

A Figura 2 fornece uma visão macro da Convenção do Metro como tratado diplomático, os estados membros, os comitês e órgãos de apoio (CIPM e BIPM) e relaciona

sua ligação com organismos internacionais. Essa representação da Convenção do Metro vem sendo divulgada desde 1995, como pode ser visto em BIPM (1995). Entretanto, ela se limita a mostrar apenas a estrutura existente para a Metrologia Científica e Industrial. Isso se deve ao fato dela ter sido elaborada com o viés do BIPM (Bureau Internacional de Pesos e Medidas), organismo internacional, que se situa no topo da estrutura.

A representação da Convenção do Metro enfoca apenas os organismos que se relacionam com tal representação, ou seja, tem uma preocupação focada na metrologia científica e industrial. Apesar dessa representação mencionar as relações da Convenção do Metro com outros organismos internacionais e nacionais, ela não esclarece se esses organismos são de normalização, de regulamentação, de avaliação da conformidade ou de metrologia legal.

Por fim, pode-se dizer que essa representação não faz uma distinção clara do desdobramento dos organismos nos diferentes níveis de articulação que poderiam ser considerados, a saber, os internacionais, os regionais e os nacionais.

Recentemente, por ocasião da 7ª Conferência África SMME (Small Medium and Micro Enterprises) em Johannesburg Musarurwa (2005), expôs uma representação mais elaborada do que a apresentada na Figura 2, visando ao entendimento da inserção da África do Sul no contexto mundial da metrologia. Essa representação, com o viés de uma organização nacional (o CSIR-NML que é o instituto nacional de metrologia da África do Sul), é apresentada na Figura 3.

Ao analisar a estrutura apresentada por Musarurwa (2005), já se pode perceber a preocupação de inserir a metrologia no contexto do comércio internacional, não a reboque da qualidade, mas ao lado dela. Outro ponto que se pode observar é a preocupação em mostrar, nesse mesmo contexto, as normas, a acreditação, a metrologia científica e industrial e a metrologia legal. Finalmente, o autor trabalha o modelo no sentido de mostrar a atuação dos diferentes organismos envolvidos nos níveis internacional, regional e nacional da África do Sul. Este último tanto no setor público quanto no setor privado. Esta representação gráfica é mais um exemplo da tentativa de visualizar a metrologia nas diferentes atividades da indústria, do comércio e da pesquisa. Todavia, nesta representação o autor reuniu sob um mesmo título partes que têm funções distintas (quando poderia tê-las agrupado de forma diferente para facilitar o entendimento de toda a estrutura). Além disso, ao exemplificar os organismos se limitou a citar apenas os mais conhecidos, podendo dificultar às pessoas que tomam decisões se localizarem neste contexto.

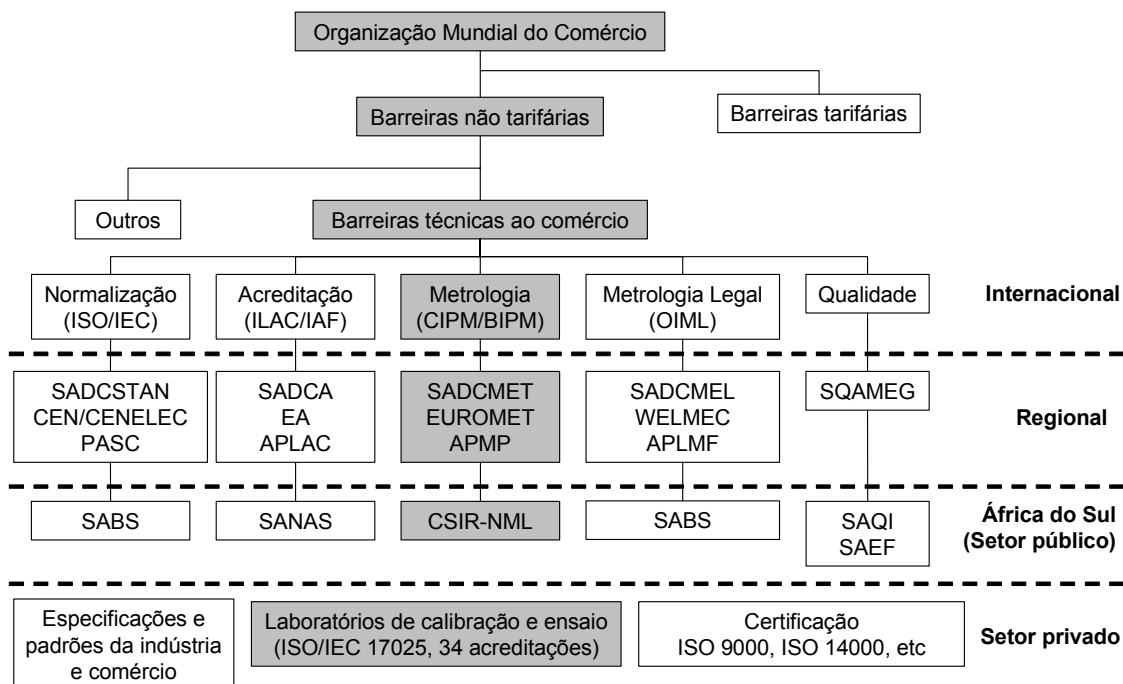


Figura 3 - Infra-estrutura técnica: contexto global  
[Fonte: MUSARURWA (2005)]

Em outro exemplo de posicionamento dos institutos nacionais de metrologia (INM), o PTB (o INM da Alemanha) em seu *web site* descreve suas participações em organismos internacionais de metrologia científica, industrial e legal no que chama de *worldwide network of metrology*. Na seqüência, descreve sua participação em acordos internacionais, e por fim, as cooperações do PTB com outros organismos (PTB, 2006).

O próprio INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - o INM brasileiro), em diferentes páginas do seu *web site* descreve as participações brasileiras em organismos internacionais e regionais. Descreve, também, seus acordos de reconhecimento mútuo e suas parcerias com outros INM.

Os exemplos citados ilustram a necessidade que os organismos sentem de visualizar sua inserção dentro da estrutura global que fornece confiança às medições. A visualização da inserção dos organismos nessa estrutura permite que este consiga realizar comparações com outros organismos e auxilia na tomada de decisão estratégica relacionada às ações que visam a melhoria do desenvolvimento tecnológico do país.

Neste capítulo foi realizada uma revisão da evolução histórica da metrologia e foram feitos esclarecimentos sobre as representações gráficas existentes a respeito da estrutura de organismos que fornecem confiança às medições. Através dessa revisão, fica evidente o esforço que os institutos nacionais de metrologia de todos os países fazem no sentido de elucidar de que forma ocorre sua inserção na metrologia mundial.

### **3 INSTRUMENTOS QUE FORNECEM CONFIANÇA ÀS MEDIÇÕES**

Os organismos que atuam em metrologia têm como uma de suas principais preocupações trabalhar para o fornecimento de medições confiáveis. Isso é corroborado por Jornada (2005), como já citado anteriormente, que a problemática central da metrologia reside no tripé qualidade, credibilidade e universalidade dos resultados. Problemática essa que pode ser entendida e solucionada através do conhecimento e entendimento da estrutura e dos instrumentos que fornecem confiança às medições. Para tanto, este capítulo apresentará instrumentos utilizados pelos organismos no processo de fornecimento da confiança às medições.

#### **3.1 SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES**

No antigo Egito, 3000 a.C., os arquitetos reais eram condenados à pena de morte quando esqueciam ou negligenciavam seus deveres de calibrar a unidade padrão de comprimento da época. Essa unidade padrão de comprimento era o cúbito real e estava relacionada às medidas do antebraço do Faraó governante. A medida original era então transferida para um bloco de granito preto, a fim de estabelecer um padrão de medida. Por sua vez, os trabalhadores recebiam cópias desse padrão para utilizar no seu dia-a-dia (HOWARTH; REDGRAVE, 2004).

Para Quinn e Kovalevski (2005), a origem da metrologia atual pode ser traçada a partir de dois eventos que aconteceram entre o final do século XVIII e o início do século XIX. O primeiro evento foi a criação e a implementação do sistema métrico decimal na França. O segundo, foi o desenvolvimento da produção em massa. Embora naquela época os eventos parecessem não estar vinculados, existe uma forte evidência de que o último evento também tenha surgido na França. Todavia, o sistema métrico não foi criado para facilitar a confecção dos produtos de produção em massa. Segundo Quinn e Kovalevski (2005), as origens do sistema métrico vieram das tentativas de trazer alguma ordem à confusão criada pela diversidade de unidades utilizadas nas transações comerciais francesas. A adoção da idéia de produzir um grupo de unidades que seriam, de alguma forma naturais e relacionadas com objetos materiais, seria uma solução para tal diversidade.

Embora a padronização de pesos e medidas tenha sido, desde muito, uma meta social e uma necessidade para o avanço econômico, até o século XVIII não havia um sistema de medida unificado. Os primeiros sistemas de pesos e medidas estavam baseados na morfologia humana. Os nomes das unidades recorriam freqüentemente a partes do corpo, tais como, a polegada, a mão, o pé, a jarda e o cúbito correspondiam às dimensões do corpo humano. Por conseguinte, essas unidades de medida não eram fixas, pois variavam de uma cidade para a outra e de uma ocupação para outra (BIPM, 2004-g).

A falta de um sistema unificado de medidas, além de potencializar possível fraude em transações comerciais e sociais, também colocava um freio no desenvolvimento do comércio internacional e dificultava o desenvolvimento da ciência como um esforço internacional. Com a expansão da indústria e do comércio, surgiu uma necessidade crescente por harmonização dos pesos e das medidas entre os países. Os políticos e cientistas solucionaram aquela situação adotando um padrão de medida por comparação com um padrão extraído da natureza (BIPM, 2004-g).

Um das primeiras medidas naturais foi o metro, definido por um decreto da Assembléia Nacional francesa, em 7 de abril de 1795, como sendo igual ao décimo milionésimo da parte de um quarto do meridiano terrestre, mas especificado por medidas realizadas entre Dunkerque e Barcelona. Tal unidade não era arbitrária, pois era baseada no tamanho da Terra. Uma vez que a unidade básica de comprimento tinha sido decidida, era possível estabelecer as unidades de medida derivadas: o metro quadrado (para área) e o metro cúbico (para volume). Já o quilograma, estava originalmente definido como o peso de certo volume de água (BIPM, 2004-g).

Por causa de sua simplicidade e universalidade, o sistema métrico decimal espalhou-se rapidamente fora da França. O desenvolvimento de estradas de ferro, o crescimento da indústria e a importância crescente da união social e da troca econômica fizeram com que todos necessitassem de unidades de medidas exatas e seguras. Adotado no começo do século XIX, em várias províncias italianas, o sistema métrico tornou-se compulsório na Holanda, desde 1816, e foi adotado pela Espanha em 1849. Na França, o sistema métrico decimal foi adotado exclusivamente com a lei de 4 de julho 1837. Depois de 1860, os países da América Latina adotaram o sistema métrico e houve um aumento em sua adoção por outras nações durante a segunda metade do século XIX (por exemplo, os EUA, em 1866, o Canadá e a Alemanha em 1871). Porém, esses países eram dependentes de seus padrões nacionais, ou seja, das cópias dos protótipos originais. Essa dependência, junto com a falta de uniformização da confecção das cópias, limitou a padronização internacional desejada. Para

superar as dificuldades surgidas, fundou-se o Bureau Internacional de Pesos e Medidas (BIPM). O ato de fundação foi realizado pelos termos de um tratado diplomático, conhecido como a Convenção do Metro em 20 de maio de 1875 (BIPM, 2004-g).

A 11ª Conferência Geral de Pesos e Medidas (CGPM), realizada em 1960, adotou para o sistema de medidas em uso o nome de Sistema Internacional de unidades (SI). Essa conferência definiu regras para os prefixos, para as unidades derivadas e para outros assuntos. As unidades de base são uma escolha de sete unidades bem definidas, as quais, pela convenção, são consideradas como dimensionalmente independentes, quais sejam,: o metro, o quilograma, o segundo, o ampere, o kelvin, o mol, e a candela. Unidades derivadas são aquelas formadas pela combinação das unidades de base, de acordo com relações algébricas vinculadas às quantidades correspondentes (BIPM, 2005-i). As sete grandezas de base do SI são apresentadas na Figura 4 e descritas na seqüência de acordo com BIPM (1998), (2000) e (2006).

Nome	Símbolo da unidade	Grandeza
ampere	A	corrente elétrica
candela	cd	intensidade luminosa
quilograma	kg	massa
metro	m	comprimento
mol	mol	quantidade de substância
kelvin	K	temperatura termodinâmica
segundo	s	duração de tempo

Figura 4 - Grandezas de base do SI  
[Fonte: adaptada de BIPM (2006)]

**Definição da unidade de corrente elétrica - ampere (A):** a 9ª CGPM, em 1948, adotou o ampere como unidade de corrente elétrica, definida no CIPM, em 1946, como sendo a corrente elétrica invariável que, mantida em dois condutores retilíneos, paralelos, de comprimento infinito e de área de seção transversal desprezível, situados no vácuo, a um metro de distância um do outro, produz entre esses condutores uma força igual a  $2 \times 10^{-7}$  Newton por metro de comprimento desses condutores.

**Definição da unidade de intensidade luminosa - candela (cd):** em 1946, o CIPM promulgou a definição de intensidade elétrica que foi ratificada em 1948 pela 9ª CGPM. A 13ª CGPM, em 1967, fez uma emenda na versão de 1946. A 16ª CGPM, em 1979, adotou a atual definição de intensidade elétrica: intensidade luminosa, numa direção dada, de uma fonte que emite uma radiação monocromática de frequência  $540 \times 10^{12}$  hertz e cuja intensidade energética naquela direção é 1/683 watt por éster-radiano.

**Definição da unidade de massa - quilograma (kg):** o protótipo internacional do quilograma, feito de platina-irídio, é conservado no BIPM, sob condições especificadas pela 1ª CGPM, em 1889, quando o protótipo foi sancionado, declarando-se que, a partir daquele momento, seria considerado a unidade de massa. O quilograma é a unidade de massa igual à massa do protótipo internacional do quilograma.

O quilograma é a última grandeza de base do SI que ainda é definida por um artefato material. O protótipo internacional é conservado com suas seis cópias oficiais no BIPM. O protótipo foi fabricado na década de 1880 de uma liga de 90% de platina e 10% de irídio. Quatro, das seis cópias oficiais, são daquele mesmo período. Em adição às seis cópias, o BIPM fabricou outras para serem utilizadas como protótipos de 1 kg nacionais. A primeira delas foi distribuída em 1889. Desde a década de 1880, o BIPM produziu mais de 80 protótipos de 1 kg de platina-irídio (BIPM, 2005-b). O Brasil possui, no INMETRO, o protótipo número 66.

A massa do protótipo internacional do quilograma é sempre 1 kg, exatamente. Entretanto, devido ao acúmulo inevitável de contaminação em sua superfície, o protótipo internacional está sujeito a um acúmulo de massa de 1  $\mu\text{g}$  por ano. Por essa razão, o CIPM declarou que o a massa do protótipo internacional é aquela imediatamente após a limpeza e lavagem através de método específico.

**Definição da unidade de comprimento - metro (m):** um decreto da Assembléia Nacional francesa, de 7 de abril de 1795, definiu o metro como sendo igual ao décimo milionésimo da parte de um quarto do meridiano terrestre, mas especificado por medidas realizadas entre Dunkerque e Barcelona.

Em 1889, a definição do metro foi fundamentada no protótipo internacional de platina-irídio, que ainda hoje é mantido no BIPM. Essa definição foi substituída pela 11ª CGPM, em 1960, passando a ser o comprimento de onda no vácuo do isótopo de Kr-86 (criptônio). Além disso, a definição foi adotada para fornecer maior exatidão à forma como o metro era realizado. Em 1983, a definição foi substituída pela 17ª CGPM, passando a ser o comprimento do trajeto percorrido pela luz no vácuo, durante um intervalo de tempo de  $1/299\,792\,458$  de segundo.

**Definição da unidade da quantidade de substância - mol (mol):** em 1967, o CIPM forneceu a definição do mol, que foi confirmada em 1969 e adotada pela 14ª CGPM em 1971. O mol é a quantidade de matéria de um sistema que contém tantas entidades elementares quantos são os átomos contidos em 0,012 kg de carbono 12.



**Definição da unidade de temperatura termodinâmica - kelvin (K):** a definição da unidade de temperatura termodinâmica foi dada pela 10<sup>a</sup> CGPM, em 1954, a qual selecionou o ponto triplo da água como o ponto fixo fundamental para essa unidade, sendo seu valor 273,16 K. A 13<sup>a</sup> CGPM, em 1967-1968, adotou o nome de Kelvin para essa unidade (K), ao invés de grau Kelvin (°K) e definiu a unidade da temperatura termodinâmica como sendo a fração 1/273,16 da temperatura termodinâmica do ponto triplo da água.

**Definição da unidade de tempo - segundo (s):** a unidade de tempo foi considerada como sendo a fração de 1/86 400 do dia solar médio. Devido à variabilidade na rotação da terra, essa definição não fornecia a exatidão necessária. Para melhorá-la, na 11<sup>a</sup> CGPM, em 1960, foi adotada a definição fornecida pela União Astronômica Internacional, que se fundamentava no ano tropical. Pesquisas mostraram que um padrão atômico do intervalo de tempo, baseado na transição entre dois níveis de energia de um átomo ou molécula, poderia realizar e reproduzir com maior exatidão esse padrão. A 13<sup>a</sup> CGPM, em 1967-1968, substituiu a definição de segundo como sendo a duração de 9 192 631 770 períodos da radiação correspondente à transição entre os dois níveis hiperfinos do estado fundamental do átomo de césio 133. BIPM (2006) salienta que essa definição refere-se a um ambiente de temperatura termodinâmica de 0 K.

Cada instituto nacional de metrologia pode construir equipamentos para realizar a definição das unidades de base do SI, e manter representação nacional da unidade, como o metro, o segundo ou o mol, os quais são utilizados como referências de medição no país. Os institutos nacionais de metrologia também comparam suas referências nacionais para assegurar que elas são equivalentes e que há uma consistência mundial nas medidas do SI em todos os níveis de exatidão (BIPM, 2004-j).

De acordo com Flowers (2004), já em 1870, o cientista J.C. Maxwell observara que, quando se deseja criar padrões (definição de grandezas), que sejam permanentes ou invariáveis, deve-se procurá-los em fenômenos e constantes fundamentais das ciências. Como pôde ser visto nas definições das grandezas de base do SI, anteriormente apresentadas, elas evoluíram justamente nesse sentido. Para confirmar essa necessidade, Quinn e Kovalesvsky (2005), dizem que os padrões de medição não são estáticos, pois eles refletem continuamente os avanços da ciência e as mudanças da indústria. Segundo BIPM (2004-j) e Moscati (2005), a próxima grandeza de base do SI a ter sua definição modificada nessa direção é o quilograma.

### 3.2 RASTREABILIDADE

As atividades metrológicas de medições são valiosas contribuições para assegurar a qualidade das atividades industriais. Para tanto, torna-se necessário o uso da rastreabilidade (HOWARTH; REDGRAVE, 2004). Físicos que trabalham na vanguarda da metrologia estão preocupados, por exemplo, em garantir que a unidade básica de comprimento (o metro) esteja definida para satisfazer as necessidades atuais da ciência, do comércio e da sociedade. Quando combinadas com a rastreabilidade ao SI, as medidas de comprimento são nacional e internacionalmente consistentes (BIPM, 2004-j).

A definição de rastreabilidade apresentada no VIM (Vocabulário internacional de termos fundamentais e gerais de metrologia) é: “Propriedade do resultado de uma medição ou do valor de um padrão estar relacionado a referências estabelecidas, geralmente a padrões nacionais ou internacionais, através de uma cadeia contínua de comparações, todas tendo incertezas estabelecidas” (INMETRO, 2005-l, p. 57).

Quinn e Kovalevsky (2005) complementam esta definição observando que rastreabilidade é o senso de uma cadeia contínua de certificados de calibração que acompanham os objetos (artefatos materiais), esses por sua vez, disseminados nos países e através do mundo por comparações internacionais dos padrões nacionais. Para facilitar a compreensão do conceito de rastreabilidade, cabe apresentar uma definição para calibração, que é a seguinte:

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 um material de referência, e os valores correspondentes das grandezas estabelecidos por padrões (INMETRO, 2005-l, p.57).

Outro termo importante para entendimento desse assunto é o padrão. Os padrões utilizados para garantir a rastreabilidade ao SI são de diferentes tipos, cada um com um conceito próprio, conforme apresentado a seguir:

Padrão: 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 como referência.

Padrão internacional: Padrão reconhecido por um acordo internacional para servir, internacionalmente, como base para estabelecer valores de outros padrões da grandeza a que se refere.

Padrão nacional: Padrão reconhecido por uma decisão nacional para servir, em um país, como base para atribuir valores a outros padrões da grandeza a que se refere.

**Padrão primário:** Padrão que é designado ou amplamente reconhecido como tendo as mais altas qualidades metrológicas e cujo valor é aceito sem referência a outros padrões de mesma grandeza.

**Padrão secundário:** Padrão cujo valor é estabelecido por comparação a um padrão primário da mesma grandeza.

**Padrão de referência:** Padrão, geralmente tendo a mais alta qualidade metrológica disponível em um dado local ou em uma dada organização, a partir do qual as medições lá executadas são derivadas (INMETRO, 2005-1, p. 54 a 56).

De acordo com estes conceitos é correto dizer que um padrão de referência pode ser primário ou secundário podendo, por sua vez, ser nacionais ou internacionais. A exatidão das medidas de massa é demonstrada, por exemplo, através das balanças dos supermercados calibradas pelo sistema de rastreabilidade nacional, ou seja, por padrões de massa do laboratório nacional de metrologia que, por sua vez, foram calibrados pelo padrão internacional de massa (BIPM, 2004-j).

A cadeia de rastreabilidade é comumente representada por uma pirâmide, como mostra a Figura 5. Através desta figura, pode-se visualizar que a rastreabilidade acontece de baixo para cima. No sentido contrário, de cima para baixo, tem-se a disseminação das unidades do SI. No sentido horizontal, tem-se a comparabilidade entre os padrões e as medições conhecidas como acordos de reconhecimento mútuo, comparações chave e ensaios de proficiência, respectivamente. Os acordos de reconhecimento mútuo, comparações chave e ensaios de proficiência são tratados nas seções 3.5 e 3.6 desta tese.



Figura 5 - Cadeia da rastreabilidade  
[Fonte: INMETRO (2005-i)]

A cadeia contínua de comparações mostrada na Figura 5, com todas as incertezas declaradas, assegura que o resultado de uma medição ou o valor de um padrão de referência está relacionado aos níveis mais altos, terminando no padrão primário, ou seja, a realização da grandeza apropriada para seu uso (HOWARTH; REDGRAVE, 2004; ESPINA, 2005).

De acordo com CBM (2003), o usuário de metrologia no Brasil, à semelhança do que ocorre nos países desenvolvidos, dispõe de diferentes rotas para obter rastreabilidade para as suas medições. A forma avalizada pelo CONMETRO (Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial) é realizar calibrações ou ensaios em laboratórios acreditados pelo INMETRO, em laboratórios do exterior acreditados ou em laboratórios com rastreabilidade e avaliados por organismos de terceira parte. Essas formas darão ao usuário a necessária rastreabilidade, com alta confiabilidade, garantida por um sistema de acreditação reconhecido internacionalmente.

Rastreabilidade do resultado de medição significa que o resultado dado é obtido em termos de unidades de medida que são vinculadas a uma cadeia contínua de calibrações ou comparações de padrões nacionais, ou seja, ao SI. Em cada elo da corrente, a incerteza deve ser fornecida, dessa forma, no final da medição será fornecida uma incerteza específica para o resultado em termos das unidades do SI. Se a incerteza de medição foi apropriadamente calculada, é possível estimar a confiabilidade da medição realizada e decidir se ela é adequada para o uso pretendido. A cadeia de rastreabilidade pode ser longa, com muitas calibrações através da complexa hierarquia dos padrões, ou pode ser curta, com apenas uma calibração diretamente no instituto nacional de metrologia (QUINN; KOVALEVSKY, 2005).

### **3.3 MATERIAIS DE REFERÊNCIA**

A definição de **material de referência** apresentada no VIM é: “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” (INMETRO, 2005-1, p. 58).

Como material de referência podem ser tratadas substâncias puras ou misturas, quer sejam na forma de gás, líquido ou sólido (INMETRO, 2005-1). Os materiais de referência também podem ser certificados, tendo seu significado ampliado em direção a rastreabilidade.

A definição de **material de referência certificado** apresentada no VIM é:

Material de referência, acompanhado por um certificado, com um ou mais valores de propriedades, e certificados por um procedimento que estabelece sua rastreabilidade à obtenção exata da unidade na qual os valores da propriedade são expressos, e cada valor certificado é acompanhado por uma incerteza para um nível de confiança estabelecido (INMETRO, 2005-1, p. 58).

A necessidade de materiais de referência (MR) nos EUA vem, segundo Rasberry (2001), desde o início do século XX, a partir de um problema de descarrilamento de trens causado pela quebra de suas rodas. Os laboratórios químicos dos fabricantes não conseguiam realizar a análise do material com exatidão suficientemente consistente que assegurasse a qualidade do resultado da medição. Esses laboratórios necessitavam de um material analisado com exatidão e que tivesse a composição do material conhecida e aceita. Esse material 'padronizado' poderia então ser utilizado pelos laboratórios dos fabricantes para manter o controle de suas análises.

O uso de materiais de referência (MR) tem sido um forte ponto de apoio para as normas de sistemas de gestão da qualidade de laboratório de ensaio e calibração. De acordo com ISO (2003), a produção e certificação de materiais de referência são atividades fundamentais na melhoria e manutenção de um sistema mundial e coerente de medidas. Materiais de referência certificados são usados para calibração, controle de qualidade e validação de métodos de medição, como também, para avaliação de outros materiais. Também são usados, para manter ou estabelecer rastreabilidade, as balanças convencionais, verificação da octanagem, de escalas de dureza e de pH e ainda selecionar substâncias puras que são utilizadas para manter a escala internacional de temperatura (ISO, 2003).

Os MR têm um importante papel a desempenhar na operação de um laboratório de calibração e de ensaios. Seu uso na validação de métodos e no monitoramento dos sistemas de medição dos laboratórios não pode ser subestimado. Seu uso é reconhecido nas normas internacionais e nas boas práticas de laboratório (STUART et al., 2004).

É importante que os países tenham a seu alcance materiais de referência certificados para, dessa forma, garantir a confiabilidade e a rastreabilidade das medições, proporcionando, com isso, a aceitação das medições realizadas pelos seus laboratórios de prestação de serviço e laboratórios de indústrias. A partir dessa necessidade, os países organizam internamente, através de seus INM, programas para desenvolver materiais de referência certificados que fornecerão, além da confiança e da rastreabilidade das medições, a independência na fabricação e aquisição de materiais de referência certificados.

Dentro desse contexto, pode-se comentar sobre um dos programas de materiais de referência certificados do NIST (National Institute of Standards and Technology) dos EUA. De acordo com Guenther et al. (1996), o NIST, através do Programa de materiais de referência rastreáveis (NTRAM - NIST Traceable Reference Material Programs for Gas Standards) pretende fornecer um mecanismo para aumentar a disponibilidade de padrões de gás para a criação de uma série de padrões secundários.

De acordo com esta publicação, um gás NTRAM é uma mistura de gás a qual tem os mesmos componentes que um padrão de gás primário do NIST, entretanto as concentrações não necessitam ser idênticas. Esse gás é produzido por um fabricante comercial com uma cadeia de rastreabilidade bem definida ao NIST. Materiais de referência, produzidos de acordo com esses requisitos, terão permissão de utilizar a marca 'NTRM' do NIST. O programa NTRM foi estabelecido em 1992 em parceria com a EPA (Environmental Protection Agency) e companhias fabricantes de gás, com o objetivo de fornecer aos usuários finais uma variedade de padrões de gás certificados necessários para pôr em prática o Tratado de emissões de 1999.

A rastreabilidade é estabelecida via critérios e protocolos definidos pelo NIST e consensados para atender as necessidades da comunidade metrológica. O conceito do NTRM foi estabelecido para permitir ao NIST responder ao aumento da necessidade por padrões de referência de alta qualidade. Esse programa é administrado conjuntamente pela Divisão de Química Analítica do NIST e pelo Programa de Padrões de Materiais de Referência do NIST. A proposta do programa é produzir mistura de gás (NTRM) para complementar o fornecimento dos Padrões de Materiais de Referência (SRM - Standard Reference Material) e usá-los onde os SRM foram usados no passado. Esse programa também foi designado para substituir o Programa de Materiais de Referência Certificados do EPA (CRM - Certified Reference Material) (GUENTHER et al., 1996).

Um gás NTRM consiste numa bateria de múltiplos cilindros (no mínimo 10) preparados de uma maneira tal que os cilindros contêm uma mistura de gás idêntica na composição e na concentração. Os cilindros, o tratamento dos cilindros, os gases e o procedimento de soldagem devem assegurar à mistura estabilidade por um período mínimo de tempo. A concentração do NTRM deve estar dentro das especificações estabelecidas para os padrões primários de gás do NIST. A concentração de um NTRM é determinada pela análise com padrões específicos do NIST. A incerteza atribuída à concentração depende da incerteza combinada dos padrões do NIST, da análise da homogeneidade do fabricante e do desempenho da análise para o NIST. Um certificado de concentração e um valor de incerteza

únicos são atribuídos a bateria de gás. No relatório de análise do NIST constam o certificado de concentração e a incerteza, o período de tempo durante o qual a concentração do NTRM é certificada, a presença da consequência de qualquer impureza e uma lista dos cilindros incluídos na bateria. Um certificado de rastreabilidade é fornecido para cada NTRM sucessivo, através de identificações fixadas nos cilindros (GUENTHER et al., 1996).

Outro país que tem um programa específico para materiais de referência certificados é o México, através do CENAM (Centro Nacional de Metrologia), o INM mexicano. O Programa de Materiais de Referência Rastreáveis Certificados (MRTC) do México objetiva ampliar a disponibilidade de materiais de referência para estabelecer a rastreabilidade das medições analíticas em campo (CENAM, 2004).

A ISO possui um comitê que trata do assunto materiais de referência, o ISO REMCO (Committee on reference materials), estabelecido em 1975. Esse comitê conduz e encoraja esforços internacionais para harmonização, promoção e produção dos MRC. As atividades do ISO REMCO se direcionam para o estabelecimento de definições, categorias, níveis e classificação dos MRC utilizados pela ISO, determinar a estrutura das formas relacionadas dos MRC e preparar guias para os comitês técnicos fazerem referência dos MRC nos documentos da ISO (ISO, 2005-e).

O COMAR (Code d'Indexation des Matériaux de Référence) é um serviço de informação via Internet que auxilia laboratórios de ensaio e analíticos a encontrar os materiais de referência certificados de que precisam. Esse serviço é mantido por uma cooperação de organismos nacionais e internacionais de metrologia. O COMAR trabalha em parceria com o ISO REMCO (COMAR, 2005).

Os organismos que atualmente fazem parte do COMAR e que desenvolvem programas de materiais de referência em seus países são: o Instituto federal para matérias de referência e ensaios (BAM), da Alemanha; o National Measurement Institute of Austrália (NMIA), da Austrália; o Mining and Mineral Sciences Laboratories (CANMET), do Canadá; o Centro nacional de pesquisa chinês para materiais de referência certificados (NRC-CRM); o CMI (Instituto de Metrologia Tcheco); o IRMM (Institute for Reference Materials and Measurements); LNE (Laboratoire National d'Essais), da França; o NITE (Instituto nacional de tecnologia e avaliação), do Japão; o CENAM (Centro Nacional de Metrologia), do México; o GUM (Central Office of Measures), da Polônia; UNIIM (Ural Scientific Research Institute for Metrology), da Rússia, o SMU (Slovenský Metrologický Ustav), da Eslováquia; o SP (Swedish National Testing and Research Institute), da Suécia; o VAM Helpdesk LGC, da

Inglaterra e o NIST (National Institute of Standards and Technology), dos EUA (COMAR, 2005).

De acordo com COMAR (2005), os materiais de referência certificados (MRC) fornecem '*benchmark* de medição' para ensaios em materiais e análises químicas assegurando confiabilidade e comparabilidade das medições nessas áreas. Os MRC são importantes no fornecimento da rastreabilidade em análises químicas e requisito básico na garantia da qualidade, como citado por ABNT (2005).

No Brasil, diversas instituições atuam em pesquisa e/ou produção de materiais de referência. Nesse sentido pode-se citar a Divisão de Química do IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo); o Instituto de Química de São Carlos da USP (Universidade de São Paulo); os Departamentos de Metrologia Química, de Materiais e de Mecânica, do INMETRO; a Unidade de Metrologia Química do INT (Instituto Nacional de Tecnologia - vinculado ao Ministério da Ciência e Tecnologia) e a Subcomissão de Materiais de Referência da Farmacopéia Brasileira (vinculada à ANVISA). Já o Centro de Tecnologia Mineral (CETEM -Instituto de pesquisas vinculado ao Ministério da Ciência e Tecnologia) atua no desenvolvimento e certificação de Materiais de Referência de minérios, carvões e sedimentos (CETEM, 2006). Os materiais de referência estão intimamente ligados aos Ensaio de Proficiência, visto que esses últimos utilizam padrões (materiais de referência) para realizar as comparações dos resultados dos laboratórios participantes. Esse assunto é tratado na seção 3.6 desta tese.

### **3.4 INCERTEZA DE MEDIÇÃO**

Todas as medidas estão sujeitas a inexatidões. O resultado de uma medição pode diferir do verdadeiro valor do mensurando, gerando uma incerteza em relação ao real valor obtido. Incerteza é uma indicação quantitativa da qualidade do resultado de uma medida, habilitando a medida resultante a ser comparada com outros resultados, referências, especificações ou padrões e, dessa forma, avaliar sua confiabilidade (HOWARTH; REDGRAVE, 2004).

Já nesse ponto é necessário apresentar a definição de mensurando apresentada pelo VIM que é: "Objeto de medição; grandeza específica submetida à medição" (INMETRO, 2005-1, p. 22); e a definição de incerteza de medição também apresentada no VIM que é:



“Parâmetro, associado ao resultado de uma medição, que caracteriza a dispersão dos valores que podem ser fundamentadamente atribuídos a um mensurando” (INMETRO, 2005-I, p. 28).

Decisões importantes são baseadas em resultados de medições, os resultados dessas medições podem ser utilizados, por exemplo, para estimar rendimentos, para verificar materiais contra especificações ou limites estatutários, para estimar valores monetários. Quando as decisões forem baseadas em resultados, seria importante ter alguma indicação da qualidade desses resultados. A incerteza de medição pode dar a indicação dessa qualidade, ou seja, fornecer o grau de concordância esperado de um resultado com outros resultados, normalmente independentemente dos métodos utilizados (EURACHEM/CITAC, 2000).

Em 1977, reconhecendo a falta de consenso internacional em como estimar o valor de uma incerteza, o Comitê Internacional de Peso e Medidas (CIPM) solicitou ao Bureau Internacional de Pesos e Medidas (BIPM) que tratasse o problema em conjunto com os laboratórios nacionais de metrologia e que fizesse uma recomendação normativa para tratar do assunto. O grupo de trabalho responsável por esta tarefa desenvolveu a recomendação INC-1 em 1980 para a expressão de incertezas experimentais, que foi aprovada pelo CIPM em 1981 e ratificada em 1986. Em 1993, foi desenvolvido o Guia para Incerteza de Medição (conhecido como ISO GUM), pelo ISO TAG 4 (ISO Technical Advisory Group on Metrology) com base na recomendação INC-1. O método apresentado pelo ISO GUM estabelece regras gerais para avaliar e expressar a incerteza de medição, podendo ser aplicado do chão da fábrica à pesquisa fundamental (ABNT/INMETRO, 2003).

Com base no ISO GUM, vários documentos específicos foram criados para orientar e adequar seu conteúdo às seguintes áreas: calibrações (documento EA-4/02 - European Accreditation); química analítica (Guia EURACHEM - Europe Analytical Chemistry); ensaios mecânicos (UNCERT - National Physical Laboratory) e ambiente fabril (ISO/TS 14253-3 - Geometrical Product Specifications (GPS) - Inspection by measurement of workpieces and measuring equipment - Part 3: Guidelines for achieving agreements on measurement uncertainty statements).

### ***3.4.1 Cálculo da incerteza de medição segundo ABNT/INMETRO (2003)***

O princípio do ISO GUM consiste em demonstrar que a incerteza global do ensaio ou calibração incorpora diversas fontes de incerteza, que surgem de efeitos sistemáticos, além de aleatórios, conduzindo a uma intrínseca indicação de comparabilidade de resultados. A implementação desse princípio desenvolveu no ISO GUM confiança no modelo quantitativo

do sistema de medida, tipicamente imbuído de uma equação matemática (equação da medição propriamente dita) que inclui todas as contribuições relevantes para o ensaio ou calibração. A incerteza global é então estimada pela lei da propagação da incerteza, seguindo a identificação e a quantificação da incerteza individual dos fatores de influência (ELLISON; BARWICK, 1998).

A incerteza de medição compreende, em geral, muitos componentes. Alguns desses componentes podem ser estimados com base na distribuição estatística dos resultados das séries de medições e podem ser caracterizados por desvios padrão experimentais. Outros componentes, que também podem ser caracterizados por desvios padrão, são avaliados por meio de distribuições de probabilidade assumidas, baseadas na experiência ou em outras informações. Em geral, o resultado de uma medição, após correção dos efeitos sistemáticos reconhecidos, é somente uma aproximação ou estimativa do valor do mensurando e, assim, só é completa quando acompanhada pela declaração da incerteza dessa estimativa.

Segundo ABNT/INMETRO (2003), dentre as grandezas de entrada (fontes de variabilidade) da incerteza em uma medição, pode-se citar:

- a) Realização imperfeita da definição do mensurando e definição incompleta;
- b) amostragem não representativa do mensurando definido;
- c) conhecimento inadequado dos efeitos das condições ambientais sobre a medição ou medição imperfeita das condições ambientais;
- d) erro de tendência pessoal na leitura de equipamentos analógicos;
- e) resolução finita do equipamento ou limiar de mobilidade;
- f) valores inexatos dos padrões de medição e materiais de referência;
- g) valores inexatos de constantes e de outros parâmetros obtidos de fontes externas e usados no algoritmo de redução de dados;
- h) aproximações e suposições incorporadas ao método e procedimento de medição;
- i) variações nas observações repetidas do mensurando sob condições aparentemente idênticas.

Com base nas grandezas de entrada citadas anteriormente, pode-se observar a importância da adequada caracterização do processo de medição. Cada grandeza acrescenta um componente de incerteza ao resultado da medição e todas devem ser convenientemente consideradas e combinadas para que se obtenha uma estimativa realista da incerteza do processo de medição. O tratamento dado às grandezas de entrada possibilita chegar a um valor para a estimativa da incerteza de medição. Conforme mostrado na Figura 6, o método de estimativa da incerteza de medição pode ser subdividido em quatro grandes etapas.

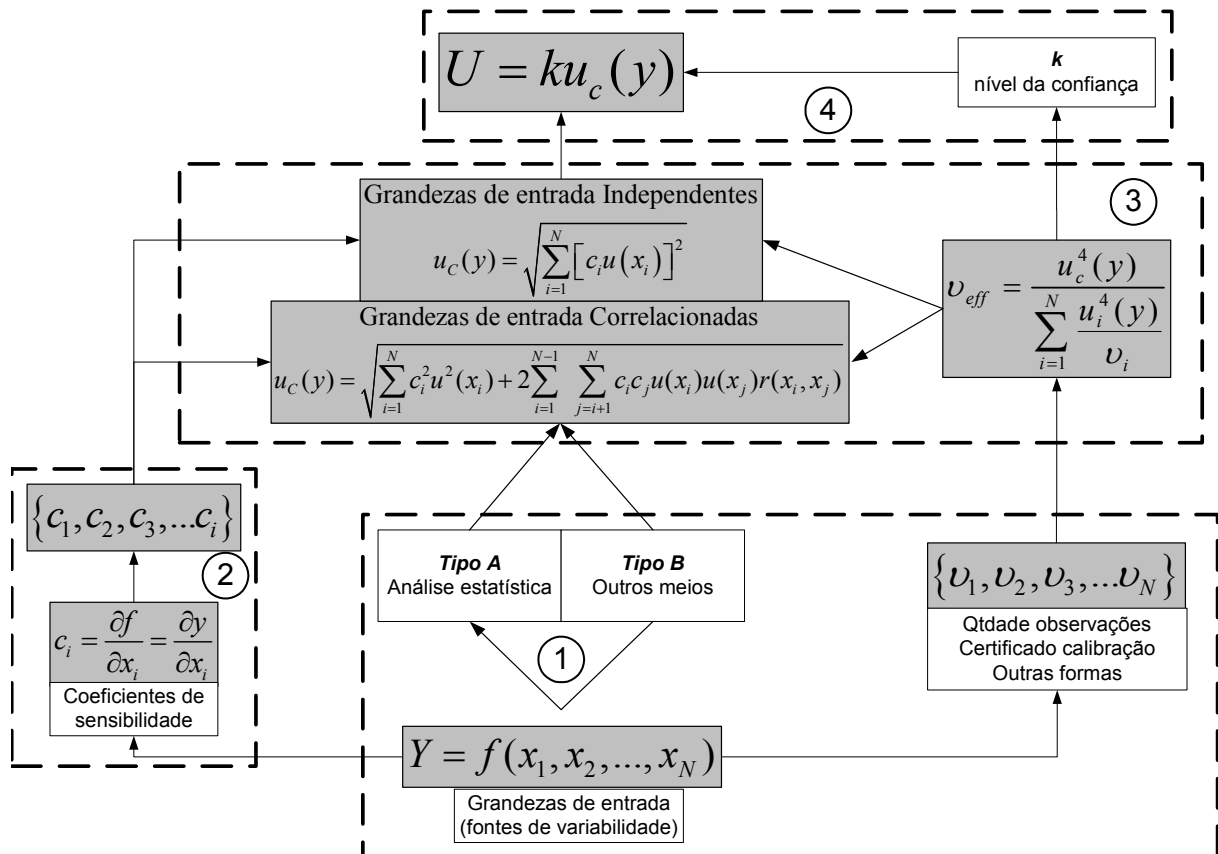


Figura 6 - Diagrama do método de estimativa da incerteza de medição  
[Fonte: Adaptado de Aibe (2004)]

*Etapa 1:* Definir as grandezas de entrada ( $x_1, x_2, \dots, x_N$ ) a considerar para que se obtenha a estimativa da incerteza de medição, determinando a forma como elas se relacionam, ou seja, o modelo matemático que rege a variabilidade do processo de medição que está sendo realizado. Para cada grandeza determina-se a distribuição de probabilidade que representa seu comportamento, bem como, seus respectivos graus de liberdade ( $\nu_1, \nu_2, \nu_3, \dots, \nu_n$ ). Levar em consideração que as grandezas de entrada podem ser estimadas com base na distribuição estatística dos resultados das séries de medições (caracterizados por um desvio padrão experimental - tipo A) e, ainda, outros componentes, que podem ser caracterizados por desvios padrão (tipo B), mas avaliados por meio de distribuições de probabilidade assumidas, baseadas na experiência ou em outras informações. É nesta etapa que se verifica o relacionamento das grandezas de entrada, ou seja, se elas são independentes ou correlacionadas. A combinação dessas grandezas, realizada na etapa 3, é diferente de acordo com o tipo de relacionamento existente entre elas.

*Etapa 2:* Determinar o coeficiente de sensibilidade ( $c_1, \dots, c_i$ ) que descreve como a estimativa de saída  $y$  varia com as alterações nos valores das estimativas de entrada ( $x_1, x_2, \dots,$

$x_N$ ). Nesta etapa também se pode verificar quanto cada fonte contribui para a incerteza global do ensaio ou calibração.

*Etapa 3:* Calcular a incerteza padrão combinada ( $u_c$ ), que é a incerteza do ensaio ou da calibração, considerando todas as fontes de incerteza, como um desvio padrão. Deve-se observar o relacionamento das grandezas de entrada, pois a combinação das incertezas padrão (o desvio padrão combinado) é realizada distintamente, dependendo do caso. A incerteza padrão combinada é uma combinação de diferentes distribuições de probabilidade das grandezas de entrada (desde que elas sejam independentes), fundamentada no teorema do limite central, desse modo, se faz necessário calcular seus graus efetivos de liberdade ( $\nu_{eff}$ ).

*Etapa 4:* Calcular a incerteza expandida ( $U$ ), que é a incerteza do ensaio ou calibração, considerando todas as grandezas de entrada com desvio padrão relevante para obter-se um maior nível da confiança naquela estimativa.

### **3.4.2 Cálculo da incerteza de medição através da simulação de Monte Carlo**

Segundo ABNT/INMETRO (2003), outras técnicas que não aquelas estabelecidas pelo próprio guia podem ser aceitas quando os requisitos para aplicação desse método não são satisfeitos. Nesse sentido, podem ser utilizados métodos analíticos ou numéricos, o que é o caso da simulação de Monte Carlo.

A simulação de Monte Carlo é um método probabilístico baseado na aleatoriedade que, através de tentativas experimentais, pode resolver problemas estocásticos. O método começou a ser difundido com o advento do computador, pois a simulação de Monte Carlo requer a geração de uma grande quantidade de números aleatórios (COX; HARRIS, 2001).

Levando em consideração os aspectos de confiabilidade na metodologia de cálculo da incerteza das medições e utilizando uma abordagem tecnicamente válida e economicamente aplicável, a simulação de Monte Carlo está sendo discutida na comunidade metrológica internacional. Ela se apresenta como um método alternativo eficaz para os casos em que a aplicação dos procedimentos propostos pelo ISO GUM é inadequada ou muito complexa. Um documento suplementar ao ISO GUM a respeito da utilização da simulação de Monte Carlo para o cálculo da incerteza de medição vem sendo desenvolvido, ainda em forma de minuta, por um comitê conjunto ligado ao BIPM, o Joint Committee for Guides in Metrology - JCGM.

De acordo com Cox e Harris (2001), o método de Monte Carlo, diferente do método do ISO GUM, utiliza o conceito de propagação das distribuições de probabilidade das

grandezas de entrada e não somente a propagação das incertezas das grandezas de entrada, como preconiza o outro método. Ou seja, toda a distribuição de probabilidade de cada fonte de incerteza é propagada através da equação da medição. Dessa forma, segundo BIPM (2004d), a distribuição da grandeza de saída não é assumida *a priori*, como acontece no método do ISO GUM, mas calculada a partir das distribuições de probabilidade das grandezas de entrada.

Cox e Harris (2001), explicam que o conceito de propagação de distribuições utilizado pela simulação de Monte Carlo consiste, primeiramente, em assumir distribuições de probabilidade apropriadas (como uniforme, normal, triangular, entre outras) para as fontes de incerteza do ensaio ou calibração. Essas distribuições são, então, propagadas através da equação da medição, e os valores para a média e desvio padrão dos resultados são estimados. A incerteza do ensaio ou da calibração será calculada de acordo com um determinado nível da confiança desejado, após um grande número de repetições executadas.

De acordo com o BIPM (2004-d), ainda não há uma definição com relação ao número  $n$  de repetições da simulação de Monte Carlo. O número de repetições irá impactar diretamente no grau de exatidão dos resultados. Cox e Harris (2001) apresentam um estudo com 50.000 repetições, e Canaves e Pompéia (2004) mostram um estudo com 10.000 repetições, que foram consideradas suficientes.

Outra importante utilidade da simulação de Monte Carlo consiste na possibilidade de validação dos cálculos executados pelo método do ISO GUM. A lei da propagação da incerteza proposta pelo ISO GUM tende a funcionar plenamente na maioria dos casos. Contudo, é complexo quantificar os efeitos das aproximações envolvidas, tais como, a não linearização do modelo matemático, a inaplicabilidade da fórmula de Welch-Satterthwaite e a distribuição não normal da grandeza de saída. Nesse sentido, sempre quando houver dúvidas com relação à adequação do método do ISO GUM, os cálculos devem ser validados de alguma forma. A simulação de Monte Carlo pode ser uma alternativa para validar tais cálculos, já que a propagação de distribuições é uma generalização da lei de propagação de incertezas (BIPM, 2004-d).

Para a comparação de resultados de incerteza calculados pelo método do ISO GUM e de Monte Carlo, o BIPM (2004-d) recomenda um procedimento baseado no número de algarismos significativos expressos nos cálculos. Cabe ressaltar que, na comparação entre os dois métodos, não há uma regra geral que determine qual método fornecerá uma incerteza menor. BIPM (2004-d) apresenta um estudo no qual o valor da incerteza obtido através de Monte Carlo foi menor do que aquele calculado pelo método do ISO GUM. Entretanto,

Canaves e Pompéia (2004) mostram resultados de incerteza maiores pelo método de Monte Carlo, quando comparado ao método do ISO GUM.

Para Pizzolato, Jornada e Caten (2005), a incerteza de medição calculada pelo método ABNT/INMETRO (2003) sugere o uso de um modelo analítico que contemple as diferentes fontes de incerteza, pertinentes ao fenômeno em estudo, tais como: incerteza herdada do padrão de referência; diferença de condições ambientais; diferença de medições entre técnicos, diferença devido a erros geométricos, exatidão do instrumento de medição, incerteza do método de medição. Dessa forma o laboratório combina as informações obtidas das diferentes fontes para obter um resultado final de incerteza, a incerteza expandida. No entanto, utilizando-se dessa abordagem, o valor calculado da incerteza pode ser inferior ao real, em função da omissão de algumas fontes de incerteza, aquelas que influenciam na variabilidade do resultado da medição.

Além da estimativa da incerteza de medição pelo método do ISO GUM e pela simulação de Monte Carlo, alguns autores sugerem outras formas de estimar a incerteza de medição. De acordo com EUROLAB (2002), em várias situações, os laboratórios desenvolvem seus próprios métodos ensaio. Segundo ABNT (2005), esses métodos devem ser validados pelo laboratório que os desenvolveu. Durante a validação, diversas medições são realizadas, possibilitando assim, obter-se um desvio padrão que pode ser utilizado na incerteza de medição do método. Ainda segundo esse autor, comparações interlaboratoriais são uma poderosa ferramenta na avaliação da incerteza. As séries de medições de diferentes laboratórios representam resultados de medições independentes realizadas sob diferentes condições, possibilitando, dessa forma, obter-se o desvio padrão desses laboratórios. Esse desvio padrão do ensaio de proficiência, com a participação do laboratório em questão, pode ser utilizado na estimativa da incerteza de medição dele, desde que o laboratório tenha tido um resultado satisfatório. O desvio padrão do ensaio de proficiência que o laboratório participou pode ser utilizado como a incerteza padrão do parâmetro analisado, cobrindo todos os componentes relevantes e passos necessários para realizar o ensaio. Por fim, o autor sugere o uso do desvio padrão das cartas de controle da média como entrada para a estimativa da incerteza de medição.

### 3.5 ACORDOS DE RECONHECIMENTO MÚTUO

Os acordos de reconhecimento mútuo são um dos instrumentos importantes para a superação das barreiras técnicas entre países. É um acordo formal através do qual uma organização aceita os resultados da atividade de outro organismo, considerando-os como se fossem seus e vice-versa. Esses acordos podem existir, por exemplo, no nível governamental, quando se referem ao campo regulamentar, significando que a regulamentação do outro país é suficiente para atender a sua própria regulamentação. Da mesma forma, o acordo pode acontecer entre INM, entre organismos de avaliação da conformidade e ainda de metrologia legal. De uma maneira geral, os acordos têm como objetivo facilitar a vida dos organismos, eliminando avaliações redundantes e de alto custo (MDIC, 2002).

No campo da avaliação da conformidade, a partir dos anos 80, os acordos de reconhecimento mútuo vêm se tornando importantes. Desde então, se faz uma distinção entre diferentes tipos de acordo. Segundo Donaldson (2002), o termo *mutual recognition agreement* está associado exclusivamente aos acordos realizados entre organismos governamentais e o termo *mutual recognition arrangement* está associado a acordos entre organismos não governamentais.

Além da vontade política das partes envolvidas no acordo de reconhecimento mútuo, esse acordo depende da confiança entre partes, pois o que acontece é que elas estarão assumindo como suas, as atividades que foram efetuadas pelas outras partes, mas com a mesma responsabilidade. Para que isso aconteça, as partes precisam se conhecer muito bem, ter certeza que os procedimentos são executados da mesma maneira, com as mesmas bases, saber que as pessoas que realizam as atividades são competentes e confiáveis, etc. Para que os organismos participantes do acordo conheçam uns aos outros, eles podem recorrer a avaliações e/ou auditorias realizadas por terceiros. Essas auditorias podem ser realizadas pelos organismos participantes do acordo, ou por um organismo independente, como é o caso de auditorias de acreditação e certificação. Nas avaliações pelos organismos participantes do acordo, uma parte avalia o processo do sistema de gestão da outra parte. O processo para que cada uma das partes avalie e seja avaliada pelas outras, na busca de uma construção da confiança mútua, poderá levar a redundâncias e a desperdício de recursos. Para eliminar essa redundância, foi desenvolvido o mecanismo de avaliação dos pares, também chamado de *peer evaluation*. Através desse mecanismo, assume-se que cada organização será avaliada somente

por uma equipe de membros dos outros organismos integrantes da iniciativa de reconhecimento (os pares), que os resultados da avaliação estarão a disposição de todos os pares do acordo e que os membros da organização e que serão designados para avaliar pelo menos uma outra organização do acordo (MDIC, 2002). Conforme Drake (2004), a avaliação de pares é um método direto de avaliação da conformidade e as auditorias por organismos independentes (p.ex., auditoria de acreditação) é um método indireto.

Nesse ponto pode-se retomar a Figura 5, que mostra a cadeia de rastreabilidade, na qual, no sentido horizontal da pirâmide, tem-se a comparabilidade, que pode ser estabelecida pelos acordos de reconhecimento mútuo.

### ***3.5.1 Acordos de reconhecimento entre participantes do CIPM***

Para Kovalevsky (2000), não é possível controlar medidas comparáveis em diferentes locais do mundo e realizadas em diferentes momentos no tempo sem existir uma referência única e estável, nas quais as medidas são sistematicamente comparadas. Para modificar essa situação, foi iniciado um processo de estudo através de uma resolução da CGPM, em 1995, solicitando que o CIPM tomasse conhecimento das necessidades nacionais e internacionais de longo prazo, relativas à metrologia, e as apropriadas colaborações internacionais.

Surgiu então, o MRA (Mutual Recognition Arrangement) do CIPM, desenvolvido pelo próprio CIPM com a autoridade conferida pela Convenção do Metro. O MRA é um arranjo entre diretores dos INM e dos signatários da Convenção do Metro. Entretanto, esse não é um tratado diplomático, não é uma extensão da Convenção do Metro, nem mesmo uma substituição para qualquer um de seus artigos. O MRA do CIPM está estruturado de forma que a coordenação geral é do BIPM, sob a autoridade do CIPM, que, por sua vez, está sob a autoridade dos signatários da Convenção Metro. Os Comitês Consultivos do CIPM, as Organizações Regionais de Metrologia e o BIPM são responsáveis pela realização das comparações chave e comparações adicionais. O Comitê Conjunto das Organizações Regionais de Metrologia e o BIPM (JCRB) é responsável por analisar e transmitir os dados para o banco de dados referentes às calibrações e capacidades de medida declaradas pelos INM (CIPM, 2003). Os signatários do MRA do CIPM podem ser encontrados em BIPM (2006-c).

Esse acordo tem o objetivo de estabelecer o **grau de equivalência** dos padrões de medida nacionais, mantidos pelos INM, fornecer o reconhecimento mútuo para os certificados



de calibração e ensaios fornecidos pelos INM e fornecer aos governos e outras partes envolvidas as informações a respeito das medições. Isso tudo com segurança técnica fundamentada por um acordo realizado entre organismos internacionais de comércio e de regulação (CIPM, 2003). Segundo Silva (2004), o MRA do CIPM apresenta uma sistemática robusta, pois a equivalência é estabelecida padrão a padrão, para cada um dos padrões das unidades de medida, que formam o sistema metrológico da nação.

O processo para que o MRA do CIPM aconteça, ou seja, a determinação do **grau de equivalência** dos padrões de medição envolve a comparação internacional de medidas e as comparações internacionais suplementares de medidas conhecidas como **comparações fundamentais** ou **comparações chave** (*key comparisons*). Por fim, a avaliação de seus sistemas de qualidade, através das informações obtidas nessas atividades, possibilita que se summarize a capacidade de medição, de cada INM, numa base de dados mantida pelo BIPM e disponível ao público na *web*, conhecida como Apêndice C. As nações que assinaram o MRA do CIPM assumiram o compromisso de aceitar o processo especificado para estabelecer o Apêndice C, reconhecer os resultados das comparações chave e adicionais como declarado nesse apêndice e reconhecer a capacidade de calibração e de medição dos outros INM participantes do MRA, também, conforme declarado nesse apêndice (CIPM, 2003). As comparações chave servem de suporte para o MRA do CIPM, para os padrões de medição nacionais e para os certificados de calibração e ensaio fornecidos pelos INM (BIPM, 2005-g).

Cada INM estabelece e mantém os padrões de medição de seu país e suas capacidades de medição e calibração (CMC - Calibration and Measurement Capabilities). Esses padrões são ponto de referência para todas as atividades do país que requerem rastreabilidade a padrões de medição, desde atividades de pesquisa até comerciais. O setor privado não está envolvido com o estabelecimento dos padrões de medição e com a rastreabilidade para as capacidades de medição e calibração (CMC). Isso acontece devido ao fato de que os padrões atuam como um ponto de referência para todos os atores da economia e sua manutenção deve ser administrada de uma maneira que permita acesso igual a todos os usuários (MACDONALD et. al, 2002).

As **comparações chave** dos padrões de medida já vinham sendo uma atividade importante dos INM, mas desde o início dos anos 90, essa atividade tem ficado cada vez mais necessária. Isso aconteceu, em parte como consequência da ampla implementação de sistemas da qualidade baseados nas normas ISO, o que indiretamente levou ao aumento da demanda por reconhecimento mútuo das medições realizadas em diferentes países do mundo (QUINN; KOVALEVSKY, 2005).

De acordo com CIPM (2003), para dar condições a fim de que os objetivos do MRA sejam atendidos, é necessário que: as **comparações chave** sejam conduzidas através de procedimentos especificados que levarão a uma medida quantitativa do **grau de equivalência** de padrões de medida nacionais; cada INM opere de modo satisfatório a fim de assegurar a qualidade e; haja participações de sucesso dos INM nas comparações adicionais apropriadas. Juntos, esses três itens demonstram o grau de confiança dos resultados fornecidos pelas instituições participantes das comparações e, ainda, promovem a confiança mútua entre eles.

Segundo BIPM (2003-a), existem dois tipos de **comparações chave**, aquela nas quais os padrões, ou a realização da unidade são comparados a fim de assumir que eles tenham estabilidade ao longo do tempo, e aquela na qual a estabilidade ao longo do tempo não é assumida. As avaliações dos resultados desses dois tipos de comparações são diferentes. As comparações em que não se assume estabilidade do padrão são as comparações chave comuns e são realizadas numa agenda de tempo curta. Esse tipo de comparação permite que os institutos participantes realizem suas medições num período de tempo fixado. Essas comparações necessitam viagens dos padrões com transporte adequado e com estabilidade durante o transporte.

As **comparações chave** são projetadas para testar as principais técnicas na área abordada; para fornecer resultados claros, inequívocos, robustos e fáceis de comparar com aqueles correspondentes às comparações realizadas pelas ORM. Também, para serem suficientes na faixa de abrangência e na frequência, a fim de demonstrar e manter a equivalência entre os laboratórios participantes. Com base nos resultados das comparações chave, podem ser realizadas determinações de equivalência de padrões que cobrem uma ampla faixa de medidas que utilizam essas técnicas, não apenas a medição diretamente avaliada pela comparação fundamental. A periodicidade das comparações é definida para assegurar continuidade das equivalências, sem sobrecarregar os laboratórios participantes. Os Comitês Consultivos (CC) são responsáveis por escolher as comparações chave. Em cada área, uma lista de comparações chave é identificada e elas cobrem a faixa dos padrões e as principais técnicas utilizadas (BIPM, 2003-a). A Figura 7 mostra um esquema da forma como as comparações chave acontecem, de acordo com o explicado na seqüência.

Para viabilizar a execução das comparações chave, de forma a estendê-las ao maior número de participantes possível, foi organizada a primeira comparação entre os mais avançados INM do mundo, denominada comparação do CIPM. Dessa comparação foram determinados os valores de referência e suas respectivas incertezas, as quais foram aprovadas pelo CC responsável. Com base nos resultados obtidos pelos INM, foi determinado o grau de

equivalência, que é a diferença ente valor de referência e a incerteza associada. Um pequeno número de INM que fizeram parte da comparação do CIPM tem a tarefa de transferir, via seu grau de equivalência, o valor de referência e, portanto, permitir a todos os participantes da comparação organizada pela ORM determinar seu próprio grau de equivalência, que mais tarde também será aprovado pelo CC (KOVALEVSKY, 2000).

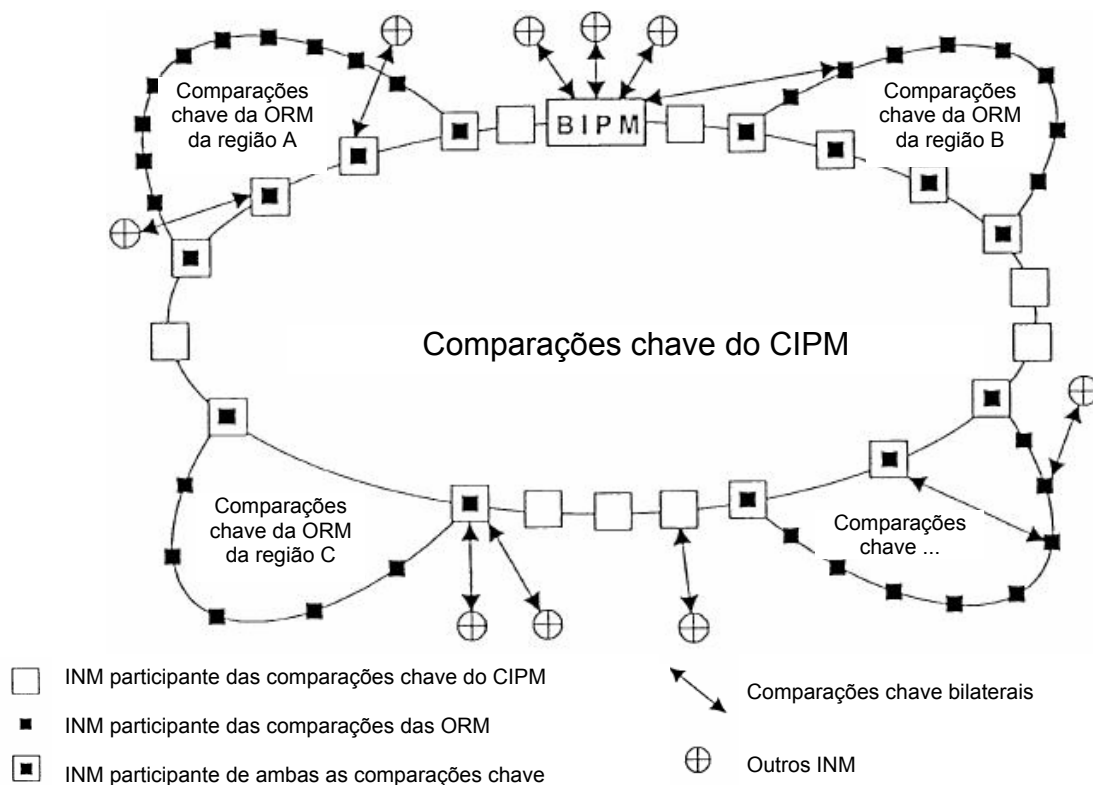


Figura 7 - Comparações chave do CIPM e sua extensão às comparações chave das ORM  
 [Fonte: KOVALEVSKY (2000)]

Para CIPM (2003), o termo **grau de equivalência** de padrões é tomado para a média dos graus, nos quais o padrão é consistente com o valor de referência da **comparação fundamental**. O **grau de equivalência** de cada padrão nacional é expresso quantitativamente por dois termos: seu desvio do valor de referência da comparação chave e a incerteza desse desvio (num nível de confiança de 95%). O grau de equivalência entre pares de padrões nacionais é expresso pela diferença de seus desvios do valor de referência e da incerteza dessa diferença (num nível de confiança de 95%).

Para Willink (2003), o MRA do CIPM é pouco específico sobre a forma como o **grau de equivalência** será utilizado. O autor sugere que o grau de equivalência descreve a consistência do padrão de medida. Entretanto, para o autor, demonstrar a consistência dos resultados, no sentido de comparabilidade e demonstrar a habilidade de ter confiança nos

resultados são tarefas diferentes. Segundo o autor, existem três propósitos distintos para determinar o grau de equivalência, que são:

- a) avaliar a compatibilidade de resultados de dois laboratórios com vistas a identificar problemas em um ou outro procedimento de medição;
- b) decidir se um resultado de dois laboratórios é intercambiável, sem modificação, para uma aplicação específica, a fim de evitar repetição da medição; e
- c) determinar o termo de ajuste adequado e sua incerteza quando o resultado de um laboratório for usado com modificação no lugar de um outro resultado, com o fim de evitar repetição de medição.

Segundo o autor, os três propósitos são suficientemente distintos para justificar procedimentos e nomes diferentes. O primeiro envolve a consistência dos resultados e sugere definir um grau de compatibilidade, ou seja, determinar se existe uma fonte de erro desconhecida no procedimento de medição de um laboratório, quando comparado a um procedimento bem conhecido (referência) de outro. O segundo envolve a confiança que os laboratórios podem ter utilizando os resultados dos outros e sugere definir um grau de intercambiabilidade, ou seja, decidir se os resultados de um laboratório podem ser usados, no futuro, por outro, sem modificações, e numa aplicação em particular. No terceiro, o termo de ajuste e sua incerteza são encontrados para serem quase sinônimos com os dados, definindo o grau de equivalência, ou seja, determinar o termo de ajuste aditivo e sua incerteza, que é para ser aplicada caso os resultados de um laboratório sejam utilizados com modificação em futuras análises conduzidas por outro laboratório.

### ***3.5.2 Acordos de reconhecimento entre organismos de avaliação da conformidade***

Uma das razões porque o comércio internacional está sujeito a controles repetidos de avaliação da conformidade é a falta de confiança que os usuários da avaliação da conformidade em um país têm em relação aos outros países. Segundo ISO (2005-c), o objetivo principal da avaliação da conformidade é fornecer aos usuários confiança de que os requisitos aplicáveis aos produtos, serviços, sistemas, processos e materiais foram atendidos. Essa confiança pode ser atingida através da cooperação entre organismos de avaliação da conformidade. Segundo os autores, os acordos de reconhecimento mútuo na avaliação da conformidade facilitaram a aceitação de produtos e serviços, em qualquer lugar, com base em uma simples avaliação em um país e contribuíram, também, tanto para a eficiência do sistema de comércio internacional quanto para o benefício dos fornecedores e clientes.

Inicialmente, os acordos, estabelecidos entre os organismos de acreditação (avaliação da conformidade de terceira parte) eram de natureza bilateral e entre organismos não governamentais (DONALDSON, 2002). Segundo Soares (2004), com o passar do tempo esses acordos passaram a se tornar multilaterais, ou seja, envolviam organismos de acreditação de diferentes nações.

A WECC (Western European Calibration Cooperation) foi a primeira organização que reuniu os organismos de acreditação da antiga Europa Ocidental. Posteriormente, a WECC se transformou em EA (European co-operation for Accreditation) e também passou a estabelecer acordos multilaterais com organismos de acreditação e de avaliação da conformidade. A partir de então, outros acordos, não só no campo da avaliação da conformidade, foram estabelecidos. A Figura 8 mostra alguns dos acordos de reconhecimento mútuo existentes na atualidade e seu escopo.

<b>Coord.</b>	<b>Descrição, escopo/objetivo</b>
CIPM	<i>Mutual Recognition Arrangement – MRA</i> Capacidade de medição dos INM
ILAC	<i>Mutual Recognition Arrangement – MRA</i> Laboratórios de ensaio e calibração acreditados
IAF	<i>Multilateral Recognition Agreement – MLA</i> Organismos de acreditação
CIPM ILAC	<i>Memoranda of Understanding – MOU</i> Estreitar os vínculos entre acreditação e metrologia; cooperar e coordenar suas ações relacionadas à infra-estrutura de medição nacionais e internacionais.
ICSQA ILAC	<i>Memoranda of Understanding – MOU</i> ICSQA (Industry Cooperation on Standards and Conformity Assessment) e ILAC objetivam reconhecer o valor da avaliação da conformidade de processos setorial
IAF ISO ILAC	<i>Memoranda of Understanding – MOU</i> Política de avaliação da conformidade, desenvolvimento de padrões e práticas relacionadas à acreditação
UNIDO IAF ILAC	<i>Memoranda of Understanding – MOU</i> Estabelecer uma parceria no campo da acreditação como parte da avaliação da conformidade como forma de melhorar o desenvolvimento industrial, o crescimento da economia e dar assistência a integração dos países em desenvolvimento com a transição do mercado econômico
IEC ILAC	<i>Memoranda of Understanding – MOU</i> Programas de avaliação da conformidade e de acreditação de laboratórios
IAF ILAC	<i>Agreement for closer Cooperation</i> Organismos regionais e individuais de avaliação da conformidade
IAAC	<i>Multilateral Recognition Agreement – MLA</i> Laboratórios de ensaios e calibração acreditados e organismos de certificação
ISO CASCO	<i>Mutual Recognition Arrangement – MRA</i> Organismos de avaliação da conformidade e de acreditação
EA	<i>Multilateral Recognition Agreement – MLA</i> Laboratórios de ensaio e calibração acreditados e organismos de certificação
OIML	<i>Mutual Acceptance Arrangement – MAA</i> as partes aceitam e utilizam relatórios de ensaios validados pelo Certificado de Conformidade da OIML

Figura 8 - Acordos de reconhecimento  
[Fonte: elaborada pela autora]

De uma maneira geral, os acordos de reconhecimento mútuo na área da avaliação da conformidade objetivam desenvolver redes de laboratórios de ensaio e calibração acreditados que podem fornecer resultados exatos e confiáveis. Esses laboratórios acreditados são avaliados e reconhecidos como competentes pelos organismos de acreditação signatários dos acordos. A avaliação realizada é denominada de avaliação de pares, na qual, organismos signatários dos acordos avaliam outros organismos signatários desse mesmo acordo. Outro ponto importante desses acordos é a tendência do aumento da aceitação, tanto pela indústria quanto pelos governos, dos resultados fornecidos por laboratórios acreditados, incluindo resultados de laboratórios de outros países. Dessa forma, o objetivo do livre comércio pode ser realizado: 'um produto testado uma vez e aceito em qualquer lugar' (ILAC, 2004).

Os acordos de reconhecimento normalmente são baseados nos resultados de avaliações realizadas nos organismos signatários. As regras utilizadas para realizar as avaliações podem ser baseadas em procedimentos definidos por cada acordo. Como exemplo, pode ser citada a regra que o ILAC utiliza em seu acordo, segundo o qual o organismo signatário do acordo deve manter-se conforme os requisitos da ISO/IEC 17011 (Conformity assessment - General requirements for accreditation bodies accrediting conformity assessment bodies) e assegurar que os laboratórios por eles acreditados cumpra os requisitos da ISO/IEC 17025 (ILAC, 2004).

Segundo Soares (2004), a própria norma ISO/IEC 17011 reconhece a importância desses acordos de reconhecimento mútuo, pois esses asseguram que os organismos de acreditação atendem aos requisitos de normas internacionais e ainda visam facilitar o comércio entre nações.

Os acordos de reconhecimento mútuo dos organismos de avaliação da conformidade são baseados no Guia ISO/IEC 68:2002. Esse guia fornece uma introdução ao desenvolvimento, fornecimento e realização de acordos de reconhecimento dos resultados produzidos pelos organismos de avaliação da conformidade e das atividades relativas a ela. (ISO, 2005-c).

### ***3.5.3 Acordos de reconhecimento entre organismos da metrologia legal***

A OIML utiliza o Mutual Acceptance Arrangement (MAA), que visa à aceitação, por parte dos signatários do acordo, dos relatórios de ensaio validados pelo certificado de conformidade da OIML. A OIML espera que esse acordo forneça aos organismos de metrologia legal confiança nas competências de organismos de outros países, especialmente,

quando esses países não possuem serviços desse tipo. Também espera que os organismos signatários do acordo tenham seus resultados de testes aceitos em outros países e, ainda, que os fabricantes de instrumentos tenham a aprovação de seus instrumentos facilitada em diversos países, utilizando o conceito *one-stop testing* (OIML, 2004-a).

O acordo da OIML inclui uma avaliação da competência e dos serviços de ensaio das autoridades em metrologia legal e dos laboratórios que prestam serviços a elas. Essa avaliação é realizada com base nos requisitos do Guia ISO/IEC 65: General requirements for bodies operating product certification systems e da ISO/IEC 17025: General requirements for the competence of testing and calibration laboratories e pode ser realizada em avaliações de acreditação ou em avaliação de pares (OIML, 2004-a).

### **3.6 ENSAIOS DE PROFICIÊNCIA**

De acordo com ABNT (1998), ensaio de proficiência (EP) é o uso de comparações interlaboratoriais com o propósito de determinar o desempenho do laboratório para ensaios ou medições e, ainda, monitorar seu desempenho contínuo. Além desse propósito principal, os EP podem, também, fornecer informações para os outros propósitos das comparações interlaboratoriais. A participação dos laboratórios em atividades de EP é uma forma de avaliar e demonstrar a confiabilidade dos dados que estejam produzindo. Isso significa dizer que através dos EP pode-se avaliar a habilidade do laboratório de realizar ensaios de forma competente. É importante ressaltar que ABNT (2005) indica que a participação em EP é necessária, especialmente, quando outras ferramentas de controle de qualidade e até a própria cadeia de rastreabilidade não estão disponíveis.

As comparações interlaboratoriais podem ser realizadas com diferentes propósitos, dentre os quais a ABNT (1999-a) cita: determinação do desempenho de laboratórios individuais para ensaios ou medições específicos e monitoração do desempenho contínuo do laboratório; identificação de problemas em laboratórios e início de ações corretivas que podem ser relacionadas, por exemplo, ao desempenho individual do pessoal ou à calibração dos instrumentos; estabelecimento da efetividade e da comparabilidade de novos métodos de ensaio ou medição e monitoração dos métodos estabelecidos; fornecimento de confiança adicional aos clientes do laboratório; identificação de diferenças interlaboratoriais; determinação das características de desempenho de métodos (conhecidas como processos

colaborativos); atribuições de valores para materiais de referência (MR) e avaliação de sua adequação para a utilização em ensaios específicos ou procedimentos de medição.

Os laboratórios que realizam medições são fatores de importância no momento de fornecer dados confiáveis. Uma das formas de garantir a confiabilidade das medições realizadas por laboratórios é a avaliação frequente de seu desempenho. Os EP permitem esta avaliação, conduzindo os participantes à melhoria contínua (ÖRNEMARK et al., 2004). Para ABNT (1999-a), os EP podem ser considerados um complemento da acreditação, pois permitem a um laboratório comparar seus resultados com os de outros laboratórios em amostras que devem ser semelhantes àquelas realizadas pelo laboratório em seu dia a dia.

Para Nevel et al. (1998) e Örnemark et al. (2004), participações em ensaios de proficiência e em avaliações externas da qualidade são atividades que fornecem aos laboratórios, seus clientes e organismos de acreditação e reguladores uma valiosa informação sobre a qualidade das medições, permitindo a esses últimos realizarem suas atividades de avaliação ou auditoria com base nos resultados dos ensaios de proficiência.

Os programas de ensaios de proficiência foram designados, inicialmente, como uma ferramenta para medir a qualidade dos laboratórios, possibilitando a eles monitorar seus resultados de medição, compará-los com aqueles considerados “verdadeiros”, fornecidos pelos provedores de ensaios de proficiência. Também auxiliaria na tomada de ações quando seus resultados ficassem fora dos limites estabelecidos pelo EP, ou seja, quando tivessem um desempenho insatisfatório (BOLEY; OUSSOREM, 2000 *apud* BOLEY et al. 2001).

De acordo com Tholen (2004), os laboratórios de medicina foram um dos primeiros setores de laboratórios de ensaios a desenvolver comparações interlaboratoriais e o primeiro setor no qual as comparações se tornaram compulsórias.

Para Boley (1999), os programas de ensaios de proficiência são um instrumento extremamente poderoso quando utilizados em conjunto com outros, como materiais de referência certificados, métodos validados e sistemas de qualidade formais. Já para Visser (1999), o resultado de um EP é meramente uma fotografia da qualidade de todos os laboratórios participantes no momento da medição.

Os laboratórios de calibração começaram a participar em programas de ensaios de proficiência a partir da ISO/IEC 17025:1999. De acordo com Örnemark et al. (1999), os laboratórios clínicos de alguns países da Europa já participavam de programas de avaliação da qualidade externos, dentre eles os ensaios de proficiência. Essa participação ocorria mesmo sem que fosse um requisito mandatório.



De acordo com ABNT (1999-a), os programas de EP podem variar de acordo com a natureza do item de ensaio, do método utilizado e, ainda, de acordo com o número de laboratórios participantes. Os programas de ensaios de proficiência mais comuns são realizados através de: comparação de medição; ensaios interlaboratoriais; ensaios de partidas de amostras; qualitativos; valor conhecido e processo parcial. Estas formas de realização de ensaios de proficiência são resumidamente explicadas na Figura 9. Entretanto, a norma ASTM E1301-1995 não cita os últimos três tipos de ensaios de proficiência mostrados nesta figura.

<b>Tipo</b>	<b>Natureza do item de ensaio</b>	<b>Método utilizado</b>	<b>Número de laboratórios envolvidos</b>
<b>Comparação de medição</b>	O item de ensaio é enviado sucessivamente de um laboratório participante para outro	Os valores designados para o item de ensaio são fornecidos por um laboratório de referência, que pode ser a maior autoridade nacional para a medição em questão; demandam tempo para serem concluídos.	Comumente realizado com grande número de laboratórios.
<b>Ensaio interlaboratoriais</b>	São utilizadas sub-amostras selecionadas, aleatoriamente, de um determinado material. O material fornecido para ensaio deve ser de um lote que seja suficientemente homogêneo.	As amostras são distribuídas, simultaneamente, aos laboratórios participantes para que as medições sejam realizadas em paralelo.	Comumente realizado com grande número de laboratórios.
<b>Ensaio de partidas de amostras</b>	São utilizadas amostras de um produto ou material que são divididas em duas ou mais partes, nas quais cada laboratório participante ensaia uma parte.	São utilizados por clientes de laboratórios como, por exemplo, organismos regulamentadores.	Envolve comparações de dados produzidos por pequenos grupos (dois) de laboratórios, que estejam sendo avaliados como potenciais ou contínuos prestadores de serviços de ensaio;
<b>Qualitativos</b>	Identificação de um componente de um item de ensaio específico	São programas de natureza qualitativa	Não necessitam do envolvimento de múltiplos laboratórios ou comparações interlaboratoriais
<b>Valor conhecido</b>	Preparação de itens de ensaio com quantidades conhecidas do mensurando sob ensaio.	É possível avaliar a capacidade de um laboratório individual para ensaiar o item e fornecer resultados numéricos para comparação com o valor designado.	Não necessita o envolvimento de múltiplos laboratórios.
<b>Processo parcial</b>	O item de ensaio é o método de ensaio ou o processo de medição	Avaliam as habilidades do laboratório em realizar partes do ensaio total ou processo de medição	Não necessitam do envolvimento de múltiplos laboratórios

Figura 9 - Tipos de ensaios de proficiência  
[Fonte: adaptada de ABNT (1999-a)]

Entretanto, NATA (2004) subdivide os ensaios de proficiência em duas categorias: comparações interlaboratoriais de ensaios (que envolvem ensaios em amostras por dois ou mais laboratórios) e cálculo do valor de consenso a partir dos resultados de todos os participantes e comparações interlaboratoriais de calibração (nas quais um item de teste é distribuído seqüencialmente entre dois ou mais laboratórios participantes e o resultado de cada laboratório é comparado com um valor designado).

A ISO (2002) observa que os EP por comparação interlaboratorial são utilizados para determinar o desempenho individual dos laboratórios em ensaios e calibrações específicas e monitorar seu desempenho contínuo. Segundo a norma, o desempenho de um laboratório pode ser medido estatisticamente por três propriedades: tendência, estabilidade e repetitividade. Acrescenta, ainda, que através dos EP, por comparação interlaboratorial, pode-se obter uma estimativa da tendência do laboratório. Entretanto, esses dados estarão afetados pela estabilidade e pela repetitividade, isso significa dizer que um laboratório apresenta resultados, numa rodada de EP, que indicam tendência que na verdade pode estar sendo causada pela falta de estabilidade e pela repetitividade deficiente. Esse fato faz com que seja importante que o laboratório avalie regularmente suas propriedades de desempenho.

A condução dos EP é realizada por provedores que tem como atividades: preparar as amostras de ensaio; realizar testes de homogeneidade; avaliar a estabilidade das amostras; distribuir as amostras; realizar a análise estatística dos resultados; avaliar o desempenho dos laboratórios; enviar o relatório final; e realizar a reunião de discussão dos resultados. O Brasil possui provedores de EP, a Figura 10 apresenta uma relação destes provedores, bem como seu escopo de atuação (INMETRO, 2006-h).

A existência de provedores é necessária e importante para que os países conduzam seus programas, de modo a permitir acesso aos seus laboratórios de calibração e de ensaios (ABNT, 1999-a; 1999-b). A comunidade internacional possui a base de dados EPTIS (European Proficiency Testing Information System), que apresenta os programas de EP desenvolvidos na Europa e nas Américas.

A base de dados EPTIS tem o objetivo de estender seus serviços ao mundo todo e ainda fornecer informações adicionais sobre os EP. Os organismos que dão suporte à base de dados EPTIS são a EA (European Co-operation for Accreditation), a EURACHEM (Europe Analytical Chemistry), a EUROLAB (European Federation of National Laboratory Associations), o IAAC (Interamerican Accreditation Cooperation), o ILAC (International Laboratory Accreditation Cooperation) e o IRMM (European Institute for Reference Materials and Measurements).

<b>Provedores de EP no Brasil</b>	<b>Área/escopo</b>
Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES	Parâmetro de controle de qualidade de água e esgoto
Associação Rede de Metrologia e Ensaio do Rio Grande do Sul – RMRS	Análise microbiológica em águas; análises ambientais em águas; análises físico químicas em combustíveis; metrologia dimensional; metrologia elétrica; metrologia mecânica: calibração de balança; termômetro de líquido em vidro de imersão parcial e total; torque
CEDAE	Águas, esgotos e áreas afins
Centro de Tecnologia Industrial Pedro Ribeiro – SENAI/CETIND	Análises de águas
Centro Tecnológico de Polímeros SENAI	Ensaio em Materiais Elastoméricos
Centro Tecnológico do Calçado SENAI – Novo Hamburgo/RS	Ensaio em materiais e componentes para calçados
CIENTEC	Análises físicas e químicas em alimentos; Análise microbiológica de alimentos
Control-Lab	Bacteriologia, Bioquímica, Coagulação, Drogas Terapêuticas, Eletroforese das Proteínas, Espectrofotômetro, Gasometria, Hematologia, Hormônios, Imunohematologia, Imunologia, Líquor, Micologia, Parasitologia, Sorologia e Urinálise
EMBRAPA	Análises de alimentos para animais
EMBRAPA Solos	Fertilidade do solo pelo método Embrapa
Estatecamp Consultoria Estatística e em Qualidade	Dureza; motores: calibrações em vazão, pressão, rotação, torque, temperatura, potência e umidade; tração
INMETRO/CTLE 01 Construção civil	Ensaio de agregado graúdo; Ensaio de agregado miúdo; Ensaio de argamassa para revestimento; Ensaio de barras de aço e telas de aço soldadas; Ensaio de blocos de concreto para alvenaria; Ensaio de cimento; Ensaio de concreto; Ensaio de solos; Ensaio de tijolos cerâmicos; Ensaio em argamassa colante; Ensaio em asfalto; Ensaio em blocos cerâmicos; Ensaio em placa cerâmica para revestimento; Ensaio em telhas cerâmicas
Instituto Agrônomo de Campinas – IAC	Sistema IAC de análise de solos
Instituto Nacional de Controle da Qualidade em Saúde	Produtos Sujeitos ao Regime de Vigilância Sanitária: Alimentos, Medicamentos
Instituto Nacional de Tecnologia / Laboratório de Metalografia e Dureza – LAMED	Ensaio metalográfico para determinação de microconstituintes (ASTM E3 e E 407), determinação de tamanho de grão (ASTM E 112) e determinação do teor de inclusões (ASTM E 45)
Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de S.Paulo – IPT	Cimento e concreto; Lubrificantes; Óleo cítrico de laranja; Pasta celulósica, papel e papelão; Plásticos e borrachas
Ministério da Agricultura e do Abastecimento / Laboratório de Micotoxinas – LAV/MG	Alimentos: Micotoxinas em grãos
Rede Metrológica Minas Gerais - RMMG	Metrologia dimensional
Sociedade Brasileira de Análises Clínicas – SBAC	Programas básicos: Bioquímica, Hematologia, Imunologia, Urinálises, Microbiologia, Espectrofotometria e Educac; Programas avançados: Bioquímica, Imunologia II, Coagulação, Hormônios, Marcadores Tumorais e vários
Sociedade Brasileira de Citopatologia – SBC	Citopatologia
Sociedade Brasileira de Patologia – SBP	Medicina, patologia cirúrgica e citopatologia não ginecológica

Figura 10 - Provedores de EP brasileiros e seu escopo  
[Fonte: adaptada de INMETRO (2006-h)]

Os provedores de EP brasileiros, apresentados na Figura 10, estão iniciando seu cadastro nesta base de dados, que é encontrada em EPTIS (2005), dentre eles, pode-se citar o INMETRO, o INCQS (Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde) juntamente com a FIOCRUZ (Fundação Oswaldo Cruz), a ESTATCAMP juntamente com a AEA (Associação Brasileira de Engenharia Automotiva), o IAC (Instituto Agrônomo de Campinas), o CIENTEC (Fundação de Ciência e Tecnologia) e a RMRS (Rede Metrológica

do Rio Grande do Sul). Os organismos brasileiros com cadastro na base de dados da EPTIS são apresentados na Figura 19. Além dos organismos que dão suporte à base de dados da EPTIS, também existem os organismos que são parceiros dela e que são apresentados na Figura 11 (EPTIS, 2006).

<b>País</b>	<b>Parceiro</b>
América Central e do Sul, Canadá, Caribe	INMETRO
EUA	Texas Agricultural Experiment Station
Austria	Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit
Bélgica	Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek
República Tcheca	Czech Metrology Institute
Dinamarca	National Environmental Research Institute
Finlândia	Finnish Environment Institute
França	Laboratoire National d'Essais
Alemanha	Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung
Grécia	General Chemical State Laboratory
França	Laboratoire National d'Essais
Irlanda	National Metrology Laboratory
Itália	Associazione per l'Unificazione nel Settore dell'Industria Chimica
Holanda	Nederlands Meetinstituut
Noruega	Norwegian Institute for Water Research
Portugal	Portuguese Accredited Laboratory Association
Eslovênia	Metrology Institute
Espanha	Applus Certification Technological Center
Suécia	SP Swedish National Testing and Research Institute
Suíça	Métrie et accréditation suisse
Reino Unido	LGC Limited
Ucrânia	ASA, LTD

Figura 11 - Parceiros da EPTIS  
[Fonte: adaptada de EPTIS (2006)]

De acordo com ISO (2002) e ABNT (1999-a), se faz necessária a realização de atividades encadeadas para utilizar métodos estatísticos na análise dos resultados dos EP, a fim de avaliar o desempenho dos participantes. A Figura 12 mostra o fluxo destas atividades que estão descritas na seqüência. A descrição destas atividades foi realizada utilizando como referência ASTM (1995), ISO (1998), SCC (2001), ISO (2002), NATA (2004) e INMETRO (2004-f).

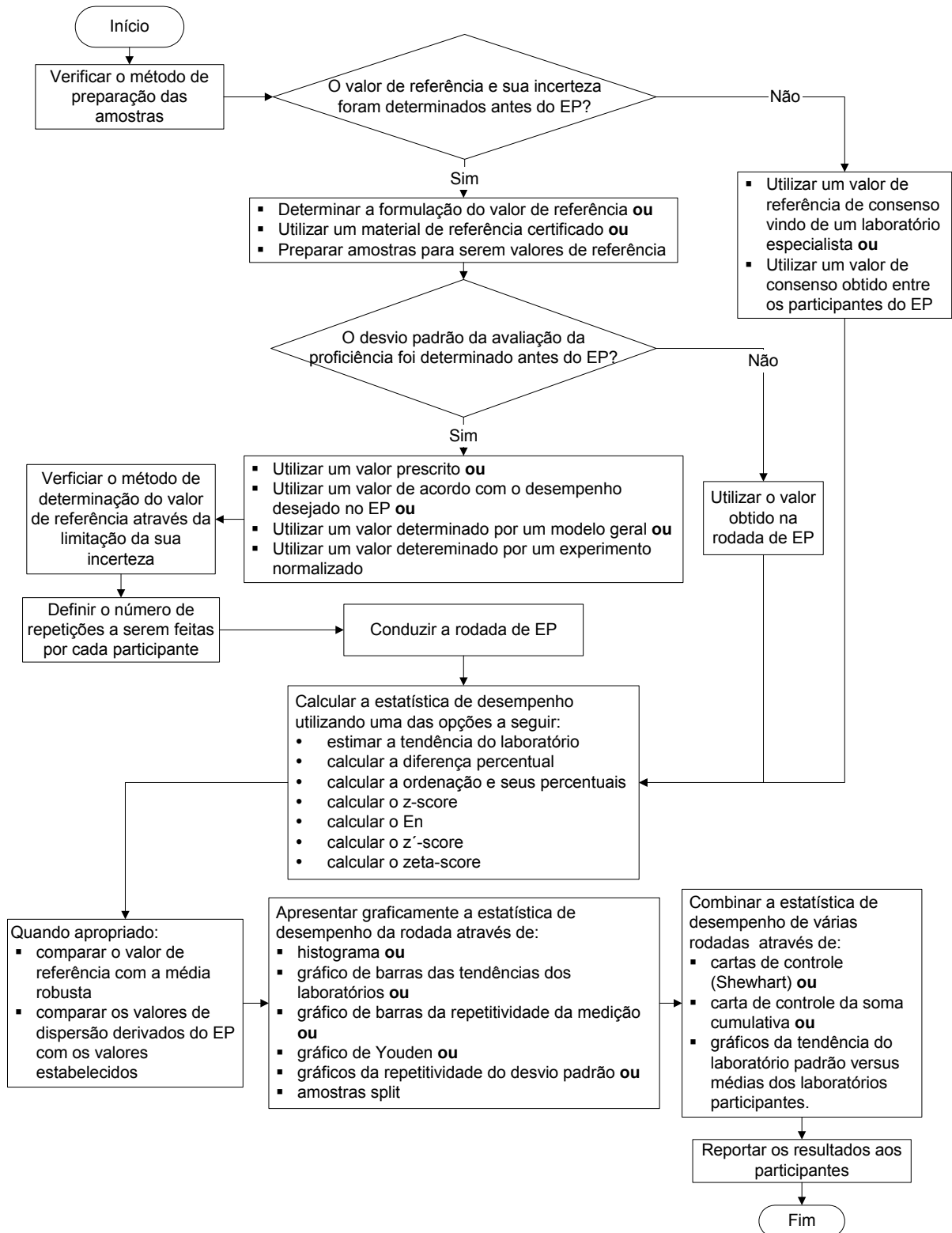


Figura 12 - Fluxo para análise de resultados de EP  
[Fonte: adaptada de ISO (2002)]

**Passo 1** - Verificar o método de preparação das amostras quanto à homogeneidade e à estabilidade.

**Passo 2** - Determinar o valor designado para o EP e sua incerteza utilizando uma das opções a seguir:

- a) valores conhecidos (formulação): o material de teste é preparado através da mistura dos componentes em uma proporção especificada, é útil quando a quantidade a ser ensaiada for aquela adicionada às porções individuais de ensaio, porque, neste caso, não existe necessidade de assegurar uma mistura suficientemente homogênea ao lote do material como um todo.

Nesse caso, a incerteza padrão do valor designado ( $u_X$ ) é calculada com base na formulação do material a ser ensaiado e estimada a partir da combinação de incertezas utilizando o método apresentado em ABNT/INMETRO (2003).

- b) materiais de referência certificados: o valor do material de referência certificado (MRC) é utilizado como valor designado.

Nesse caso, a incerteza padrão do valor designado ( $u_X$ ) é calculada com base na informação do valor da incerteza do MRC fornecida pelo certificado do material de referência.

- c) valor de referência: as amostras do material a ser ensaiado são preparadas, algumas dessas amostras são separadas aleatoriamente, ensaiadas e comparadas com o material de referência certificado (MRC), num laboratório com um método apropriado e sob condições de repetitividade; o valor designado é então derivado da calibração contra o MRC.

Nesse caso, a incerteza padrão do valor designado ( $u_X$ ) é calculada com base na série de ensaios realizados com o MRC e com a informação do valor da incerteza do MRC fornecida pelo certificado do material de referência.

Quando não for possível determinar o valor designado e sua incerteza antes da realização do EP utilizar:

- a) valor de consenso de laboratórios especialistas: seguindo a mesma lógica utilizada no item *c* acima, as amostras que são separadas para serem comparadas com o MRC são ensaiadas por um grupo de laboratórios especialistas que participa da rodada de EP; o valor designado é calculado como uma média robusta dos resultados reportados pelo grupo de laboratórios especialistas.

Nesse caso, a incerteza padrão do valor designado ( $u_X$ ) é calculada como mostra a equação (1).

$$u_x = \frac{1,23}{p} \sqrt{\sum_{i=1}^p u_i^2} \quad \text{equação (1)}$$

Onde  $p$  é o número de laboratórios especialistas utilizados para calcular o valor designado, o fator 1,23 representa a razão do desvio padrão da mediana para o desvio padrão da média aritmética para amostras grandes ( $p > 10$ ) de distribuições normais e  $u_i$  é a incerteza padrão de cada laboratório.

- b) valor de consenso dos laboratórios participantes: o valor designado é calculado como uma média robusta dos resultados reportados pelo grupo de laboratórios participantes do EP.

De acordo com ISO (1998), os métodos estatísticos robustos também servem para analisar resultados de projetos de experimentos precisos, sem utilizar testes para excluir dados atípicos dos cálculos. Através da análise de dados com os métodos robustos pode-se estimar a repetitividade e a reprodutibilidade do desvio padrão de maneira a não tomar decisões que afetem os resultados dos cálculos, ou seja, menos dependente do julgamento do analista.

Para o caso do valor designado, a estatística robusta utilizada é a mediana, que é o valor central do grupo de dados, isto é, divide os valores pela metade (NATA, 2004). Nesse caso, a incerteza padrão do valor designado ( $u_x$ ) é calculada como mostra a equação (2).

$$u_x = \frac{1,23s^*}{\sqrt{p}} \quad \text{equação (2)}$$

Onde  $s^*$  é o desvio padrão calculado pela estatística robusta,  $p$  o número de laboratórios especialistas utilizados para calcular o valor designado e o fator 1,23 representa a razão do desvio padrão da mediana para o desvio padrão.

**Passo 3** - Verificar o método de determinação do valor designado, através da limitação da sua incerteza: o valor designado tem uma incerteza padrão ( $u_x$ ) que depende do método utilizado para obtê-lo e quando vem de ensaios realizados por vários laboratórios, depende do número de laboratórios e, ainda, pode depender de outros fatores.

Quando a incerteza padrão ( $u_x$ ) do valor designado for muito maior que o desvio padrão da avaliação de proficiência ( $\hat{\sigma}$ ), existe o risco de alguns laboratórios obterem resultados insatisfatórios ou questionáveis (*action and warning signals*), devido à falta de acurácia na determinação do valor designado, e não por causa do próprio laboratório. Se  $u_x \leq 0,3\hat{\sigma}$ , então a incerteza padrão do valor designado é insignificante e não precisa ser incluída na interpretação dos resultados do EP. Quando isso não acontecer, pode-se considerar a incerteza padrão como mostrado nos itens *e* e *f* do passo 7.

**Passo 4** - Determinar o desvio padrão para a avaliação de proficiência (desvio padrão alvo –  $\hat{\sigma}$ ): este desvio padrão é utilizado para avaliar o tamanho da estimativa da tendência do laboratório encontrado no EP e pode ser obtido utilizando uma das opções a seguir:

- a) utilizar um valor prescrito: pode ser um valor requerido para uma tarefa específica de interpretação de dados ou pode ser derivado de um requisito dado por um regulamento.

Utilizando essa opção o desvio padrão para a avaliação de proficiência é relatado, de acordo com a “adequação ao uso”, do regulamento ou do método de medição.

- b) utilizar um valor conforme o desempenho desejado no EP: o valor é definido de acordo com a expectativa do coordenador da rodada de EP.

Utilizando essa opção também se mantém a equivalência da “adequação ao uso” citada acima.

- c) utilizar um valor determinado por um modelo geral: um modelo geral de reprodutibilidade do método de medição, quando utilizado, tem a desvantagem de que a verdadeira reprodutibilidade de um método de medição pode ser substancialmente diferente do valor fornecido pelo modelo, pois o uso de um modelo geral implica que a reprodutibilidade dependa somente do nível do mensurando e não do mensurando, do procedimento de medição ou do tamanho da amostra.

INMETRO (2004-f), sugere o uso dessa opção, quando não existir nenhuma informação específica disponível.

- d) utilizar um valor determinado por um método padronizado: quando um método padronizado é utilizado e a informação sobre a repetitividade e a reprodutibilidade deste método estiverem disponíveis, o  $\hat{\sigma}$  é calculado utilizando a equação (3).

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\sigma_L^2 + \left(\frac{\sigma_r^2}{n}\right)} \quad \text{equação (3)}$$

Onde  $n$  é o número de repetições que cada laboratório fará na rodada de EP,  $\sigma_r$  é o desvio padrão da repetitividade e  $\sigma_L$  é o desvio padrão entre laboratórios que é calculado pela equação (4).

$$\sigma_L = \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_r^2} \quad \text{equação (4)}$$

Onde  $\sigma_R$  é o desvio padrão da reprodutibilidade.

Quando não for possível determinar o desvio padrão da avaliação de proficiência antes da realização do EP é necessário:



- a) utilizar um valor obtido da rodada do EP: com base nos resultados obtidos na rodada de EP, é calculado o  $\hat{\sigma}$  utilizando métodos estatísticos robustos.

Para o caso do desvio padrão da avaliação de proficiência (desvio padrão alvo), a estatística robusta utilizada é a amplitude interquartilica normalizada (IQR – sigla do nome em inglês, *normalised interquartile range*), que é a medida da variabilidade dos resultados, é a IQR multiplicada pelo fator 0,7413, que a transforma num valor comparável ao desvio padrão (NATA, 2004).

**Passo 5** - Definir o número de repetições a serem feitas por cada participante: a variação da repetitividade contribui para a variação da tendência entre laboratórios. Quando isso acontece, existe um risco de que a variação da repetitividade causará resultados errados nos ensaios da rodada de EP.

Quando se deseja limitar a influência da variação da repetitividade, o número de repetições  $n$  necessárias e realizadas por cada laboratório na rodada de EP pode ser encontrado através da equação (5).

$$\frac{\sigma_r}{\sqrt{n}} \leq 0,3\hat{\sigma} \quad \text{equação (5)}$$

Onde  $\sigma_r$  é o desvio padrão da repetitividade estabelecido numa comparação interlaboratorial prévia.

Quando não for possível realizar o número de repetições encontradas pela equação (5), os resultados da rodada de EP devem ser interpretados com cuidado.

**Passo 6** - conduzir a rodada de EP: encaminhar amostras ou equipamentos para os participantes da rodada de EP, de acordo com planejamento pré-estabelecido.

**Passo 7** - calcular a estatística de desempenho de cada laboratório utilizando uma das opções apresentadas a seguir:

- a) tendência do laboratório: segundo ISO (2002), a estimativa da tendência do laboratório pode ser calculada conforme mostrado na equação (6).

$$D = x - X \quad \text{equação (6)}$$

Onde  $X$  é o valor designado e  $x$  é o valor obtido pelo laboratório participante.

Quando um laboratório participante obtém um valor de tendência maior que 3,0 ou menor que -3,0 o resultado é considerado insatisfatório (*action signal*). Se o valor da tendência ficar entre 2,0 e 3,0, ou entre -2,0 e -3,0 o resultado é considerado questionável (*warning signal*). Um resultado insatisfatório numa rodada de EP ou dois resultados

questionáveis em rodadas sucessivas de EP podem fornecer a evidência de que uma anormalidade está acontecendo com a atividade do laboratório e requer investigação.

A justificativa do uso dos valores 2,0 e 3,0 é que se  $\bar{X}$  e  $\hat{\sigma}$  são as melhores estimativas da média e do desvio padrão da população, da qual eles são derivados e sua distribuição é uma normal, então os valores da tendência ( $D$ ) terão uma distribuição aproximadamente normal com uma média zero e um desvio padrão  $\hat{\sigma}$ . Sob essas considerações espera-se que apenas 0,3% das tendências estimadas estarão no intervalo  $-3,0 \hat{\sigma} < D < 3,0 \hat{\sigma}$ , e apenas 5% estarão no intervalo  $-2,0 \hat{\sigma} < D < 2,0 \hat{\sigma}$ . Em virtude dessas probabilidades, existe uma chance razoável de identificar as razões das anormalidades, quando os resultados forem insatisfatórios. Essa afirmação não pode ser aplicada nos casos em que são utilizados desvios padrões prescritos, ou para valores conforme desempenho desejado.

- b) diferença percentual: segundo ISO (2002), a estimativa da tendência do laboratório, também pode ser calculada através da diferença percentual, conforme mostrado na equação (7).

$$D \% = \frac{100(x - \bar{X})}{\bar{X}} \quad \text{equação (7)}$$

Quando um laboratório participante obtém uma razão da diferença percentual acima de  $300 \hat{\sigma}/\bar{X}$  ou abaixo de  $-300 \hat{\sigma}/\bar{X}$ , o resultado é considerado insatisfatório (*action signal*); para uma razão da diferença percentual acima de  $200 \hat{\sigma}/\bar{X}$ , ou abaixo de  $-200 \hat{\sigma}/\bar{X}$ , o resultado é considerado questionável (*warning signal*). Um resultado insatisfatório numa rodada de EP, ou dois resultados questionáveis em rodadas sucessivas de EP, podem fornecer a evidência que uma anormalidade está acontecendo com a atividade do laboratório e requer investigação.

- c) ordenação e ordenação percentual: com resultados de  $p$  laboratórios numa rodada de EP, a ordenação é obtida dando ao laboratório com menor resultado a ordem 1, ao laboratório com o segundo menor resultado a ordem 2, e assim por diante, até ordenar todos os  $p$  laboratórios.

Quando dois ou mais laboratórios apresentarem o mesmo resultado, eles receberão o mesmo número de ordem. Se a ordenação é designada por  $i = 1, 2, 3, \dots, p$ , então a ordem percentual é calculada como mostra a equação (8).

$$\text{Ordem \%} = 100 \frac{\left(i - \frac{1}{2}\right)}{p} \quad \text{equação (8)}$$

A interpretação da ordenação e da ordenação percentual não envolve assumir que os dados seguem uma distribuição de probabilidade particular e sua derivação não utiliza valores designados, ou desvio padrão da avaliação de proficiência. Entretanto, fornece um método simples de identificar os laboratórios que fornecem os resultados extremos. Esse tipo de avaliação estatística de desempenho do laboratório tem uso particular nas rodadas iniciais de EP, podendo ser utilizada para identificar os laboratórios que realizam melhoria em seu desempenho. Apesar disso, o ISO GUIA 43-1 não recomenda o uso dessa estatística para avaliação do desempenho dos laboratórios nos EP.

d) *z-score*: o *z-score* é calculado como mostra a equação (9).

$$z = \frac{(x - X)}{\hat{\sigma}} \quad \text{equação (9)}$$

Onde  $\hat{\sigma}$  é o desvio padrão da avaliação de proficiência.

A interpretação do resultado utilizando a estatística *z-score* é similar àquela feita quando do uso da tendência do laboratório.

Quando um laboratório participante obtém um valor de *z-score* maior que 3,0, ou menor que -3,0 o resultado é considerado insatisfatório (*action signal*). Se o valor do *z-score* ficar entre 2,0 e 3,0 ou entre -2,0 e -3,0 o resultado é considerado questionável (*warning signal*). Um resultado insatisfatório numa rodada de EP, ou dois resultados questionáveis em rodadas sucessivas de EP, podem fornecer a evidência que uma anormalidade está acontecendo com a atividade do laboratório e requer investigação.

e) erro normalizado ( $E_n$ ): o desempenho do laboratório através dessa estatística é calculado como mostrado na equação (10):

$$E_n = \frac{x - X}{\sqrt{U_{lab}^2 + U_{ref}^2}} \quad \text{equação (10)}$$

Onde o valor designado  $X$  é agora determinado num laboratório de referência,  $U_{ref}$  é a incerteza expandida de  $X$  (valor designado) e  $U_{lab}$  é a incerteza expandida de  $x$  (valor obtido pelo laboratório participante).

Diferente dos valores críticos (2,0 e 3,0) utilizados pela estatística *z-score* para o erro normalizado ( $E_n$ ) é comum utilizar o valor 1,0 como crítico. Isso acontece porque os  $E_n$  são calculados utilizando as incertezas expandidas no denominador, ao invés dos desvios padrões.

O uso do erro normalizado deve ser feito com cuidado, principalmente quando os participantes têm pouco entendimento de sua incerteza, pois isso pode não ser reportado de maneira uniforme. Entretanto, incorporar informações da incerteza na interpretação dos

resultados dos EP pode se tornar uma forma de melhorar o entendimento dos laboratórios a respeito desse assunto.

Quando a incerteza expandida utilizada no cálculo do  $E_n$  for calculada utilizando um fator de abrangência de 2,0, o valor crítico 1,0 do  $E_n$  é equivalente ao valor 2,0 do  $z$ -score, significando que o laboratório produziu um resultado questionável.

f)  $Z'$ -score: o  $z'$ -score é calculado como mostra a equação (11).

$$z' = \frac{x - X}{\sqrt{\sigma^2 + u_x^2}} \quad \text{equação (11)}$$

Onde  $u_x$  é a incerteza padrão do valor designado  $X$ .

O  $z$ -score auxilia a identificar resultados dispersos, pois é um valor padronizado que atribui uma nota "score" para cada resultado, sendo relativa aos demais no grupo. Assim, um valor  $z$ -score, próximo a zero, significa que o resultado é compatível aos resultados dos demais participantes. Um valor disperso num EP é qualquer resultado que apresentar um valor absoluto de  $z$ -score maior que três (NATA, 2004).

Pares de resultados são necessários para avaliar ambas as fontes de variação: a variabilidade dentro do laboratório e a variabilidade entre laboratórios. Isso significa que, para cada par de resultados, dois  $z$ -scores são calculados. O  $z$ -score entre laboratórios será baseado na soma dos resultados do par, enquanto que o  $z$ -score dentro do laboratório será baseado na diferença dos resultados do par. Um  $z$ -score entre laboratórios muito alto é indicação de que um ou ambos os resultados do laboratório são significativamente maiores do que o valor designado. De modo similar, um  $z$ -score entre laboratórios muito baixo (negativo) é uma indicação de que um ou ambos os resultados do laboratório é significativamente menor do que o valor designado. Um  $z$ -score dentro do laboratório muito alto (positivo) ou muito baixo (zero ou negativo) indica que a diferença entre os resultados do laboratório é muito grande ou muito pequena respectivamente (NATA 2004).

g) zeta-score ( $\zeta$ ): o  $zeta$ -score é calculado como mostra a equação (12).

$$\zeta = \frac{x - X}{\sqrt{u_x^2 + u_X^2}} \quad \text{equação (12)}$$

Onde  $u_x$  é a incerteza padrão do resultado do laboratório (calculada por ele mesmo)  $x$  e  $u_X$  é a incerteza padrão do valor designado  $X$ .

Quando o laboratório possuir um sistema efetivo de avaliação da incerteza padrão, a estatística  $zeta$ -score pode ser utilizada no lugar do  $z$ -score e sua interpretação é a mesma.

Quando isso não acontece, o *zeta-score* pode ser utilizado somente em conjunto com o *z-score* como auxílio na melhoria do desempenho do laboratório.

A existência dessa melhoria pode ser verificada da seguinte maneira: quando os resultados do *z-score* de um laboratório repetidamente excederem o valor crítico 3,0 ele deve fazer uma avaliação de todos os passos do seu procedimento de medição e obter daí todas as fontes de incerteza que devem ser consideradas para aquela medição, ou seja, definir o balanço das fontes de incerteza. Através da identificação correta dessas fontes, pode-se observar onde estão as maiores contribuições de incerteza sabendo, dessa forma, onde atuar para melhorar seu sistema de medição.

Quando o *zeta-score* exceder repetidamente o valor crítico 3,0, entende-se que o balanço de incertezas não inclui todas as fontes significativas, ou seja, algumas fontes importantes estão sendo esquecidas.

**Passo 8** - Comparar a média robusta obtida após a realização do EP com o valor designado: realizar esse passo quando o valor designado for calculado de acordo com os itens *a*, *b* e *c* do passo 2.

A média robusta é calculada a partir dos dados fornecidos pelos laboratórios participantes do EP, e a comparação entre ela e o valor designado é obtida através do cálculo da incerteza padrão da diferença ( $x^* - X$ ) é obtida pela equação (13).

$$u_{(x^* - X)} = \sqrt{\frac{(1,23s^*)^2}{p} + u_X^2} \quad \text{equação (13)}$$

Onde  $s^*$  é o desvio padrão robusto,  $p$  é o número de laboratórios participantes do EP e  $u_X$  é a incerteza padrão do valor designado  $X$ .

Quando for obedecida a relação  $(x^* - X) < 2u_{(x^* - X)}$  o valor designado e a média robusta estão adequados, quando isso não acontecer pode significar que existe tendência no método de medição, tendência entre os resultados dos laboratórios ou falhas na avaliação das limitações do método, quando se usa valores conhecidos para estabelecer o valor designado e ainda tendência nos resultados dos laboratórios especialistas, quando se utiliza valor de consenso entre laboratórios especialistas para estabelecer o valor designado.

**Passo 9** - Verificar o desempenho dos participantes e medir os benefícios da rodada de EP: quando necessário. Esse passo pode ser realizado através da estimativa de repetitividade e reprodutibilidade do desvio padrão do método de medição, utilizando estatística robusta.

Esses valores são colocados em gráficos, juntamente com valores de repetitividade e reprodutibilidade do desvio padrão, obtidos em experimentos planejados, quando disponíveis.

Quando a análise dos gráficos mostrar que os valores obtidos na rodada de EP diferem a um fator de dois ou mais dos valores obtidos num experimento de precisão, sugere-se uma investigação das causas que levaram a esse resultado.

Quando os gráficos mostrarem que não houve redução da variabilidade do método de medição então o EP pode ser implementado efetivamente. A não redução da variabilidade do método de medição pode ocorrer devido ao fato de os laboratórios participantes não estarem investigando as causas que os levaram a obter resultados questionáveis ou satisfatórios, ou não estarem implementando as melhorias necessárias. Outro motivo pode ser que os laboratórios participantes não são capazes de identificar as causas que geraram resultados questionáveis ou satisfatórios. Finalmente, pode-se citar o fato de que o método de medição está estável (em estado de controle estatístico) e fornece conclusões confiáveis com base nos dados obtidos dele.

**Passo 10** - Apresentar graficamente a estatística de desempenho da rodada de EP: neste passo pode-se utilizar histograma, gráfico de barras das tendências dos laboratórios, gráfico de barras da repetitividade da medição, gráfico de Youden, gráficos da repetitividade do desvio padrão ou *split samples*.

**Passo 11** - Combinar a estatística de desempenho de várias rodadas de EP: para essa comparação pode-se utilizar cartas de controle, carta de controle da soma cumulativa ou gráficos da tendência do laboratório padrão *versus* médias dos laboratórios participantes.

**Passo 12** - Relatar os resultados do EP aos participantes: elaborar o relatório da rodada de EP com base nas informações levantadas durante a execução e na análise dos dados.

### **3.7 ACREDITAÇÃO**

Acreditação é um procedimento através do qual um organismo autorizado fornece um reconhecimento formal de que um organismo, ou pessoa, é competente para conduzir tarefas específicas, ou seja, tem competência técnica para tal. No contexto da ISO 9000, por exemplo, é relacionado ao trabalho dos organismos de acreditação que em inúmeros países avaliam a competência dos organismos de certificação. Um organismo de acreditação poderá acreditar um organismo de avaliação da conformidade como competente para conduzir certificações baseadas nos requisitos da ISO 9001 num setor específico (ISO, 2005-c). A avaliação da conformidade é tratada na sessão 4.2 desta tese.

No caso dos laboratórios de calibração e de ensaio, o processo de acreditação é uma designação da competência deles, depois de uma avaliação que foi realizada por uma terceira parte. A acreditação depende de uma prova formal de como as medições são realizadas pelo laboratório. Uma vez que a designação formal é dada, ela pode ser utilizada no país de origem do laboratório e fora dele (BIÈVRE; TAYLOR, 2000).

O INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial), no Brasil, acredita Organismos de Certificação, Organismos de Treinamento, Organismos de Inspeção, Laboratórios de Calibração e Laboratórios de Ensaaios.

Os organismos de certificação são aqueles que conduzem e concedem a certificação de conformidade com base nas normas específicas para cada tipo de certificação:

- a) Organismos de Certificação de Sistema da Qualidade (OCS), que conduzem e concedem certificação de conformidade, na área voluntária, com base na NBR ISO 9001 e QS 9000;
- b) Organismos de Certificação de Produto (OCP), que conduzem e concedem certificação de conformidade de produtos, nas áreas voluntária e compulsória, com base em normas nacionais, regionais e internacionais ou regulamentos técnicos;
- c) Organismos de Certificação de Sistema de Gestão Ambiental (OCA), que conduzem e concedem certificação de conformidade, na área voluntária, com base na NBR ISO 14001;
- d) Organismos de Certificação de Sistema de Gestão da Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC – OHC), que conduzem e concedem certificação de conformidade, na área voluntária, com base na ABNT NBR 14900;
- e) Organismos de Certificação de Pessoas (OPC), que conduzem e concedem certificação de conformidade, na área voluntária, com base nos critérios do SBAC (Sociedade Brasileira de Avaliação da Conformidade); e
- f) Organismos de Certificação de Manejo de Florestas (OCF), que conduzem e concedem certificação de conformidade, na área voluntária, com base na NBR 14789.

A acreditação realizada pelo INMETRO é de caráter voluntário e representa o reconhecimento formal da competência de um laboratório ou organização para desenvolver tarefas específicas, segundo requisitos estabelecidos. A Coordenação Geral de Credenciamento (CGCRE) do INMETRO atua na acreditação de organismos de certificação, de inspeção, de verificação de desempenho de produto, de treinamento, de pessoal e também

acredita laboratórios de calibração e de ensaio. Esses últimos são acreditados de acordo com os requisitos da NBR ISO/IEC 17025 (INMETRO, 2004-e).

Em alguns países a acreditação é um requisito legal para organismos de avaliação da conformidade. Mesmo nos países onde essa situação não acontece e nos quais existem vários organismos de avaliação da conformidade, numa área geográfica ou num setor de negócios, alguns desses organismos podem querer se distinguir dos outros concorrentes. Isso por ter uma avaliação imparcial da sua competência por um organismo de acreditação, baseado em critérios reconhecidos internacionalmente. Os critérios internacionais para acreditar organismos de avaliação da conformidade estão definidos na ISO/IEC 17011 (ISO, 2005-c).

Organismos independentes dos INM, de alguns países, têm a responsabilidade de organizar e avaliar a qualidade das atividades dos laboratórios de ensaio e calibração.

No início da sua atuação, os organismos de acreditação faziam parte dos INM, mas muitos países desconectaram esses serviços do INM. A evolução dos serviços de acreditação não ocorreu sem dificuldades de relacionamento entre INM e organismos de acreditação nacional. Esse fato é comentado na resolução 11 do 22<sup>a</sup> CGPM em 2003 e, segundo ela, infelizmente, essa separação foi realizada em muitos países, mesmo sendo a efetividade dos laboratórios de calibração completamente dependente do conhecimento técnico que vem apenas do INM (QUINN; KOVALEVSKY, 2005).

No Brasil, além do INMETRO, outros organismos atuam na área de acreditação de laboratórios. No nível governamental, pode-se citar a ANVISA, que acredita laboratórios com base nos requisitos da BPL (Boas Práticas de Laboratório) e da NBR ISO/IEC 17025. Os laboratórios acreditados pela ANVISA passam a fazer parte da REBLAS (Rede Brasileira de Laboratórios Analíticos em Saúde). As Boas Práticas de Laboratório são requisitos de um Sistema da qualidade relativo à organização e às condições sob as quais os estudos em laboratório e no campo são planejados, realizados, monitorados, registrados, relatados e arquivados (ANVISA, 2006).

O principal objetivo da REBLAS é prestar serviços laboratoriais relativos a análises prévias, de controle fiscal e de orientação de produtos sujeitos ao regime da Vigilância Sanitária. Fazem parte da REBLAS laboratórios oficiais e privados autorizados pela ANVISA, mediante habilitação pela Gerência Geral de Laboratórios de Saúde Pública (GGLAS/ANVISA) e/ou acreditação pelo INMETRO (ANVISA, 2005).

Outra organização, nesse caso não governamental, que atua na área de acreditação de laboratórios é a SBPC/ML (Sociedade Brasileira de Patologia Clínica/Medicina Laboratorial) (SBPC/ML, 2005). A SBPC/ML tem o PALC (Programa de Acreditação de Laboratórios



Clínicos), cujo objetivo é garantir um sistema capaz de proporcionar a melhoria contínua da qualidade dos serviços prestados pelos laboratórios clínicos (SBPC/ML, 2006).

Além dos organismos acima citados, algumas Redes Metrológicas Estaduais brasileiras também atuam na acreditação de laboratórios de calibração e de ensaios. A acreditação realizada pelas Redes é denominada de reconhecimento, afiliação ou homologação e essa também se baseia nos requisitos da NBR ISO/IEC 17025 (RMRS; REMESP; RBME; RMMG, REDETEC, 2006).

Para um laboratório de calibração e de ensaios ser considerado acreditado de acordo com a NBR ISO/IEC 17025, deve atender os requisitos da Norma. Os requisitos da NBR ISO/IEC 17025 podem ser subdivididos em dois grandes grupos: requisitos da direção e requisitos técnicos. Fazem parte do grupo dos requisitos da direção, os itens intitulados Organização; Sistema de gestão; Controle de documentos; Análise crítica de pedidos, propostas e contratos; Sub-contratação de ensaios e calibrações; Aquisição de serviços e suprimentos; Atendimento ao cliente; Reclamações; Controle de trabalhos de ensaio e/ou calibração não-conforme; Melhoria; Ação corretiva; Ação preventiva; Controle de registros; Auditorias internas; e Análise crítica pela direção. Já, no grupo dos requisitos técnicos, fazem parte itens intitulados Generalidades; Pessoal; Acomodações e condições ambientais; Métodos de ensaio e calibração e validação de métodos; Equipamentos; Rastreabilidade de medição; Amostragem; Manuseio de itens de ensaio e calibração; Garantia da qualidade de resultados de ensaio e calibração; e Apresentação dos resultados (ABNT, 2005).

Como listado acima, os requisitos da NBR ISO/IEC 17025 para reconhecimento da competência de laboratórios de ensaio e calibração, além de se preocuparem com o sistema de gestão do laboratório, têm uma grande ênfase nas técnicas utilizadas para realização de suas atividades.

De acordo com Eurolab (2000), uma das vantagens da acreditação de laboratórios é a grande aceitação nacional e internacional das calibrações e dos resultados dos ensaios, bem como, dos certificados de calibração e dos relatórios de ensaio, quer sejam eles para atender requisitos de normas, regulamentos ou itens contratuais. O desenvolvimento da acreditação também deve ser considerado na sua contribuição à infra-estrutura técnica da nação. As atividades de medição realizadas em laboratórios acreditados dão suporte à realização do controle da qualidade e à segurança dos produtos e dos serviços de saúde e, ainda, à proteção ambiental. Facilitam, também, o acesso aos serviços qualificados de medição e ensaios de todos interessados e, ainda, podem contribuir com sua otimização. Cobrindo ambos, a calibração e os ensaios, os laboratórios acreditados auxiliam no ajuste do nível e do espaço

dos padrões nacionais de referência e na organização da rastreabilidade das medidas. Espera-se ainda que a acreditação tenha como contribuição principal a facilitação do comércio internacional, auxiliando na aceitação dos certificados de calibração e relatórios de ensaio, produzidos por laboratórios acreditados.

De acordo com Breugel (2004), até mesmo os fabricantes de instrumentos de medição demandarão por um eficiente processo de acreditação de seus laboratórios. Dessa forma, a verificação do instrumento que é realizada na própria fábrica também terá aceitação mundial.

Para Cortez et al. (2003), os laboratórios devem produzir resultados precisos e exatos o suficiente para serem usados por seus clientes para o propósito planejado. Porém, até mesmo laboratórios experientes, podem produzir resultados ocasionalmente errados. Isso pode acontecer devido a vários fatores como, por exemplo, enganos humanos que causam erros aleatórios e sistemáticos. A utilização de um sistema de gestão da qualidade, formalmente avaliado, pode auxiliar no controle dos fatores que geram erros na realização de calibrações e ensaios. Embora seja esperado que laboratórios acreditados sejam competentes, não deveria ser esperado que laboratórios não acreditados não sejam competentes. A diferença é que a competência dos laboratórios acreditados foi avaliada independentemente e foi confirmada por um organismo acreditador.

Segundo Visser (1999), a acreditação não tem o efeito positivo esperado na qualidade dos resultados dos laboratórios de ensaios. O autor chegou a essa conclusão a partir de estudos realizados pelo laboratório de química do governo do Reino Unido (LGC) e pelo Instituto de Medição de Materiais de Referência (IRMM) da Bélgica, onde foi avaliada a correlação entre acreditação e desempenho em ensaios de proficiência.

Para Nevel et al. (1998), a existência de um sistema de qualidade formal num laboratório não é garantia automática de bons resultados. Cortez et al. (2003) complementam que a acreditação ainda não consegue garantir a qualidade de todos os dados produzidos pelo laboratório, embora ela devesse diminuir a frequência de resultados errados. Para os autores, a acreditação é uma ferramenta para estabelecer confiança na competência técnica do laboratório. Para Juniper (1999), do ponto de vista do cliente, os laboratórios acreditados fornecem evidência da sua competência e confiabilidade. Isso significa que, para os clientes, os resultados fornecidos pelos laboratórios acreditados podem ser utilizados com confiança.

### 3.8 METROLOGIA VIA INTERNET

Segundo Rayner (2003), *internet-enabled metrology* é um termo que se refere ao uso da Internet e outros meios de telecomunicação para prover acesso a diferentes serviços de medição, traduzido livremente aqui como metrologia via Internet. Dentre esses serviços podem ser relacionados: calibração rastreável conduzida pelo usuário local, mas controlada remotamente por um INM, ou outro laboratório de calibração (*internet-enabled calibration*); monitoramento remoto de equipamentos; acesso via rede a bibliotecas de algoritmos e softwares de metrologia; serviços de ensaios através da Internet para softwares numéricos utilizados em metrologia; acesso via Internet a dados históricos de calibração e outros dados de medição; e acesso via Internet para softwares de simulação.

Para Rayner (2003), nem todos os processos de calibração podem ser adaptados para uso remoto, via Internet. Algumas exigências básicas são necessárias antes de um sistema poder ser considerado satisfatório para esse fim. Qualquer instrumento considerado para calibração via Internet precisa, inicialmente, poder ser controlado por um computador. O processo de medição deve ser confiável tanto para padrões de referência como para instrumentos de trabalho que podem ser transferidos entre o laboratório primário e o usuário para que, dessa forma, seja possível executar a calibração via Internet.

A implementação da calibração remota utilizando a Internet emergiu rapidamente como uma solução para os problemas de transporte, ambientais, prazo de entrega e custos das atuais calibrações. De acordo com os autores, o uso da Internet para assistir os procedimentos de calibração teve seu lançamento em 1999 através dos trabalhos de Filipiski (1999) e de Lee e Schneeman (1999). O NPL (National Physical Laboratory) do Reino Unido iniciou seus trabalhos nessa área com a calibração de padrões para o Automatic Network Analysers (DUDLEY; RIDLER, 2001).

O desenvolvimento na metrologia via Internet vem acontecendo em diferentes países. Dudley e Ridler (2001 e 2003) mostram o resultado de trabalhos nessa área desenvolvidos pelo NPL do Reino Unido. Já Albu et al. (2005) mostram o uso da calibração via Internet entre a Politécnica de Milão (Itália) e a Universidade Politécnica de Bucareste (Romênia). O trabalho de Carullo et al. (2002), da Politécnica de Torino (Itália), enfoca a segurança dos dados nos processos metrológicos realizados pela Internet. O trabalho de Rayner (2003), além das atividades de metrologia pela Internet do NPL, também apresenta as atividades realizadas pelo NIST (EUA), pelo PTB (Alemanha), pelo INM dos Países Baixos e pelo INM do Japão.

De acordo com os autores pesquisados, os benefícios da metrologia via Internet, no caso específico da calibração, são diversos. Benefícios em relação a rastreabilidade e acessibilidade: potencial para prover rastreabilidade diretamente a padrões nacionais reduzindo, dessa forma, a cadeia de calibração a uma ligação; as calibrações podem ser executadas no horário de escolha do usuário, dia ou noite; as calibrações são executadas no ambiente do usuário, assegurando que os resultados de medida refletem as condições da situação daquele usuário.

O equipamento fica no laboratório de usuário, assim não há necessidade de transporte e, dessa forma, o tempo de espera até a liberação do uso do equipamento é menor. Altos níveis de exatidão podem ser transferidos para o laboratório do usuário e nas calibrações do Tipo I (explicada abaixo). Os níveis de exatidão podem ser os mais altos. Em virtude da exatidão atingida, o custo é melhor do que nas calibrações tradicionais.

Benefícios em relação à transferência de conhecimento e as boas práticas de medição: habilidades de calibração são sempre muito importantes para os técnicos do laboratório e, em virtude disso, os técnicos podem necessitar de treinamentos específicos, o que se transforma num benefício para o laboratório. Além desses, guias de boas práticas de medição *online* podem auxiliar na melhoria das atividades de medição realizadas pelo pessoal do laboratório, dessa forma, a confiança das atividades de medição é aumentada. Finalmente, o técnico será guiado remotamente passo por passo para realizar a calibração pelos procedimentos *online* do INM.

Entre os benefícios relacionados ao armazenamento de dados, cita-se o fato de os resultados da calibração serem colocados pelo INM em um banco de dados para posterior necessidade de uso pelo laboratório. O banco de dados pode fornecer acesso aos dados no futuro e garante a existência de histórico para auditorias futuras. Esse processo pode levar dados que são compartilhados em um formato de arquivo comum para toda a organização. O monitoramento visual *online* do processo de calibração pode ser utilizado para resolução de problemas. Fabricantes de instrumentos conectados ao sistema, com acesso limitado ao histórico das medições, poderiam ser permitidos a interpretar os dados das medições para poder ver que partes e consertos que poderiam ser necessários durante visitas de serviço e, dessa forma, melhorarem a manutenção preventiva.

Rayner (2003) apresenta dois tipos diferentes de métodos de calibração via Internet, a tipo I, na qual a transferência é realizada a partir de um padrão estável ou jogo de padrões e a tipo II, na qual a transferência é realizada a partir de um dispositivo de calibração de alta exatidão.

Um exemplo do caso tipo I, executado por um INM, envolve os aspectos apresentados na seqüência. O INM transfere efetivamente seu padrão primário, seu conhecimento e experiências para o usuário de um laboratório remoto, como se uma parte do INM estivesse no laboratório do usuário. O usuário tem um padrão rastreável – em alguns casos os laboratórios têm o padrão emprestado do INM, em outros casos eles têm seu próprio padrão primário adequadamente caracterizado. Procedimentos *online* do INM controlam o processo de calibração através de páginas na rede acessadas pelo usuário. Dados de calibração são armazenados no banco de dados do INM e podem ser utilizados para produzir o certificado. Incertezas de medição são calculadas e o desempenho do sistema (repetitividade, estabilidade, etc.) é avaliado pelo software do INM. Existe a possibilidade de conferir medidas e repetir e/ou descartar medidas ruins e, ainda, suspender o ciclo de medição e retomá-lo em outro momento. Uma *web-cam* pode ser usada para permitir a visualização pelo pessoal do INM de conexões críticas e outros aspectos do processo. Pode-se criar um registro em vídeo para inclusão no relatório de auditoria.

O caso tipo II é similar ao caso do tipo I, diferindo nos aspectos citados na seqüência. Um dispositivo de calibração de alta exatidão (padrão de transferência) é transportado (mais que os padrões do usuário), esse dispositivo provavelmente será adquirido pelo INM, pois ele investirá esforços para detalhar a caracterização do dispositivo, antes de ser transportado para o usuário. O dispositivo de calibração pode ser transportado juntamente com um note book do INM, contendo um software apropriado para controlá-lo como também se comunicar com o INM (isto evita ter que instalar o software no PC do usuário), evitando todos os riscos de segurança que essa operação necessitaria. Quando a calibração controlada remotamente for completada, os dados da medição serão enviados para análise do INM pela Internet e resultados provisórios serão emitidos para o usuário em tempo real. O dispositivo de calibração deverá ser então enviado de volta ao INM para garantir que ele não tenha sofrido dano e para conferir se as medidas de erro foram acumuladas. Só então a avaliação da incerteza poderá ser concluída e o certificado de calibração emitido.

De acordo com INMETRO (1999), ainda em 1999, o organismo participou de um esforço, juntamente com outros onze INM, no sentido de estruturar o SIMNet, que é um sistema informatizado via Internet para estabelecer, em tempo real, comparação de padrões metrológicos nacionais. Participaram desse esforço: Argentina, Brasil, Canadá, Colômbia, Costa Rica, Equador, Estados Unidos, Jamaica, México, Panamá, Trindade e Tobago e Uruguai. No Brasil, encontram-se publicações nessa área enfocando a transmissão de informações a respeito de calibrações e ensaio via Internet, como pode ser visto no trabalho

de Santana et al. (2003). Também na linha de informação e gerenciamento, atua o LASAR (Laboratório Associado de Serviços e Assessoramento Remoto da Fundação Certi).

Esse capítulo versou sobre os instrumentos utilizados pelos organismos para fornecer confiança às medições. Percebe-se uma evolução desses instrumentos, desde quando foram realizadas as primeiras tentativas de universalização e uniformização, citadas no capítulo 2. Percebe-se que, historicamente, o surgimento de uma estrutura ou rede mundial de metrologia foi conseqüência da necessidade de ter padrões coerentes e universais para as relações comerciais.

Todas as atividades advindas do uso dos instrumentos que fornecem confiança às medições estão relacionadas ao processo de fornecer confiança às medições. Pode-se dizer que, com isso, os organismos da estrutura ou rede visam, em última análise, possibilitar aos laboratórios que realizam medições a garantia e a confiança dos resultados dessas medições. Essa confiança pode ser garantida pelos instrumentos que fornecem confiança às medições, desenvolvidos e coordenados pelos organismos internacionais, regionais e nacionais que atuam em metrologia.

#### 4 MAPEAMENTO DA ESTRUTURA GLOBAL QUE FORNECE CONFIANÇA AS MEDIÇÕES

Para mapear a estrutura global que fornece confiança às medições, partiu-se do entendimento do processo de fornecer confiança às medições. O processo se inicia com as demandas de produtos e serviços, que advêm de políticas tecnológicas nacionais, proteção ao meio ambiente e ao cidadão, comércio exterior, competitividade e inovação. Com isso, observou-se que a metrologia se insere num contexto que é de grande importância para as relações comerciais e industriais dos diversos setores da economia, da saúde, da segurança e do meio-ambiente.

O processo de fornecer confiança às medições, definido nessa tese, contempla três funções principais, a saber:

- a) entender as demandas para os produtos e serviços;
- b) garantir a conformidade dos produtos e serviços para que estejam de acordo com as especificações demandadas e;
- c) fornecer confiança ao resultado das medições de produtos e serviços.

A Figura 13 auxilia no entendimento das funções e das subestruturas como explicadas no item 1 dessa tese e complementadas a seguir.

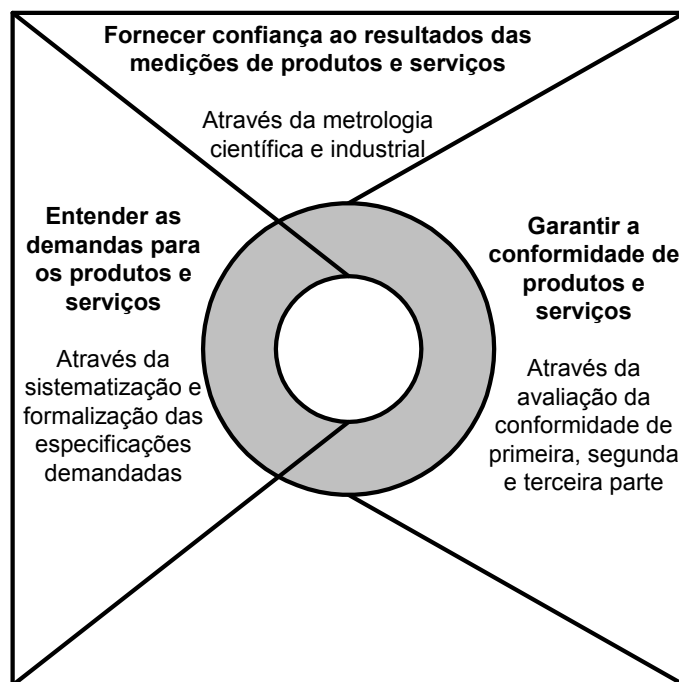


Figura 13 - Funções realizadas pelos organismos no processo de fornecer confiança às medições  
[Fonte: elaborada pela autora]

A sistematização e formalização das especificações demandadas são realizadas, através da elaboração e aplicação de normas, regulamentos, procedimentos, especificações, portarias, etc. Quando as demandas são sistematizadas e formalizadas é necessário certificar-se de o que está sendo produzido e entregue esteja de acordo com as especificações traduzidas das normas e dos regulamentos. Essa verificação pode ser realizada através da avaliação da conformidade dos produtos e serviços. A avaliação da conformidade de primeira, segunda e terceira partes se baseia, dentre outras formas, em avaliações, auditorias, inspeções e ensaios que são as medições das especificações demandadas. Nesse ponto, é importante salientar a necessidade de que as medições das especificações demandadas, realizadas para avaliar a conformidade de produtos e serviços, entendidos através das normas ou dos regulamentos, precisam ser confiáveis. Para propiciar a confiança às medições realizadas, têm-se a metrologia científica e a industrial.

Do entendimento do processo de fornecer confiança às medições pode-se partir para o mapeamento da estrutura global do processo de fornecer confiança às medições. Os diferentes organismos que compõe a estrutura são agrupados em subestruturas, de acordo com as funções que exercem. A partir desse ponto, as subestruturas responsáveis por cada função no processo de fornecer confiança às medições são descritas, bem como, seus respectivos organismos.

#### **4.1 SUBESTRUTURA DA SISTEMATIZAÇÃO E FORMALIZAÇÃO**

A metrologia, hoje, faz parte do cotidiano, pois tudo que é medido, de certa forma, afeta a vida das pessoas. O café, a água, a eletricidade, o calor são medidos e afetam a economia das famílias. As balanças de banheiro afetam o humor das pessoas, os medidores de velocidade nas estradas atingem diretamente o bolso dos cidadãos. A quantidade de substâncias ativas num medicamento, a medição de uma amostra de sangue e a exatidão do laser de um cirurgião afetam a saúde das pessoas. As atividades de comércio necessitam de medições adequadas para que se tenha certeza do quanto está sendo comprado. Medições sistemáticas com incertezas conhecidas são fundamentais para o controle da qualidade industrial e, em geral, na maioria das indústrias modernas os custos com medições constituem de 10 a 15% dos custos da produção (HOWARTH; REDGRAVE, 2004).



De acordo com MCT (2002) e MDIC (2003-b), pode-se observar que as nações mais bem-sucedidas são as que investem, de forma sistemática, em Ciência e Tecnologia, sendo capazes, assim, de transformar os frutos desses esforços em inovações. Para MCT (2001), o conhecimento e a inovação têm, nos dias de hoje, mais do que no passado, papel estratégico e insubstituível no processo de desenvolvimento econômico. Além de acumular conhecimento é necessário ter a capacidade de inovar, ou seja, aplicar o conhecimento na solução de problemas concretos enfrentados pela sociedade. Essa capacidade é um dos fatores mais relevantes na determinação da competitividade das empresas e da economia em geral.

Na linha de ação da inovação e desenvolvimento tecnológico, as instituições de apoio à metrologia entram como organismos voltados ao processo de inovação do setor produtivo. Esse cenário faz com que a metrologia extrapole os limites do laboratório e se insira na política industrial. Na grande parte dos países esse cenário é recente, mas em países como Estados Unidos, Reino Unido e Alemanha, muitos desses atributos já estão presentes desde a criação de seus Institutos Nacionais de Metrologia, há mais de 100 anos (CBM, 2003).

A inovação, o desenvolvimento tecnológico e a manutenção da qualidade e confiabilidade dos produtos e serviços têm como base metrológica os laboratórios capazes de disseminar padrões nacionais de medida e efetuar calibrações que garantam a rastreabilidade das medições, em escala mundial. Essa base metrológica, por seu turno, deve estar assentada sobre infra-estrutura metrológica nacional altamente capacitada, operando em modelo de rede, em condições de disseminar nacionalmente as unidades das grandezas necessárias, em níveis de incerteza cada vez menores. Isso exige que as instituições da rede estejam operando na fronteira do conhecimento científico e tecnológico, o que requer sólido esforço em pesquisa básica e aplicada. Além do fato de essa infra-estrutura exigir investimentos altos, os sistemas de metrologia, normalização e avaliação da conformidade (inspeção, ensaios e certificação) devem ser reconhecidos internacionalmente, pois sem isso o preço de um produto estará acrescido de tantas certificações quantos forem os mercados de destino desses bens e serviços (MCT, 2001).

Ainda de acordo com MCT (2001) e MDIC (2003-a), o comércio internacional é orientado pela capacidade das empresas de incorporar, de forma contínua e sistemática, inovações tecnológicas de produtos, de processos e gerenciais. As barreiras técnicas ao comércio, como as exigências de certificação de produtos e serviços segundo algum padrão normativo internacionalmente aceito, estão se multiplicando. A certificação de produtos, de sistemas (por exemplo: Gestão da Qualidade e Gestão Ambiental) e de serviços é praticamente condição geral para o acesso aos mercados externos. A certificação e a

demonstração da conformidade de produtos dependem da existência de organismos de inspeção e de certificação acreditados, segundo normas e guias internacionais. Os organismos de inspeção e certificação acreditados realizam ensaios em laboratórios acreditados, segundo os mesmos parâmetros, os quais, por sua vez, baseiam-se em normas e em regulamentos técnicos. Norma, especificação técnica, código de prática, regulamento e regulamento técnico são definidos pelo ABNT ISO/IEC Guia 2 conforme segue:

Norma é: “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 a obtenção de um grau ótimo de ordenação de um dado contexto” (1998, p.4, item 3.2).

Especificação técnica é: “documento que estabelece requisitos técnicos a serem atendidos por um produto, processo ou serviço” (1998, p.4, item 3.4).

Código de prática é: “documento que recomenda práticas ou procedimentos para projeto, produção, instalação, manutenção ou utilização de equipamentos, estruturas ou produtos” (1998, p.4, item 3.5).

Regulamento é: “documento que contém regras de caráter obrigatório e que é adotado por uma autoridade” (1998, p.4, item 3.6).

Regulamento técnico é: “regulamento que estabelece requisitos técnicos, seja diretamente, seja pela referência ou incorporação do conteúdo de uma norma, de uma especificação técnica ou de um código de prática” (ABNT ISO/IEC, 1998, p.4, item 3.6.1).

As normas e os regulamentos têm grande contribuição na vida das pessoas. Em relação às normas internacionais, pode-se dizer que elas são utilizadas na indústria, nos serviços, nos governos, pelas autoridades regulamentadoras e executoras, em transações comerciais oficiais, para avaliação da conformidade, para fornecedores e clientes, tanto do setor privado quanto do público e, ainda, por pessoas em geral (ISO, 2005-a).

Em todos os países, devido ao aumento de barreiras técnicas ao comércio, tem crescido a importância das funções da tecnologia industrial básica, tanto como condição de acesso a mercados quanto como mecanismo de defesa do consumidor a bens importados de baixa qualidade.

MDIC (2002), define barreiras técnicas como: discrepâncias nos requisitos aplicáveis a produtos, de um país para outro, e nos procedimentos para aprovação e controle (ensaios, certificação, etc.) para avaliar a conformidade a esses requisitos; ou ainda, como: medidas relacionadas a regulamentos técnicos, normas e procedimentos para Avaliação da Conformidade, que podem vir a criar obstáculos ao comércio. Segundo o autor, essas definições estão alinhadas com a definição da Organização Mundial do Comércio (OMC).

Segundo MDIC (2002), o acordo sobre barreiras técnicas da OMC considera que: um regulamento técnico adotado por um dado país será uma barreira técnica se divergir de uma norma internacional existente, no que se refere às exigências para se atingir os objetivos legítimos que tenham justificado a promulgação desse regulamento. Também considera uma barreira técnica a adoção de procedimentos de avaliação da conformidade, não-transparentes, ou demasiadamente dispendiosos, bem como de inspeções excessivamente rigorosas.

Dessa maneira, percebe-se que as barreiras técnicas podem surgir de diferentes situações. Uma barreira técnica seria a ausência de transparência nas normas ou regulamentos aplicados. Também, pode ser considerada uma barreira técnica a imposição do uso de procedimentos morosos ou dispendiosos para avaliação da conformidade. Por fim, regulamentos excessivamente rigorosos impostos por legislações estrangeiras também podem ser considerados barreiras técnicas (INMETRO, 2005).

Essa situação mostra a importância de atuar na redução das barreiras técnicas como forma de consolidar a entrada dos países em outras economias. Também nesse sentido é que atua a OMC, fórum voltado às negociações comerciais. A OMC tem como funções principais facilitar a aplicação das regras do comércio internacional, já acordadas internacionalmente e servir de foro para negociações de novas regras ou temas relacionados ao comércio internacional. Os princípios internacionais em que a OMC se baseia foram desenvolvidos ao longo dos anos e consolidados nos acordos comerciais estabelecidos nas rodadas de negociações multilaterais no âmbito do GATT (General agreement on tariffs and trade). A OMC objetiva garantir o cumprimento das normas que regulam o comércio internacional e para que isso aconteça, procura assegurar que essas normas sejam estáveis, transparentes e equitativas (WTO, 2005).

De acordo com INMETRO (2005), quando a OMC foi estabelecida, em 1994, antes de iniciar suas atividades, os países signatários assinaram o acordo de barreiras técnicas, o TBT (Technical Trade Barriers Agreement). Em relação ao TBT, este acordo tem como objetivo harmonizar as exigências técnicas entre os países-membro. Para que isso aconteça, a OMC estimula a elaboração do próprio TBT com base em normas internacionais e incentiva os países-membro a participarem em organismos internacionais de normalização. Outro destaque é o da equivalência, nas quais os países são estimulados a aceitar como equivalentes os regulamentos e os procedimentos de avaliação da conformidade de outros países, quando tais regulamentos e procedimentos proporcionarem resultados satisfatórios aos objetivos de seus próprios regulamentos (INMETRO, 2005).

Para assegurar transparência nos processos de elaboração de regulamentos técnicos e procedimentos de avaliação da conformidade, os países-membro devem estabelecer centros de informação, ou pontos focais, para disponibilizar o projeto de regulamento, sua cobertura, acessibilidade e concessão de prazo para comentários e críticas de partes interessadas. A inserção brasileira, no Acordo de Barreiras Técnicas ao Comércio, se dá com o centro de informação de exigências técnicas que é de responsabilidade do INMETRO e denomina-se Ponto Focal de Barreiras Técnicas às Exportações (INMETRO, 2005). No Brasil, esse papel é exercido pelo Ponto Focal do INMETRO, e como membro da OMC está o Ministério das Relações exteriores. Uma relação completa dos países membros da OMC pode ser encontrada em WTO (2006).

Outro acordo, que também trata de barreiras técnicas e que foi assinado em 1994, no âmbito da OMC, foi o Acordo sobre Aplicação de Medidas Sanitárias e Fitossanitárias (Agreement on the Application of Sanitary and Phytosanitary Measures – SPS). Em relação ao SPS, esse acordo tem como objetivo impedir que medidas que visem à proteção da saúde de pessoas, plantas e animais se transformem em barreiras para o comércio internacional. Dessa maneira, incentiva-se a harmonização destas medidas, em nível internacional, através da adoção das medidas estabelecidas em organismos internacionais. Dentre os organismos internacionais de normalização, para referência ao SPS, destaca-se o Comitê do Codex Alimentarius (INMETRO, 2005).

A partir dos regulamentos elaborados pelas autoridades regulamentadoras, os laboratórios de ensaio e calibração, autônomos ou de indústrias, realizam adequações em seus sistemas de gestão e processos. Adequar-se aos regulamentos aceitos internacionalmente proporciona aos organismos a oportunidade de fornecer produtos e serviços que atendam aos requisitos da comunidade internacional. Os regulamentos sancionados pelos governos não têm nenhum sentido, caso não exista no país a infra-estrutura de medição necessária para verificar seu cumprimento. Esses requisitos, de acordo com CBM (2003), são atendidos com a implantação de um sistema metrológico nacional, que pode incluir:

- a) a adoção de um sistema de unidades de medida;
- b) a responsabilidade de um laboratório nacional, livre de pressões por parte da empresa privada, que atue no desenvolvimento, na manutenção e na disseminação dos padrões de medida nacionais, de forma adequada às necessidades do país, sendo que tais padrões sejam reconhecidos internacionalmente. Por último, que tal laboratório seja responsável por desenvolver a transferência de novas técnicas de medição;

- c) a operação na área da metrologia legal para dar assistência na implementação e no cumprimento de legislações e regulamentações, relativas às medições na indústria e no comércio;
- d) a operação de organismos para acreditação de laboratórios de calibração e ensaio.

A normalização internacional de outras áreas, que não as do comércio, iniciou no campo da eletrotécnica, com o estabelecimento da Comissão Eletrotécnica Internacional, a IEC, em 1906 (IEC, 2005).

Trabalhos pioneiros em outros setores foram conduzidos pela ISA (International Federation of the National Standardizing Associations), que foi estabelecida em 1926 com ênfase na engenharia mecânica pesada, mantendo-se ativa até 1942. Em 1947, foi estabelecida a ISO (International Standardization Organization), com o objetivo de facilitar a coordenação internacional e a unificação das normas industriais (ISO, 2005-a).

Os organismos de normalização não têm autoridade legal para exigir a implementação das normas, visto que, essas são voluntárias. O que acontece é que algumas normas acabam sendo adotadas em alguns países como parte de sua rede de regulamentações, ou são referenciadas na sua legislação como base técnica, de acordo com decisão soberana do país ou do organismo regulador. Em outras situações, as normas se transformam em requisitos do mercado, conforme o exemplo das normas da série ISO 9000.

As normas são desenvolvidas de acordo com as necessidades do mercado, e o trabalho é conduzido por especialistas emprestados da indústria de diferentes setores, os quais solicitaram as normas, e conseqüentemente, irão utilizá-las. Além dos especialistas da indústria e dos serviços, também especialistas da academia, dos governos, dos consumidores e dos laboratórios de ensaio participam da elaboração (ISO, 2005-b).

Além da ISO e da IEC, outro importante organismo internacional envolvido com sistematização e formalização é a ITU (International Telecommunication Union). A ITU é uma organização internacional que faz parte das Nações Unidas. Nela os governos e o setor privado coordenam a rede global de serviços de telecomunicações (ITU, 2005-a). A ITU-T é responsável pela normalização nas telecomunicações. Trabalho esse, conduzido por grupos de estudos formados pelos seus membros. Os setores público e privado, na área das telecomunicações, conta com a ITU-T para o desenvolvimento de normas que beneficiem os usuários da telecomunicação no mundo todo (ITU, 2005-b). A ITU, além do setor representado pela IUT-T, também atua nos setores representados pela ITU-R e pela ITU-D. A ITU-R atua no setor de radio comunicação e a ITU-D atua no setor de desenvolvimento das telecomunicações (ITU, 2006).

Além dos organismos internacionais de sistematização e formalização acima citados, existem outros, os quais, atuam em diferentes áreas. A WSSN (2006), apresenta alguns organismos que atuam em normalização e regulamentação nos níveis internacional e regional. A Figura 14 apresenta os organismos de sistematização e formalização relacionados pela WSSN (2006) e por seus escopos de atuação. Na Figura 15 são apresentados esses mesmos organismos com a indicação da organização brasileira (pública ou privada) que participa em cada foro relacionado.

<b>Sigla</b>	<b>Escopo</b>
BIPM	Unidades, padrões e métodos de medição de quantidades físicas
BISFA	Ensaio e especificações de fibras sintéticas
CCSDS	Tecnologias de informação relacionadas ao espaço e técnicas de obtenção de dados
CIE	Metrologia nos campos da luz, iluminação e cor; tecnologia e ciência da arte da luz, iluminação e cor
CIGRE	Sistemas de energia elétrica, cobrindo os aspectos técnicos, econômicos, ambientais organizacionais e regulatórios
CIB	Pré padronização nos campos da edificação e construção
CIMAC	Ensaio de aceitação de motores de combustão, ruído e poluição
CODEX	Especificação, amostras e análises de produtos alimentares; aditivos em alimentos; higiene em alimentos; resíduos de pesticidas; contaminantes; etiquetagem; composição essencial; aspectos nutricionais; resíduos de drogas veterinárias; importação e exportação de alimentos; inspeção e certificação de sistemas
CORESTA	Análise e ensaios de tabaco e derivados
FDI	Materiais dentários; instrumentos e equipamentos dentários; ambiente de trabalho dos dentistas
FIATA	Transporte de carga
FIB	Construção em concreto
FSC	Manejo de florestas
IAEA	Energia nuclear; segurança nuclear e radiação; radio isótopos
IATA	Procedimentos para aeroportos, serviços de passageiros; serviços de carga incluído transporte marítimo de animais vivos e mercadorias perigosas
ICAO	Transporte e navegação aéreas; segurança da aviação; projetos de aeroportos; navegabilidade; ruídos de aeronaves; legislação internacional
ICC	Ensaio e análises de cereais e derivados
ICDO	Gerenciamento e prevenção de desastres
ICID	Irrigação e drenagem
ICRP	Riscos da radiação e proteção contra radiação
ICRU	Unidades e medições de radiação
ICUMSA	Métodos de análise de açúcar
IDF	Leite e derivados (composição, amostras e análises); fazendas de leite e fábrica de equipamentos; desinfetantes
IETF	Arquitetura e operação da Internet
IFLA	Controle bibliográfico e outros aspectos relacionados a bibliotecas
IFAM	Agricultura e processamento orgânico
IGU	Transmissão, distribuição e utilização segura de gás; uso das unidades do SI na indústria de gás
IIW	Soldagem e processos associados
ILAC	Práticas de inspeção de acreditação
IIR	Testes do desempenho térmico de veículos isolados; testes de materiais isolantes; armazenamento e transporte de gêneros alimentícios perecíveis refrigerados; alimentos congelados; equipamento refrigeração; terminologia
ILO	Condições e ambiente de trabalho; segurança e saúde ocupacionais; igualdade de tratamento entre homens e mulheres; não discriminação; direitos de povos tribais e indígenas; emprego

Figura 14 - Organismos de sistematização e formalização e seus escopos de atuação  
[Fonte: adaptada de WSSN (2006) tradução própria]

<b>Sigla</b>	<b>Escopo</b>
IMO	Segurança marítima; prevenção da poluição dos navios; facilitação do tráfego marítimo internacional
IOOC	Azeitonas de mesa; óleo de oliva; óleos de oliva pomace
ISTA	Ensaio de sementes
IULTCS	Ensaio e análise em couro
IUPAC	Nomenclatura, terminologia, símbolos quantidades e unidades em química
IWTO	Ensaio e tecidos de lã
OIE	Padrões para o comércio internacional de animais e produtos, técnicas de diagnóstico, reagentes de referência, vacinas e procedimentos para relatórios internacionais de doenças animais transmissíveis
OTIF	Transporte internacional de artigos perigosos por ferrovias
OIV	Métodos de análise de vinho, onologia, rótulos
OIML	Métodos de medição e unidades, dispositivos e instrumentos de medição; verificação e controle de dispositivos de medição (do ponto de vista legal)
RILEM	Nomenclatura e ensaios de materiais de construção e estruturas
UIC	Tráfego internacional de ferrovias
UN CEFAC	Facilidades de comércio e comércio eletrônico
UNESCO	Informação tecnológica e científica e documentação, bibliotecas e arquivos
UPU	Operações postais compatíveis
WCO	Classificação, avaliação de aduanas; procedimentos de aduanas; harmonização de regras de origem
WHO	Todos os materiais relacionados direta ou indiretamente à saúde, incluindo produtos e substâncias biológicas, farmacêuticas e similares, aditivos de alimentos, pesticidas, resíduos de pesticidas nos alimentos, segurança dos alimentos, qualidade do ar e da água, procedimentos diagnósticos, terminologia, nomenclatura e classificação
WIPO	Patentes; marcas registradas; projetos industriais; apelação da origem; copyright; direitos de vizinhança; sistemas de classificação
WMO	Observações meteorológicas e hidrológicas; meteorologia da agricultura, aeronáutica e marinha; processamento de dados e telecomunicações

Figura 14 - Organismos de sistematização e formalização e seus escopos de atuação (continuação)  
[Fonte: adaptada de WSSN (2006) tradução própria]

Tanto a IEC como a ISO e a ITU, possuem diferentes categorias de participação, conforme pode ser visto na Figura 15. No caso da IEC existem as seguintes categorias: parceiro internacional e membros e parceiro regional. Já a ISO tem as seguintes categorias: organismo reconhecido e membro e cooperação regional. E por fim, a ITU tem as seguintes categorias: estado membro, membro setorial e membro associado. Algumas dessas categorias de participação foram encontradas nos *web sites* dos organismos (IEC, 2006; ISO, 2006-a; ITU; 2006), entretanto, outras foram encontradas na consulta aos *web sites* dos organismos participantes. No caso da IEC e da ISO, a categoria membros, tem subdivisões relacionadas à organização, ao poder de voto e ao fato de ser ouvinte ou associada, por exemplo.

No mapeamento apresentado na Figura 15, não são listados todos os membros da IEC e da ISO. Eles podem ser consultados na planilha 'organismos.xls' do Apêndice A, ou nos *web sites* dos organismos IEC (2006) e ISO (2006-b). Na categoria membros da IEC e da ISO, da Figura 15, são mostrados organismos de países com maior destaque na área. A Figura 15 mostra, em relação a ITU-T, as categorias de membros e os respectivos organismos

brasileiros que fazem parte dessa categoria. Para conhecer todos os membros da ITU (incluindo ITU-T, ITU-R e ITU-D) pode-se consultar ITU (2006).

A participação brasileira, em organismos de normalização e regulamentação internacional, se dá através do COBEI (Comitê Brasileiro de Eletricidade, Eletrônica, Iluminação e Tele-comunicações da ABNT), que participa da IEC; da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), que é membro e representante oficial da ISO no Brasil (ISO, 2005-b) e do Ministério das Comunicações da ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações), assim como de organismos públicos e da Embratel e da Telemar Norte/Leste como organismos privados que participam da ITU-T (ITU, 2005-c).

A regulamentação, no nível internacional, tem uma característica diferenciada da regulamentação no nível nacional (do país). Como citado anteriormente, a OMC orienta e/ou regula as transações no comércio internacional, mas se o país não tem interesse em fazer parte da OMC ele não precisa seguir essas orientações e/ou regulamentações. No entanto, terá dificuldades de entrar no comércio de países pertencentes a OMC.

Em relação à regulamentação brasileira, o Governo estabelece os regulamentos nas áreas de saúde, segurança, meio ambiente, proteção ao consumidor e outras inerentes ao poder público. Esses regulamentos são aplicados, da mesma forma, aos produtos nacionais e importados. Quando algum produto não estiver de acordo com tais regulamentos, não poderá ser vendido (INMETRO, 2005).

No Brasil, de acordo com Jornada (2006), fazem parte do sistema de regulamentação, 27 organismos, são eles:

- a) os ministérios da agricultura, pecuária e abastecimento, comunicações, cidades, defesa, educação, trabalho e emprego, ciência e tecnologia, meio ambiente, transportes, minas e energia, justiça, desenvolvimento, indústria e comércio exterior e saúde;
- b) as agências nacionais de águas (ANA), de telecomunicações (ANATEL), espacial (AEB), de energia elétrica (ANEEL), de aviação civil (ANAC), de saúde suplementar (ANS), de cinema (ANCINE), de transportes terrestres (ANTT), do petróleo (ANP), de vigilância sanitária (ANVISA);
- c) a Comissão Brasileira de Energia Nuclear (CBEN);
- d) o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO);
- e) o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais renováveis e;
- f) o Conselho Nacional de Recursos Hídricos.



A Figura 15 apresenta o mapeamento da subestrutura da sistematização e formalização. Esta figura, bem como as subseqüentes relacionadas às subestruturas, seguem uma mesma lógica para mostrar o mapeamento da estrutura global que fornece confiança às medições. A lógica das figuras é a seguinte: os organismos com articulação internacional estão na primeira coluna, os organismos com articulação regional ou nacional estão na segunda coluna e os organismos com articulação brasileira estão na terceira coluna; a coluna da articulação brasileira está subdividida em 'organismos públicos' e 'organismos privados'; os relacionamentos entre os organismos são representados por linhas que unem as caixas referentes aos organismos e, nessas linhas, é registrado o tipo de relacionamento entre os organismos; os retângulos pretos representam aqueles organismos em que o Brasil tem participação, os retângulos brancos representam aqueles organismos em que o Brasil não tem participação; o significado das siglas, bem como das figuras subseqüentes pode ser encontrado no Apêndice A.

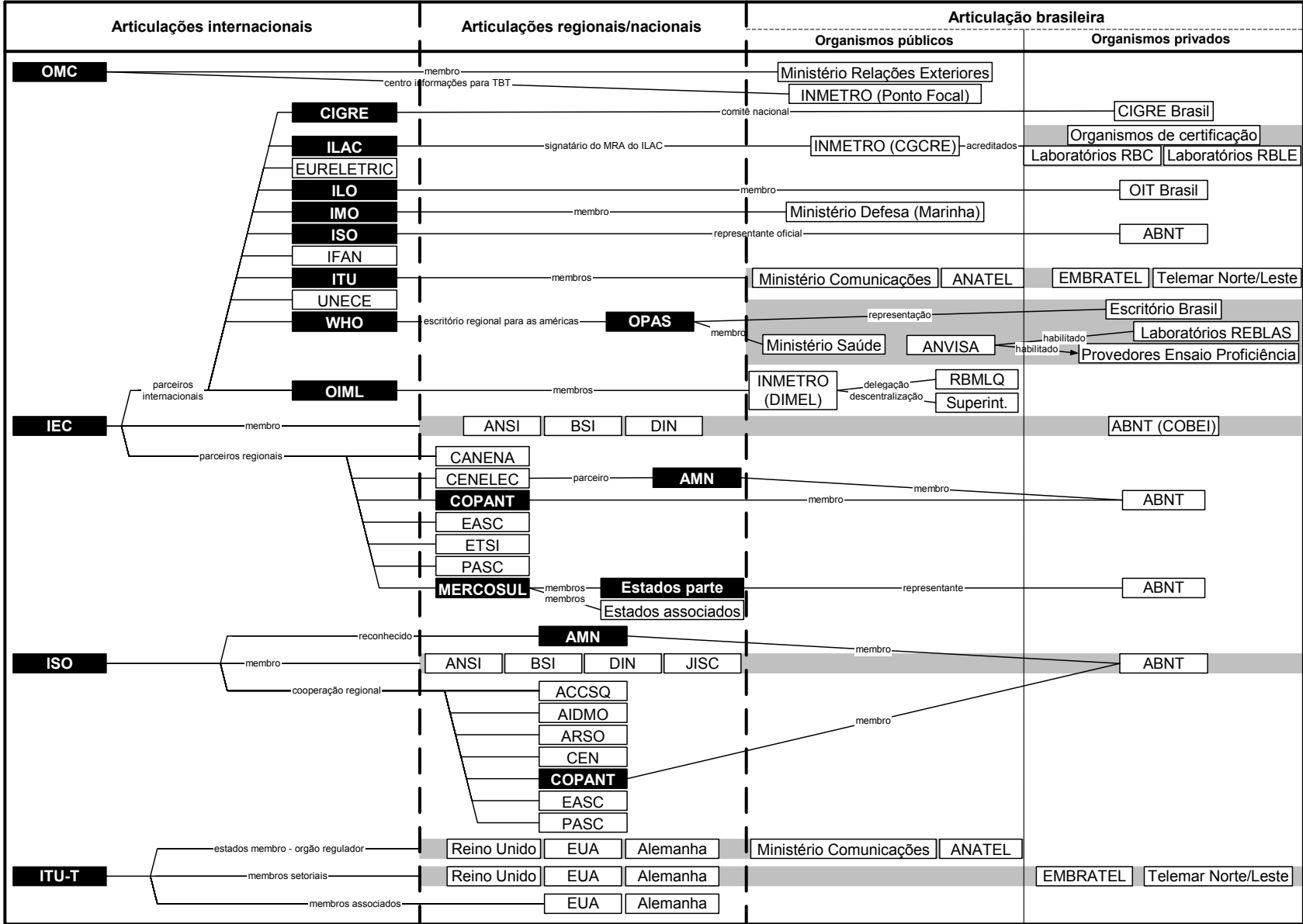


Figura 15 - Subestrutura da sistematização e formalização  
 [Fonte: elaborada pela autora]

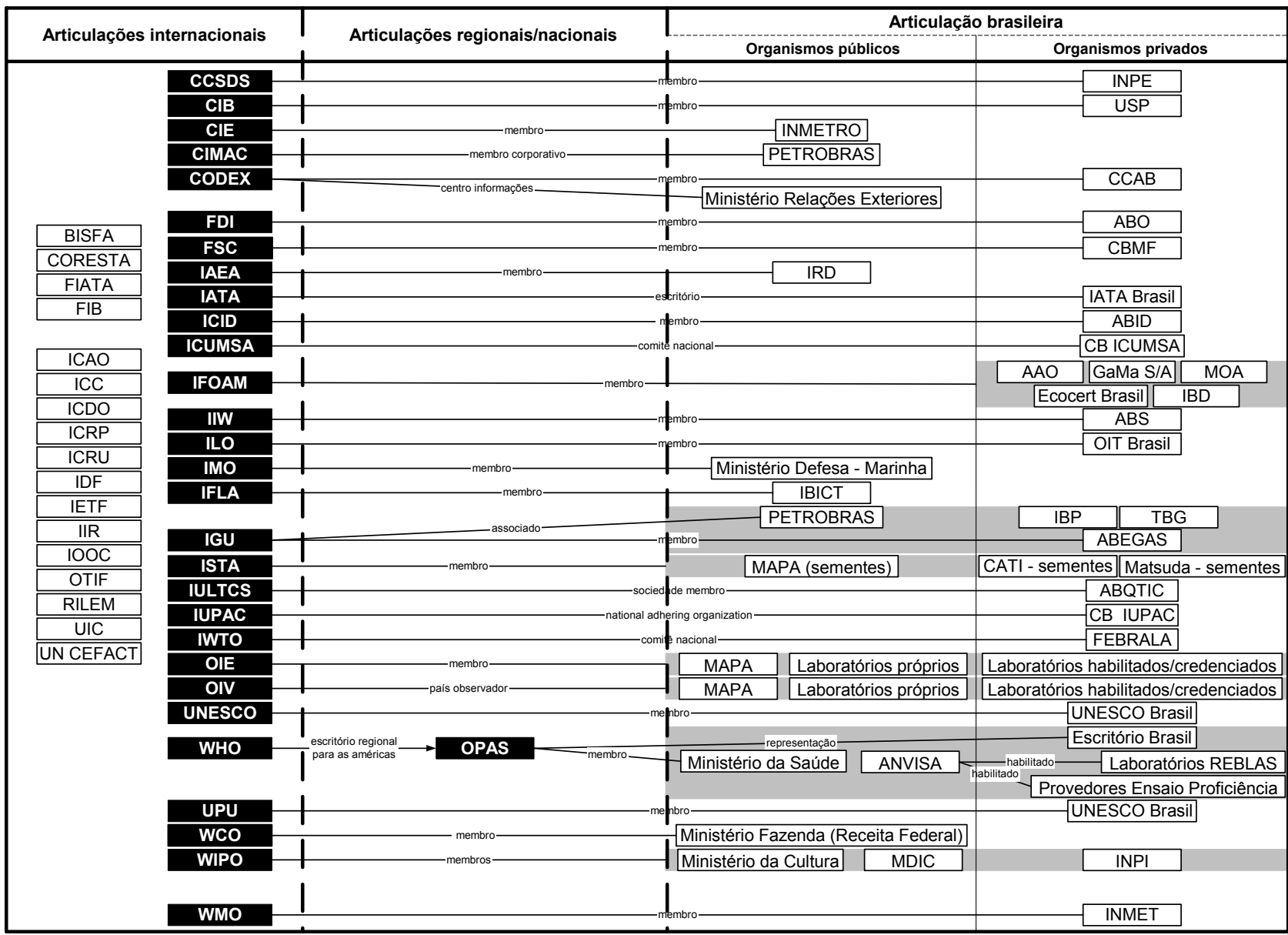


Figura 15 - Subestrutura da sistematização e formalização (cont.)

[Fonte: elaborada pela autora]

Nessa seção do capítulo 4, foi possível conhecer a subestrutura dos organismos que atuam no processo de fornecimento da confiança às medições, realizando a função de entender as demandas para os produtos e serviços, através da sistematização e formalização das especificações demandadas, função essa que é realizada com normas e/ou regulamentos. A Figura 16 traz uma representação dessa subestrutura, na qual são agregados os organismos internacionais, os organismos regionais, relacionados com o Brasil, e os organismos nacionais (do Brasil e de países de destaque) que elaboram normas e/ou regulamentos.

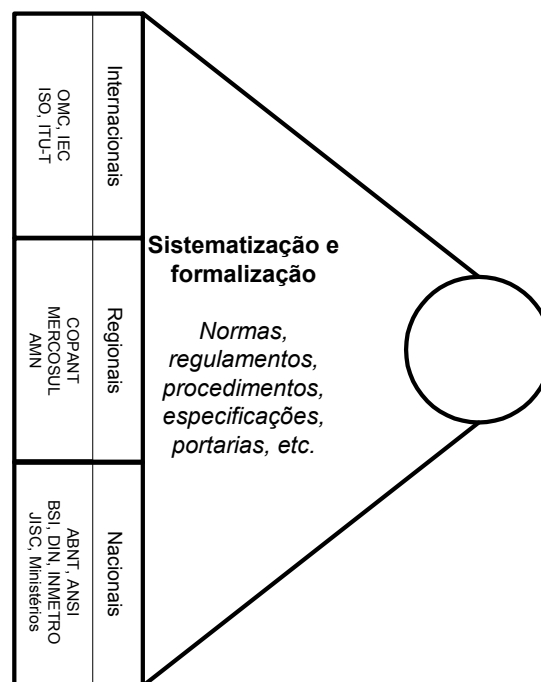


Figura 16 - Representação macro da subestrutura da sistematização e formalização do processo de fornecer confiança às medições  
[Fonte: elaborada pela autora]

## 4.2 SUBESTRUTURA DA AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE

Passados mais de dois séculos desde o início da organização da metrologia, dois aspectos se destacam: além dos produtos mundialmente comercializados terem partes intercambiáveis, as medições realizadas em todo o mundo precisam ser comparáveis. Essa situação leva à necessidade de demonstrar a conformidade às normas ou especificações previamente definidas. Tal necessidade teve início no final do século XVIII, quando explosões fatais de aquecedores de água levaram à elaboração das primeiras normas industriais de segurança (QUINN; KOVALEVSKY, 2005).

Com a globalização da economia, as nações passaram a reconhecer a necessidade da criação de uma estrutura industrial cada vez mais efetiva, dispondo não somente de capital, tecnologia, energia e infra-estrutura, mas também de instituições e sistemas de normalização, de regulamentação, de metrologia e de avaliação da conformidade. Os papéis desempenhados pelo Estado sofreram profundas transformações ao longo dos últimos anos. A conseqüente mudança de atuação foi marcada pelo estabelecimento de ampla gama de políticas públicas e pelo exercício do poder de regulamentação, capaz de facilitar os fluxos de capital e de produtos. Por um lado, o Estado, através da regulamentação, desempenha papel fundamental na defesa dos interesses da sociedade, pressionando e estimulando a atividade para o fortalecimento e desenvolvimento de normas, regulamentos técnicos e sistemas de avaliação da conformidade. Por outro lado, o surgimento dos blocos econômicos e a utilização, sempre crescente, de barreiras técnicas no comércio internacional e no cenário econômico mundial passaram a exercer grandes pressões e demandas nas atividades de avaliação da conformidade. A elaboração de normas, a realização de ensaios e a utilização de diferentes mecanismos de avaliação da conformidade constituem uma estratégia de política industrial do País para inserir os produtos brasileiros com competitividade no mercado internacional e prevenir-se da invasão de produtos estrangeiros com qualidade duvidosa (INMETRO, 2005-g).

A multiplicação das exigências de procedimentos de avaliação da conformidade resulta em custos e tempo adicionais que prejudicam a competitividade das empresas. As empresas têm todo o interesse de que, uma vez submetido o seu produto, seu serviço ou sistema de gestão a uma avaliação da conformidade, os seus clientes a aceitem sem lhe solicitar uma nova avaliação, tecnicamente igual, mas efetuada por outro organismo. Isso nem sempre é possível, seja porque o cliente não conhece (e, portanto, não tem bases para confiar) o organismo que efetuou a avaliação da conformidade, seja porque legalmente esse organismo não é aceito pela autoridade reguladora, por não ser acreditado no sistema nacional desse país (MDIC, 2002).

Para INMETRO (2004-d), a avaliação da conformidade busca atingir fundamentalmente dois objetivos: atender preocupações sociais e não se tornar um ônus para a produção. Para atender ao primeiro, estabelece com o consumidor uma relação de confiança de que o produto, processo ou serviço está em conformidade com os requisitos especificados, principalmente saúde e segurança do consumidor e proteção do meio ambiente. Para atender o segundo, evita envolver recursos maiores do que aqueles que a sociedade está disposta a investir, apontando aos empresários, normas ou regulamentos a serem seguidos.

Avaliar a conformidade segundo ISO (2004), significa verificar que produtos, materiais, sistemas de medição ou pessoas atendem às especificações de um padrão. INMETRO (2005-a), define avaliação da conformidade como: “Processo sistematizado, com regras pré-definidas, devidamente acompanhado e avaliado, de forma a propiciar adequado grau de confiança de que um produto, processo ou serviço, ou ainda um profissional, atende a requisitos pré-estabelecidos em normas ou regulamentos”. INMETRO (2004-d), complementa que a avaliação da conformidade deve assegurar um adequado grau de confiança na qualidade dos produtos, processos ou serviços, sendo que tal conformidade é de responsabilidade do fornecedor. Como tratamento sistêmico, a avaliação da conformidade visa assegurar a impossibilidade de um produto chegar ao consumidor, quando estiver em desacordo com os requisitos normativos ou regulatórios.

O INMETRO (2004-d), coloca como justificativa para os programas de avaliação da conformidade tais aspectos: proporcionar concorrência justa, estimular a melhoria contínua da qualidade, informar e proteger o consumidor, facilitar o comércio exterior com conseqüente incremento das exportações, proteger o mercado interno e, por fim, agregar valor às marcas. Segundo o autor, o processo da avaliação da conformidade envolve: selecionar norma ou regulamento; coletar amostras; realizar ensaios; realizar inspeções; realizar auditorias no sistema da qualidade do fornecedor; avaliar e acompanhar o produto no mercado. Esse processo acontece através de uma combinação da abrangência e dos mecanismos da avaliação da conformidade. Essas combinações podem ser visualizadas na Figura 17 e são explicadas a seguir conforme descrito por INMETRO (2004-d) e (2005-b).

#### 4.2.1 *Abrangência da avaliação da conformidade*

Em relação à abrangência, a avaliação da conformidade pode ser vista através do agente econômico e do campo de aplicação.

	Agente econômico			Campo aplicação	
	1ª parte	2ª parte	3ª parte	Voluntária	Compulsória
Certificação			X	X	X
Declaração do fornecedor	X				X
Inspeção			X	X	X
Etiquetagem	X		X	X	X
Ensaio	X	X	X	X	X

Figura 17 - Abrangência da avaliação da conformidade  
[Fonte: adaptada de INMETRO (2004-d)]

#### **4.2.1.1 Agente econômico**

O agente econômico é aquele que realiza a avaliação e, portanto, tem responsabilidade de evidenciar a conformidade. Dessa forma, a avaliação da conformidade pode ser classificada em avaliação de primeira, de segunda e de terceira partes.

A avaliação de primeira parte é aquela realizada pelo fabricante ou fornecedor, conhecida como declaração da conformidade do fornecedor. A avaliação de segunda parte é aquela realizada pelo fornecedor ou cliente, e vem tendo sua utilização diminuída, sendo restrita a alguns setores específicos. A avaliação de terceira parte é realizada por uma organização acreditada, com independência em relação ao fornecedor e ao cliente, não tendo, portanto, interesse na comercialização do produto. A acreditação (avaliação da conformidade de terceira parte) é o reconhecimento, por um organismo acreditador, da competência técnica de uma organização para processar a avaliação da conformidade de produtos, processos, serviços, sistemas de gestão e ambiental e pessoal (ISO, 2005-c). A acreditação, como instrumento que fornece confiança as medições, é discutida na seção 3.7 desta tese.

O vocabulário e os princípios gerais da avaliação da conformidade são baseados na ISO/IEC 17000:2004 (Conformity assessment: Vocabulary and general principles). O Guia ISO/IEC 60:2004 é o código das boas práticas para todos os elementos da avaliação da conformidade (ISO, 2005-c).

#### **4.2.1.2 Campo de aplicação**

A avaliação da conformidade pode ser aplicada nos campos voluntário e compulsório. É compulsória quando se entende que o produto, processo ou serviço pode oferecer riscos à segurança do consumidor, ao meio ambiente e, ainda, em casos em que o desempenho do produto, se inadequado, poderá trazer prejuízos econômicos à sociedade. Nesse campo, a avaliação da conformidade é determinada compulsória por meio de um instrumento legal e se destina prioritariamente à defesa do consumidor no que diz respeito à proteção da vida e da saúde e à preservação do meio ambiente. O instrumento legal utilizado é o regulamento técnico estabelecido pelo poder público. O regulamento técnico pode referenciar uma norma, tornando seus requisitos ou parte deles obrigatórios. Na avaliação da conformidade voluntária, a opção por se submeter a ela parte do fornecedor. Dessa forma, agrega valor ao produto e representa vantagem competitiva em relação aos concorrentes. A avaliação da conformidade voluntária é baseada em normas (ISO, 2005-c).

## **4.2.2 Formas de avaliação da conformidade**

As principais formas de avaliação da conformidade praticadas no Brasil são: certificação, declaração da conformidade pelo fornecedor, inspeção, etiquetagem e ensaio.

### **4.2.2.1 Certificação**

A certificação acontece quando um organismo de terceira parte, isto é, uma organização independente acreditada para executar essa tarefa, fornece um certificado (por escrito) que assegura que um produto, um processo, um serviço, uma pessoa, uma organização ou sistema estejam conforme requisitos específicos (ISO, 2005-c).

#### **4.2.2.1.1 Certificação de produtos, processos ou serviços**

O modelo utilizado para certificação depende, dentre outros, do produto, do processo produtivo, das características da matéria-prima, dos aspectos econômicos e do nível de confiança necessário. Em virtude disso existem oito modelos, conforme INMETRO (2005-b): **Modelo 1** - Ensaio de tipo: fornece a comprovação de conformidade de um item de um produto, em um dado momento; é uma operação de ensaio única no seu gênero, efetuada de uma só vez, e por isso, limitada em seus efeitos; não realiza acompanhamento da conformidade do restante da produção do mesmo modelo.

**Modelo 2** - Ensaio de tipo seguido de verificação com ensaio em amostras retiradas no comércio: baseado no modelo 1 combinado com ações posteriores para verificar se a produção continua conforme; avalia a influencia do comércio de distribuição e as condições em que o comprador final recebe o produto; não tem atuação preventiva já que as amostras são retiradas do comércio.

**Modelo 3** - Ensaio de tipo seguido de verificação com ensaio em amostras retiradas no fabricante: baseado no modelo 1 combinado com intervenções posteriores para verificar se a produção continua conforme. Proporciona a supervisão permanente da produção do fabricante, pois as amostras são coletadas na fábrica.

**Modelo 4** - Ensaio de tipo seguido de verificação com ensaio em amostras retiradas no comércio e no fabricante: combina os modelos 2 e 3, toma amostras tanto no comércio como na fábrica.



**Modelo 5** - Ensaio de tipo, avaliação e aprovação do sistema de gestão da qualidade do fabricante, com acompanhamento através de auditorias ao fabricante e ensaio em amostras retiradas no comércio e no fabricante: baseado no modelo 1 acompanhado de avaliação das medidas tomadas pelo fabricante para seu Sistema da Qualidade, seguido de um acompanhamento regular, através de auditorias, do controle da qualidade da fábrica e de ensaios de verificação em amostras tomadas no comércio e na fábrica. É o modelo mais utilizado no Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade. Proporciona um sistema confiável e completo de avaliação da conformidade de produção em série e em grande escala.

**Modelo 6** - Avaliação e aprovação do sistema de gestão da qualidade do fabricante: é avaliada a capacidade de uma indústria para fabricar um produto conforme uma especificação determinada. Não é adequado para certificação de produção, já que o que é avaliado é a capacidade da empresa em produzir determinado produto em conformidade com uma especificação estabelecida, mas não verifica a conformidade do produto final.

**Modelo 7** - Ensaio de lote: amostras tomadas de um lote do produto são submetidas a ensaios, emitindo-se, a partir dos resultados, uma avaliação sobre a conformidade a uma dada especificação. É freqüentemente utilizado na importação de produtos com exigência de certificação compulsória, onde cada lote importado deve ser aprovado.

**Modelo 8** - Ensaio 100%: os itens são submetidos a ensaios para verificar sua conformidade com todos os critérios estabelecidos pela norma ou pelo regulamento técnico referente ao produto. É utilizado quando envolve muitos riscos.

Segundo ISO (2005-c), o Guia ISO/IEC 67:2004 (Conformity assessment: Fundamentals of product certification) é destinado aos organismos de certificação de produto e partes interessadas em desenvolver, estabelecer ou comparar certificação de produtos realizada por terceira parte. O Guia ISO/IEC 28:2004 (Conformity assessment: Guidance on a third-party certification system for products) fornece regras gerais para certificação de produtos por terceira parte. O ISO/IEC Guia 65:1996 (General requirements for bodies operating product certification systems) fornece requisitos gerais para um organismo de terceira parte que opera sistemas de certificação de produtos. O Guia ISO/IEC 53:2005 (Conformity assessment: Guidance on the use of an organization's quality management system in product certification) fornece um método, através qual, organismos de certificação podem desenvolver e aplicar programas de certificação de produtos utilizando requisitos do sistema de gestão da qualidade da organização. Esse último não substitui os requisitos do Guia ISO/IEC 65.

#### **4.2.2.1.2 Certificação de sistemas de gestão**

Na certificação dos Sistemas de Gestão, é atestada a conformidade do modelo de gestão de fabricantes e prestadores de serviço em relação a requisitos normativos. Os sistemas mais conhecidos são os de gestão de qualidade, baseado nas normas NBR ISO 9001 e os sistemas de gestão ambiental, conforme as normas NBR ISO 14001. Existem, no entanto, outros sistemas de gestão também passíveis de certificação, oriundos de iniciativas setoriais como, por exemplo, os sistemas desenhados pelas normas do setor automobilístico. Esse tipo de certificação garante que a organização trabalha de maneira consistente, preocupada com a qualidade ou com o meio ambiente, e ainda que seus empregados tenham a noção clara de como obter essa qualidade, ou como preservar o meio ambiente.

De uma maneira geral, a filosofia das normas de sistemas de gestão induz a organização a enfatizar ações de prevenção de defeitos. Pode-se dizer, também, que seus requisitos visam estruturar o sistema de gestão da organização de forma a assegurar a repetitividade dos resultados de qualidade obtidos. As normas são apenas as referências normativas para o processo de certificação, a responsabilidade pela certificação é da organização acreditada e do organismo acreditador.

Segundo ISO (2005-c), o ISO/IEC Guia 62 (General requirements for bodies operating assessment and certification/registration of quality systems) fornece os requisitos gerais para acreditação de organismos que realizam certificação de sistemas de gestão da qualidade e o ISO/IEC Guia 66 para sistemas de gestão ambiental.

#### **4.2.2.1.3 Certificação de pessoal**

Na certificação de pessoal, são avaliados as habilidades e os conhecimentos das ocupações profissionais. Nesse tipo de certificação são incluídas as exigências de Formação (nível de escolaridade para assegurar nível de capacitação); Experiência Profissional; Habilidades e conhecimentos teóricos e práticos. No Brasil, são certificados, voluntariamente, os inspetores de soldagem, os inspetores de ensaios não destrutivos e os auditores de sistemas da qualidade e ambiental.

Segundo ISO (2005-c), a ISO/IEC 17024:2003 (Conformity assessment: General requirements for bodies operating certification of persons) especifica os requisitos para um organismo de certificação de pessoas realizarem tal atividade, incluindo o desenvolvimento, a manutenção e o programa de certificação de pessoal.

#### **4.2.2.2 Declaração da conformidade pelo fornecedor**

Essa forma de avaliação da conformidade é realizada de maneira que o fornecedor forneça garantia escrita de que um produto, processo ou serviço está em conformidade com requisitos especificados. A declaração do fornecedor representa uma intervenção mais branda e menos onerosa nas relações de consumo, já que a interferência externa é minimizada. Ela confere agilidade no atendimento das demandas da sociedade por Avaliação da Conformidade e está em fase de implantação no âmbito do Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade (INMETRO, 2005-c).

Um fornecedor pode optar por realizar a declaração da sua conformidade, dispensando uma avaliação independente, de terceira parte, quando possuir uma excelente reputação no mercado. Entretanto, a declaração de conformidade do fornecedor não é apropriada em todos os casos, particularmente quando existem riscos relacionados à saúde, segurança e meio ambiente. A ISO/IEC 17050 (Conformity assessment: Supplier's declaration of conformity) especifica os critérios gerais para a declaração de conformidade dos fornecedores (ISO, 2005-c).

#### **4.2.2.3 Inspeção**

A modalidade de avaliação da conformidade de inspeção é definida pela observação e julgamento acompanhados, conforme apropriado, por medições, ensaios ou uso de calibres. É importante distinguir, na Avaliação da Conformidade, a Inspeção do Ensaio e da Certificação. Os resultados da Inspeção podem ser utilizados para apoiar a Certificação e a Etiquetagem, e o Ensaio pode fazer parte das atividades de Inspeção. Essas atividades são centrais à Avaliação da Conformidade de produtos e serviços. Podem incluir o ensaio de produtos, materiais, instalações, plantas, processos, procedimentos de trabalho ou serviços, durante todos os estágios de vida desses itens, visando à determinação da conformidade aos regulamentos, normas ou especificações, e o subsequente relato de resultados. O objetivo principal da avaliação da conformidade tipo inspeção é reduzir o risco do comprador, proprietário, usuário ou consumidor (INMETRO, 2005-d).

Os requisitos gerais para a operação dos organismos de inspeção são fornecidos pela ISO/IEC 17020:1998 (General criteria for the operation of various types of bodies performing inspection) (ISO, 2005-c).

#### **4.2.2.4 Etiquetagem**

A avaliação da conformidade da etiquetagem é realizada naqueles produtos que apresentam etiqueta informativa indicando seu desempenho de acordo com os critérios estabelecidos. Essa etiqueta pode ser comparativa entre produtos de um mesmo tipo, ou somente indicar que o produto atende a um determinado desempenho especificado, podendo ser, ainda, de caráter compulsório ou voluntário. A etiquetagem fornece uma importante informação para a formulação da decisão de compra por parte do consumidor, devendo ser considerada juntamente com outras variáveis como a qualidade, segurança, aspectos ambientais e preço (INMETRO, 2005-e).

#### **4.2.2.5 Ensaio**

A avaliação da conformidade através do ensaio é um dos mecanismos mais utilizados na avaliação da conformidade, podendo ser utilizado em conjunto com a inspeção (ISO (2005-c)). O ensaio é uma operação técnica que consiste na determinação de uma ou mais características de um dado produto, processo ou serviço, de acordo com um procedimento especificado (INMETRO, 2005-f). A avaliação da conformidade, através do ensaio, pode incluir outras atividades como medições e calibrações. Ensaio também fornece a base para outras formas de avaliação da conformidade, por exemplo, a certificação de produtos. Os requisitos gerais para que laboratórios ou outros organismos sejam considerados competentes para realizar ensaios e calibrações são especificadas pela ISO/IEC 17025.

Segundo a NBR ISO/IEC 17025:2005, essa norma incorpora todos os requisitos da NBR ISO 9001 pertinentes ao escopo dos serviços de ensaio e calibração cobertos pelo sistema da qualidade do laboratório. Isso significa dizer que os laboratórios de ensaio, que atendem aos requisitos da NBR ISO/IEC 17025:2005, operarão também de acordo com a NBR ISO 9001. Entretanto, apenas a certificação NBR ISO 9001 não demonstra a competência do laboratório para produzir dados e resultados tecnicamente válidos.

A NBR ISO/IEC 17025:2005 recomenda que a aceitação de resultados de ensaio e calibração entre países seja facilitada se houver atendimento dos laboratórios à Norma, e se eles obtiverem a acreditação de organismos que tenham acordo de reconhecimento mútuo com organismos equivalentes de outros países, os quais utilizam a Norma. A Norma ainda completa que seu uso facilitará a cooperação entre laboratórios e outros organismos. Tal uso auxilia na troca de informações e experiência e na harmonização de normas e procedimentos.

De acordo com a NBR ISO/IEC 17025:2005, ela é uma norma aplicável a todos os organismos que realizam ensaios e/ou calibrações. Isso inclui laboratórios de primeira, segunda e terceira partes e laboratórios onde o ensaio e/ou a calibração são parte da inspeção e da certificação do produto. Conforme observado, diversos são os documentos que definem requisitos para avaliação da conformidade. A Figura 18 apresenta um quadro resumo destes documentos, a data da versão ISO, a data da versão ABNT e seu uso.

<b>Número Guia/Norma</b>	<b>Data versão ISO</b>	<b>Data versão ABNT</b>	<b>Uso</b>
28	2004	2005	Certificação de produto
53	2005	2006	Certificação de produto
60	2004	2005	Todas as avaliações da conformidade
62	1996	2000	Certificação de sistemas de gestão da qualidade
65	1996	1997	Certificação de produto
66	1999	2001	Certificação de sistemas de gestão ambiental
67	2004	2005	Certificação de produto
17000	2004	2006	Todas as avaliações da conformidade
17011	2004	2005	Acreditação de organismos que acreditam organismos de avaliação da conformidade
17020	1998	2005	Organismos que executam inspeção
17024	2003	2004	Certificação de pessoal
17025	2005	2005	Ensaio
17050	2004	2005	Declaração da conformidade pelo fornecedor

Figura 18 - Guias e normas ISO/IEC e ABNT para avaliação da conformidade  
[Fonte: elaborada pela autora]

Os organismos internacionais de avaliação da conformidade, para esse trabalho, são o IAF (International Accreditation Forum), o ILAC (International Laboratory Accreditation Cooperation) o ISO CASCO (ISO Conformity Assessment Committee) e a OIML (Organização Internacional de Metrologia Legal).

O IAF é uma associação mundial dos organismos de acreditação e avaliação da conformidade e de outros organismos interessadas na avaliação da conformidade nos campos de sistemas de gestão, produtos, serviços, pessoal e outros programas similares de avaliação da conformidade. Sua função primária é desenvolver um programa mundial de avaliação da conformidade que seja único e que reduza os riscos para os negócios e para seus clientes assegurando que os certificados acreditados sejam confiáveis. A acreditação assegura aos usuários a competência e a imparcialidade dos organismos de acreditação (IAF, 2005). O IAF tem, atualmente, as seguintes categorias de participação: membros signatários do MLA do IAF; membros associados; grupos regionais com reconhecimento especial; membros observadores com reconhecimento especial e parceiro (IAF, 2006).

Outro importante organismo internacional, que também atua na área da avaliação da conformidade, é a ISO, que promove a harmonização internacional das atividades de

avaliação da conformidade e a aceitação mundial dos resultados dessas avaliações através de seu comitê ISO CASCO. O ISO CASCO atua tanto nos princípios como na prática da avaliação da conformidade, desenvolvendo documentos que são publicados pela ISO como normas internacionais ou guias (ISO, 2005-d). O ISO CASCO está organizado, atualmente, de forma a ter como membros países participantes e observadores e, ainda, conexões com organismos internacionais (ISO, 2006-a).

O ILAC, outro organismo internacional da avaliação da conformidade, é uma cooperação internacional para programas de acreditação de laboratórios. Foi estabelecido com o intuito de desenvolver cooperação internacional para facilitar o comércio através da promoção e aceitação de ensaios e calibrações. Foi formalizado como uma cooperação em 1996, quando 44 organismos nacionais assinaram em Amsterdã o MOU (Memorandum of Understanding). O MOU fornece as bases para favorecer o desenvolvimento das cooperações e os eventuais estabelecimentos de acordos de reconhecimento mútuo entre o ILAC e seus membros. Em conjunto com o ILAC, regiões específicas estabeleceram suas próprias cooperações de acreditação, como na Europa a EA (European Accreditation) e na Ásia e Pacífico a APLAC (Asian-Pacific Laboratory Accreditation Cooperation) (ILAC, 2005).

O ILAC tem, atualmente, as seguintes categorias de participação: membros signatários do MRA do ILAC; organismos regionais de cooperação; membros afiliados; membros associados; organismo de coordenação nacional; e *stakeholders* (ILAC, 2006-a). Além das categorias de participação, o ILAC tem parceiros internacionais com os quais ele procura os mesmos objetivos. Com os parceiros internacionais o ILAC mantém cooperações formais através de memorandos de entendimento (ILAC, 2006-b).

A Figura 19 apresenta a primeira parte do mapeamento da subestrutura da avaliação da conformidade. No mapeamento são apresentados os organismos (IAF, ISO CASCO e ILAC) que atuam na avaliação da conformidade, bem como, suas diferentes categorias de membros. No mapeamento apresentado na Figura 19, não são listados todos os membros signatários do MLA do IAF, do MRA do ILAC e os organismos representantes dos países participantes e observadores do ISO CASCO. Entretanto, esses podem ser consultados na planilha 'organismos.xls' do Apêndice A ou nos *web sites* dos organismos IAF (2006), ISO (2006-a) e ILAC (2006-a). Nas categorias signatários do MLA do IAF, países participantes e observadores do ISO CASCO e signatários do MRA do ILAC, da Figura 19, são apresentados, constando apenas os organismos de países com maior destaque na área.

Figura 19 - Subestrutura da avaliação da conformidade: parte 1  
 [Fonte: elaborada pela autora]

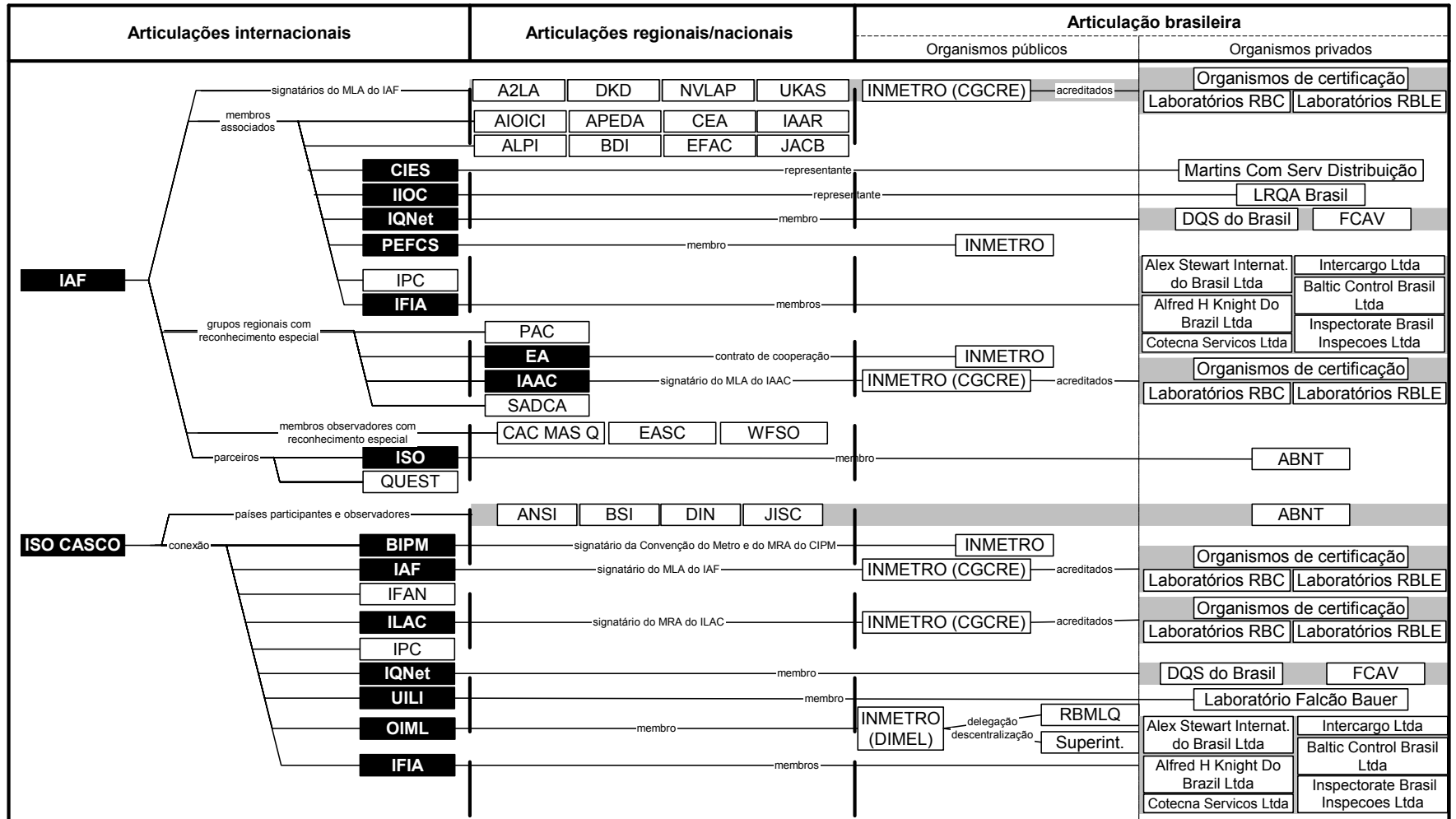
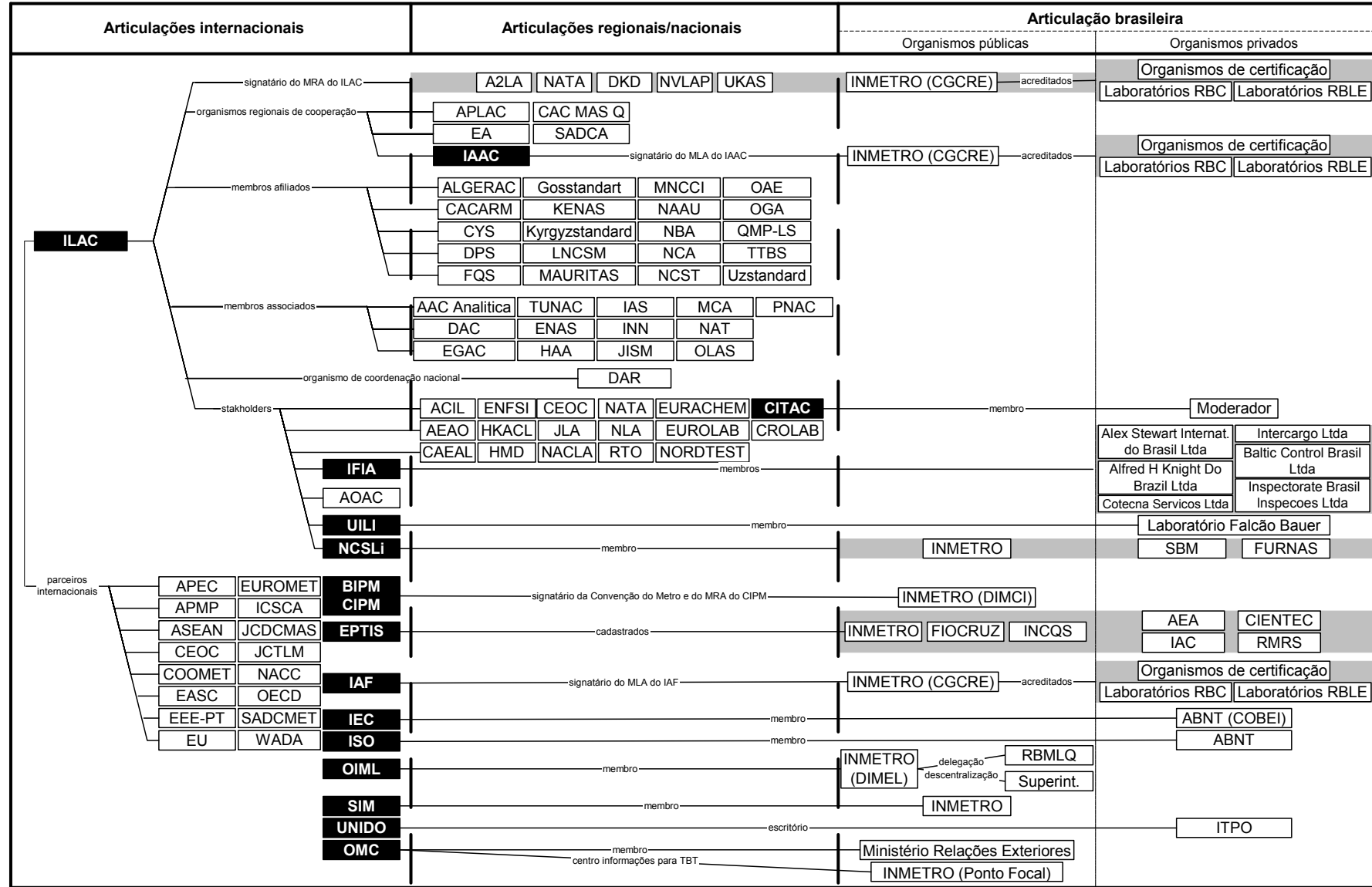


Figura 19 - Subestrutura da avaliação da conformidade: parte 1 (cont.)  
 [Fonte: elaborada pela autora]





A participação brasileira direta nos organismos internacionais de avaliação da conformidade está concentrada em dois organismos. No IAF e no ILAC o Brasil participa através do INMETRO (CGCRE), área que atua em avaliação na conformidade. No ISO CASCO, mais uma vez o Brasil participa através da ABNT. É necessário salientar que no momento que o INMETRO (CGCRE) é signatário dos acordos de reconhecimento do IAF e do ILAC, os laboratórios pertencentes a RBC (Rede Brasileira de Calibração) e RBLE (Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio), que são acreditados por ele, passam a usufruir os direitos do signatário, que é ter suas medições reconhecidas pelos países que assinaram o acordo. Da mesma forma, esse direito pode ser usufruído pelos Organismos de Certificação acreditados pelo INMETRO.

Como colocado anteriormente, nessa seção, nesse trabalho, a OIML é considerada um organismo de avaliação da conformidade. A OIML é o foro internacional de metrologia legal. A opção de colocar e considerar a OIML como foro de avaliação da conformidade foi baseada nas pesquisas documentais e nas entrevistas realizadas para validação do mapeamento da estrutura global. Ficou claro para a autora, que a metrologia legal realiza atividades similares as da avaliação da conformidade. Na metrologia legal essa atividade é denominada de controle metrológico, que de uma maneira resumida, é a comparação dos instrumentos de medição com os requisitos dos regulamentos e portarias. Colocando de outra forma, é uma maneira de avaliar a conformidade dos instrumentos de medição comparando-os com os requisitos das normas e/ou regulamentos. Na seqüência do texto são explicadas as atividades relacionadas à metrologia legal e, por fim, é apresentada a sua subestrutura.

#### **4.2.3 *Metrologia legal***

A metrologia legal surgiu da necessidade de assegurar um comércio justo, o que mostra que as primeiras necessidades da metrologia envolviam transações de troca e comércio. Hoje, uma das contribuições da metrologia legal para a sociedade é o papel de aumentar a eficiência no comércio, mantendo assim, a confiança nas medições e reduzindo os custos das transações (INMETRO, 2006-e).

De acordo com INMETRO (2006-d), a metrologia legal trata das unidades de medida, dos métodos e dos instrumentos de medição com o objetivo principal de proteger o consumidor. As atividades relacionadas com a metrologia legal são realizadas de acordo com as exigências técnicas e legais obrigatórias.

O Controle metrológico legal definido por INMETRO (2005-k, p. 11), é “Conjunto de atividades de metrologia legal, visando à garantia metrológica”. Esse por sua vez, compreende o controle legal dos instrumentos de medição, a supervisão metrológica e a perícia metrológica. No Brasil, o controle metrológico legal é realizado com supervisão do Governo. Assim, é possível estabelecer a adequada transparência e confiança com base em ensaios imparciais. Quando se tem instrumentos de medição exatos é possível garantir a credibilidade das medições nos campos econômico, saúde, segurança e meio ambiente (INMETRO, 2006-e).

Metrologia Legal, segundo (INMETRO (2005-k, p. 10), é “Parte da metrologia relacionada às atividades resultantes de exigências obrigatórias, referentes às medições, unidades de medida, instrumentos de medição e métodos de medição, e que são desenvolvidas por organismos competentes”.

As atividades da metrologia legal, advindas de ações governamentais, possibilitam a disseminação e a manutenção de medidas e unidades harmonizadas, juntamente com a supervisão e o exame dos instrumentos e métodos de medição. Através dessas atividades, ainda é possível proteger o consumidor enquanto comprador de produtos e serviços medidos, e o vendedor, enquanto fornecedor destes (INMETRO, 2006-e).

Os instrumentos de medição, quase sempre, são de posse do fornecedor dos produtos e serviços medidos. Através do controle metrológico é possível estabelecer a transparência e confiança entre as partes, comprador e fornecedor de produtos e serviços medidos, com base em ensaios imparciais. Em relação aos instrumentos de medição, a metrologia legal especifica as exigências de desempenho, os procedimentos de verificação, os meios para assegurar a correta utilização das unidades de medida, legalmente definidas, e as prescrições obrigatórias para uso (INMETRO, 2006-e).

A tendência brasileira e mundial das atividades da metrologia legal, além de atuar nas atividades comerciais, é atuar também nas atividades da área médica, na fabricação de medicamentos, na proteção ocupacional, ambiental e da radiação. Sendo que tais atividades devam ser submetidas, obrigatoriamente, ao controle metrológico. Dessa forma, pode-se dizer que a credibilidade da medição é necessária onde quer que exista conflito de interesse, ou onde quer que medições incorretas produzam riscos indesejáveis aos indivíduos e à sociedade (INMETRO, 2006-e).

No Brasil, atualmente, estão sujeitos à regulamentação e ao controle metrológico, os instrumentos de medição e medidas materializadas, utilizados nas atividades econômicas

(comerciais) e nas medições que interessem à incolumidade das pessoas nas áreas da saúde, da segurança e do meio ambiente e nos produtos pré-medidos (INMETRO, 2006-f).

A metrologia legal no Brasil teve sua primeira legislação promulgada nos anos 30, a “Lei de Metrologia”. Já a implantação de um tipo de controle metrológico se iniciou a partir dos anos 60 com a criação do INPM (Instituto Nacional de Pesos e Medidas), cujas atividades foram incorporadas, mais tarde, pelo INMETRO e atribuídas à DIMEL (Diretoria de Metrologia Legal) (INMETRO, 2006-f).

O controle metrológico é realizado, no Brasil, pela RBMLQ (Rede Brasileira de Metrologia Legal e Qualidade). Cada estado da nação, através de órgãos delegados pelo INMETRO, efetua o controle de equipamentos e instrumentos para assegurar que os consumidores estão recebendo medidas corretas (INMETRO, 2006-f).

Para o controle metrológico, os novos instrumentos de medição devem ter seu modelo aprovado pelo INMETRO. Na aprovação do modelo, ele passa a ser examinado, ensaiado e verificado em relação à adequação da sua finalidade. Depois da fabricação, cada instrumento é submetido à verificação inicial para assegurar sua exatidão, antes de seu uso. Quando está em utilização, o detentor do instrumento é responsável pela manutenção de sua exatidão e pelo seu uso correto. Isso é controlado por verificações e inspeções periódicas (INMETRO, 2006-f).

O controle metrológico, de acordo com INMETRO (2006-f), compreende as etapas de controle dos instrumentos de medição ou medidas materializadas, da supervisão metrológica e da perícia metrológica. No controle dos instrumentos de medição ou medidas materializadas acontece a apreciação técnica de modelo, a verificação e, por fim, a inspeção.

A supervisão metrológica é o acompanhamento na fabricação, na utilização, na manutenção e no conserto de um instrumento de medição ou medida materializada. Essa etapa acontece para assegurar que estão sendo atendidas as exigências regulamentares. A supervisão metrológica se estende ao controle da exatidão das indicações colocadas nas mercadorias pré-medidas (INMETRO, 2006-f).

A perícia metrológica é uma avaliação que examina e certifica as condições em que se encontram um instrumento de medição ou medida materializada. Nessa etapa são determinadas as qualidades metrológicas do item que está sendo avaliado de acordo com as exigências regulamentares específicas. Quando necessário, é nessa etapa que são emitidos laudos do item em avaliação (INMETRO, 2006-f).

Para assegurar um comércio justo, as autoridades que atuam na metrologia legal, expedem leis e regulamentos. Os regulamentos estabelecem as unidades de medida

autorizadas, as exigências técnicas e metrológicas, as exigências de marcação, as exigências de utilização e o controle metrológico, que devem satisfazer os fabricantes, importadores e detentores dos instrumentos de medição a que se referem (INMETRO, 2006-f).

No nível internacional, a OIML emite as recomendações para a regulamentação técnica metrológica de instrumentos de medição que afetam a economia, a saúde, a segurança do cidadão e a proteção do meio ambiente. A emissão das recomendações é definida com base nas necessidades dos países participantes da OIML, a partir disso, são criados os comitês técnicos para tratar do assunto em profundidade. Como resultado do trabalho dos comitês técnicos, tem-se a RI (Recomendação Internacional), que fornece as exigências técnicas e metrológicas e os procedimentos de ensaios de apreciação técnica do modelo e/ou controle metrológico. Além da RI os comitês técnicos elaboram o DI (Documento Internacional), que é um conjunto de informações referentes à metrologia em geral ou a um instrumento. Processo similar é adotado no Brasil, sendo o ponto de partida as recomendações e os documentos emitidos pela OIML. Os comitês brasileiros são formados pelos representantes da indústria, sindicatos, confederações, associações, consumidores e da RBMLQ, que elaboram o RTM (Regulamento Técnico Metrológico). Após a consolidação da lei no Brasil o RTM é discutido no âmbito do Mercosul onde a lei passa a vigorar. Com essa harmonização o instrumento de medição pode ser comercializado nesse bloco econômico (MENEZES, 2004).

Dessa forma, observa-se que o consenso internacional na metrologia legal é alcançado através dos comitês e dos sub-comitês técnicos. A composição desses inclui representantes de países membro, organismos internacionais de normalização, associações de fabricantes e organismos reguladores regionais. Os especialistas que atuam nos comitês e sub-comitês estabelecem guias técnicos internacionais para desempenho metrológico e procedimentos de ensaio de instrumentos de medição, sujeitos ao controle legal (OIML, 2006-a).

A OIML, estabelecida em 1955, é uma organização intergovernamental cujo principal objetivo é harmonizar os regulamentos e os controles metrológicos aplicados pelos serviços nacionais de metrologia de seus países membros. Por exemplo, a cadeia de rastreabilidade, que afeta diretamente o consumidor, os lojistas cujas balanças ou outros dispositivos de medição podem não estar calibrados corretamente (BIPM, 2004-j). Os países membro participam em atividades técnicas e os países membros correspondentes se unem à OIML como observadores; o Brasil é um país membro da OIML.

De acordo com Lazari (2004), a ênfase da OIML é a harmonização internacional da metrologia legal. Para realizar essa harmonização, a OIML considera necessários a

cooperação, a confiança e reconhecimento mútuos. A cooperação mútua é o trabalho conjunto com objetivos comuns através da participação ativa nos organismos da OIML. A confiança mútua é o desenvolvimento de uma base tecnológica firme para a metrologia legal de modo a estabelecer confiança e consenso entre os membros da OIML. E por fim, o reconhecimento mútuo é a aceitação dos resultados dos procedimentos dos ensaios previstos nas recomendações da OIML para atingir uma implantação equivalente da metrologia legal. De acordo com o autor, o desenvolvimento de uma harmonização internacional na metrologia legal é fundamental para facilitar o comércio internacional e a cooperação técnica.

Para realizar as atividades referentes a metrologia legal, é necessária a subestrutura de membros apresentada na Figura 20.

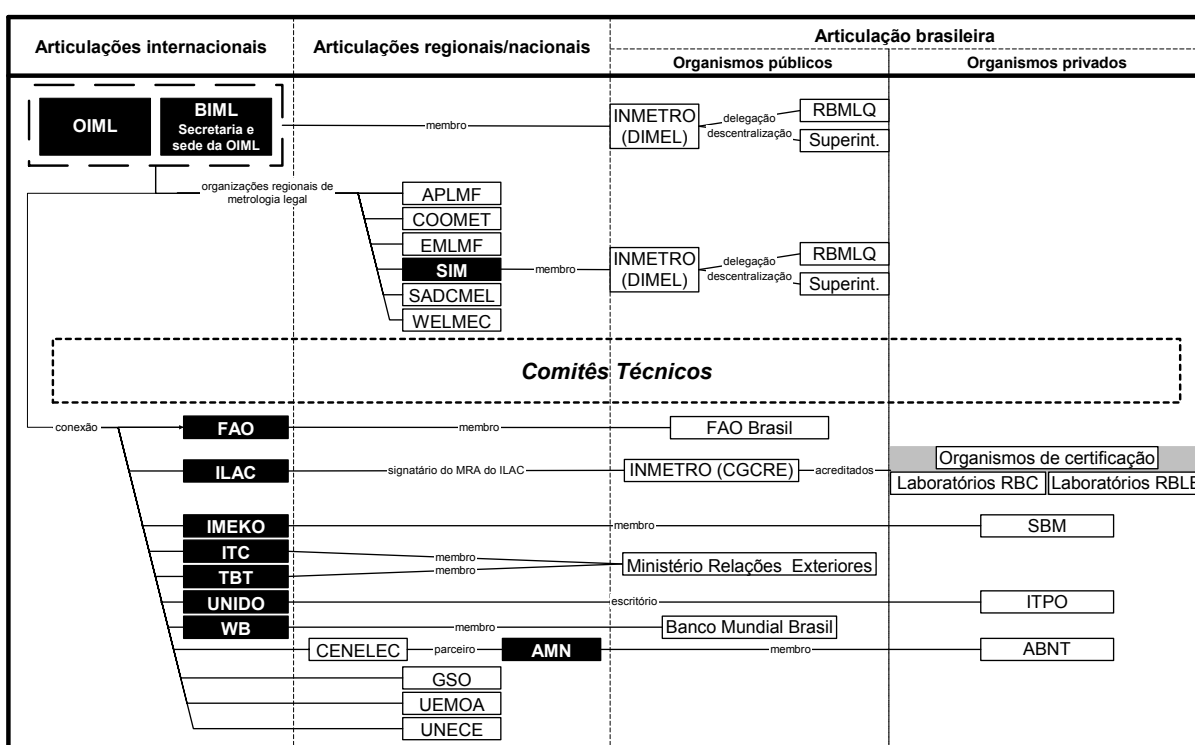


Figura 20 - Subestrutura da avaliação da conformidade: parte 2 (metrologia legal)  
[Fonte: elaborada pela autora]

O Bureau Internacional de Metrologia Legal (BIML) é a secretaria e a sede da OIML. Ela assegura o dia a dia das atividades e seu planejamento de longo prazo. Os regulamentos emitidos pela OIML são freqüentemente incorporados em legislação nacional e internacional e ainda em regulamentos preocupados com proteção ao consumidor. Tais regulamentos da OIML são diretamente usados por organismos reguladores e podem ter a força de lei (BIPM, 2004-j; OIML, 2004-b; 2005). A OIML possui comitês técnicos que tratam de assuntos da metrologia legal, nos quais atuam diversos organismos.

A OIML tem na sua subestrutura, atualmente 103 países membro, sendo um deles o Brasil, representado pelo INMETRO (DIMEL). A relação dos países participantes da OIML pode ser encontrada em OIML (2006-b).

#### **4.2.3.1 Organismos regionais de metrologia legal**

Além dos países membro, a OIML tem como membros os organismos regionais de metrologia legal, são elas a APLMF (Ásia-Pacific Legal Metrology Fórum), a COOMET (Euro-Asian Cooperation of National Metrological Institutions), a EMLMF (Euro-Mediterranean Legal Metrology Fórum), a WELMEC (European Cooperation in Legal Metrology), o SIM (Sistema Interamericano de Metrologia) e a SADCMEML (Southern African Development Community in Legal Metrology). Os países que compõem cada um dos organismos regionais de metrologia legal podem ser encontrados nos *web sites* dos organismos que estão listados no Apêndice A.

Ainda na subestrutura da avaliação da conformidade parte 2: metrologia legal, existem os organismos que têm conexão com a OIML. São organismos regionais e internacionais em diferentes áreas da metrologia, como pode ser visto na Figura 20.

#### **4.2.3.2 Comitês técnicos da OIML**

Em relação aos comitês técnicos, existem atualmente, 18 comitês nas seguintes áreas: Controle metrológico; Instrumentos de medição médicos; Instrumentos de medição para acústica e vibração; Instrumentos de medição para comprimento e quantidades associadas; Instrumentos de medição para radiação ionizante; Instrumentos de medição para ótica; Instrumentos de medição eletrônicos e *software*; Instrumentos de medição para massa e densidade; Instrumentos de medição para poluentes; Instrumentos de medição para pressão, força e quantidades associadas; Instrumentos de medição para quantidades elétricas; Instrumentos de medição para temperatura e quantidades associadas; Instrumentos de medição para físico-química; Medição de quantidade de fluido; Padrões de medição e dispositivos de calibração e verificação; Produtos pré-embalados; Terminologia; e Unidades de medida. O Brasil participa de 17 comitês técnicos da OIML. A exceção da participação fica com o comitê técnico de Instrumentos para medição de temperatura e quantidades associadas (OIML, 2006-a). Segundo Guimarães (2006), o Brasil deveria estar inscrito também nesse comitê técnico, o que atualmente não ocorre. No Apêndice B, é apresentada a

composição dos comitês técnicos da OIML com seus respectivos participantes até chegar à participação brasileira. Na figura que representa as participações dos comitês técnicos pode-se observar que a participação brasileira direta acontece apenas pela Diretoria de Metrologia Legal (DIMEL) do INMETRO.

Nessa seção do capítulo 4 foi possível conhecer a subestrutura dos organismos que atuam no processo de fornecimento da confiança às medições, realizando a função de avaliar a conformidade realizada através da execução de medições das especificações demandadas e avaliações de produtos e serviços. Na Figura 21, são agregados à representação macro do processo de fornecimento da confiança às medições os organismos internacionais, os organismos regionais relacionados com o Brasil e os organismos nacionais (do Brasil e de países de destaque) da avaliação da conformidade.

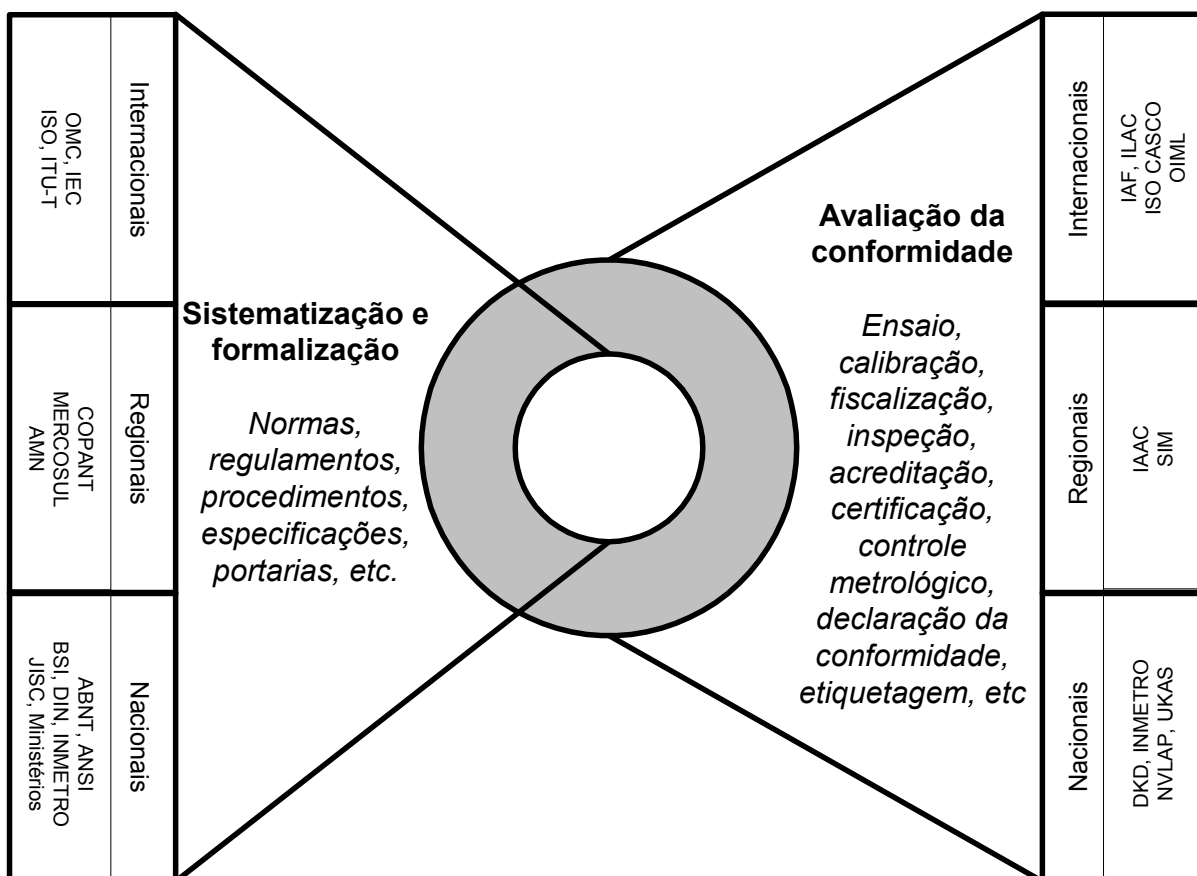


Figura 21 - Representação macro da subestrutura da sistematização e formalização e da subestrutura da avaliação da conformidade no processo de fornecer confiança às medições

[Fonte: elaborada pela autora]

### 4.3 SUBESTRUTURA DA METROLOGIA CIENTÍFICA E INDUSTRIAL

A metrologia científica e industrial é, em grande parte, realizada pelos países signatários da Convenção do Metro, que foi assinada em 1875. Atualmente existem outros organismos internacionais que atuam na área da metrologia científica e industrial. A subestrutura da metrologia científica e industrial é resumidamente apresentada na Figura 22. Nesta figura pode-se observar a estruturação atual dos organismos que atuam na área da metrologia científica e industrial. Na seqüência são descritas as atividades dos organismos mais importantes da área.

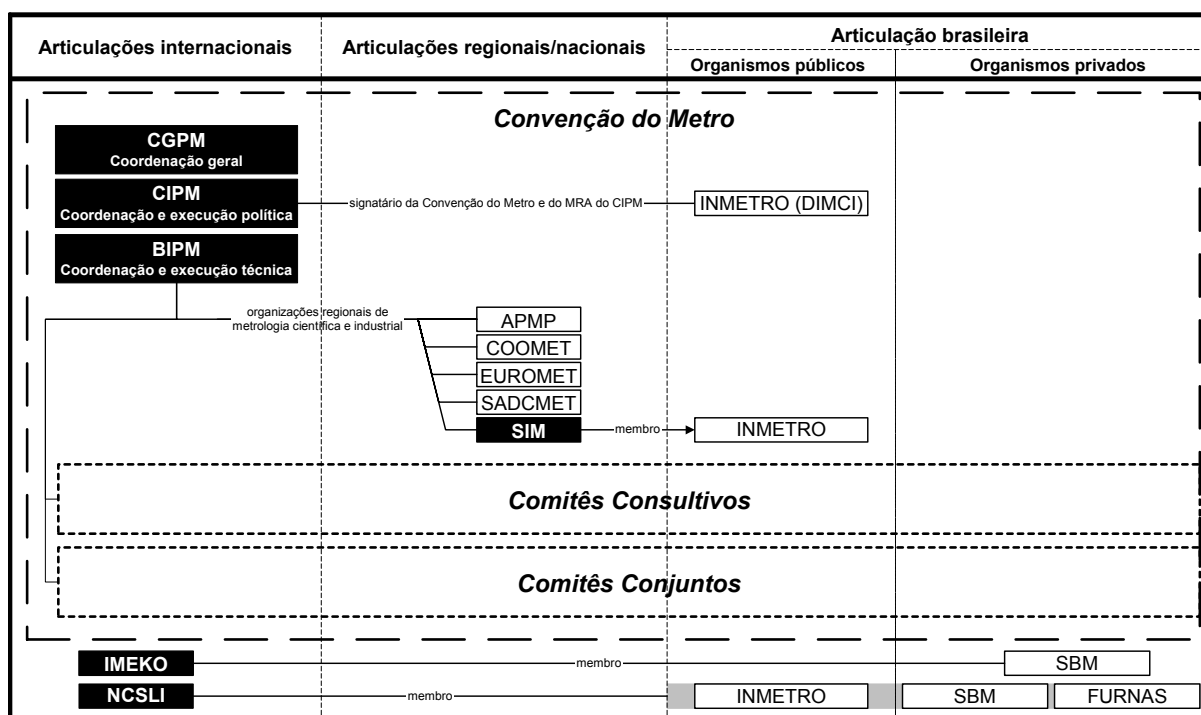


Figura 22 - Subestrutura da metrologia científica e industrial  
[Fonte: elaborada pela autora]

#### 4.3.1 Convenção do Metro

Desde quando o homem começou a realizar suas primeiras trocas, ele observava a necessidade de consenso entre os envolvidos na troca. A primeira ação para organizar os assuntos relacionados à metrologia veio com a Convenção do Metro em 1875, um tratado diplomático assinado por 17 nações.



A Convenção do Metro é um tratado diplomático, que dá autoridade à CGPM (Conferência Geral de Pesos e Medidas), ao CIPM (Comitê Internacional de Pesos e Medidas) e ao BIPM (Bureau Internacional de Pesos e Medidas) para agirem em assuntos de metrologia mundial. Uma das principais preocupações da metrologia mundial é a demanda de padrões de medição de exatidão cada vez maior, em diferentes faixas, com maior diversidade, e, ainda, a necessidade de demonstrar a equivalência entre os padrões de medição nacionais (HOWARTH; REDGRAVE, 2004; BIPM, 2004-b).

Logo depois da assinatura da Convenção do Metro, em 1887, o governo alemão fundou o primeiro laboratório nacional de padrões, o *Physikalisch-Technische Reichsanstalt* (PTR) em Berlim. Em 1900 foi fundado o NPL (National Physical Laboratory) em Teddington no Reino Unido e, em 1901, o NBS (National Bureau of Standards) em Washington. Atualmente, todos os países industrializados do mundo têm um instituto nacional encarregado de manter e disseminar os padrões nacionais (QUINN; KOVALEVSKY, 2005). Mais tarde, esses institutos vieram a ser conhecidos como institutos nacionais de metrologia (INM), assunto tratado na seção 4.3.2 desta tese.

A metrologia tem sua coordenação exercida pelo sistema CGPM, CIPM e BIPM, no qual cada país signatário da Convenção do Metro está representado através de seu Instituto Nacional de Metrologia (CBM, 2003).

A CGPM se reúne em Paris a cada 4 anos e é formada pelos representantes ou delegados dos governos dos Estados Membro e observadores dos Estados Associados da CGPM. Cada conferência geral recebe o relatório dos trabalhos realizados pelo CIPM, discute e examina os acordos exigidos para assegurar a disseminação e melhoria do SI (Sistema Internacional de unidades), endossa os resultados das novas determinações metrológicas fundamentais e as várias resoluções científicas de extensão internacional e decide todos os principais assuntos que interessam à organização e ao desenvolvimento do BIPM, inclusive o orçamento do BIPM para o próximo período de quarto anos. A CGPM é a autoridade suprema que controla a gestão do BIPM (BIPM, 2004-e). Conforme mostrado no *web site* do BIPM (BIPM, 2006-a) a Convenção do Metro conta com 51 Estados membros e com 21 Estados associados. Segundo INMETRO (2006-g), o Brasil foi estado membro da Convenção do Metro de 1875 até 1931 quando se desligou por falta de recursos. Em 1953 o Brasil se integrou novamente a Convenção do Metro e é estado membro até hoje.

O CIPM é formado por membros individuais eleitos pela CGPM, sendo que cada membro individual é de um país diferente. Sua função principal é assegurar em todo o mundo a uniformidade das unidades de medida. Realiza essa tarefa diretamente ou submete propostas

a CGPM. É responsável pela preparação e execução das decisões da CGPM, controla diretamente o funcionamento do BIPM e supervisiona seus trabalhos. Encontra-se anualmente com o BIPM para discutir os relatórios apresentados pelos Comitês Consultivos e Conjuntos, dentre outros assuntos (BIPM, 2004-f).

O BIPM foi instalado pela Convenção do Metro e tem sua sede na França. É financiado pelos estados membros da Convenção do Metro, operando sob sua supervisão. É o centro de pesquisa internacional em metrologia (unidades físicas e padrões) e ainda administra as comparações chave dos INM e laboratórios designados. Tem como atividade principal fornecer para o mundo as bases para um sistema de medição simples, coerente e rastreável ao SI. É o órgão executor das decisões da CGPM e do CIPM (BIPM, 2004-a).

De acordo com Silva (2004), o BIPM teve seu papel modificado com o decorrer do tempo, visando estabelecer a equivalência entre os sistemas metrológicos das nações. Isso ocorre através do estabelecimento da equivalência dos padrões nacionais e da aceitação dos certificados de calibração emitidos pelos institutos nacionais de metrologia, que são os guardiões dos padrões nacionais. Segundo o autor, essa nova sistemática é mais robusta, pois é estabelecida padrão a padrão para cada um dos padrões das unidades de medida que consubstanciam o sistema metrológico dos países. Essa sistemática é validada pelas chamadas comparações chave ou comparações-chave, cujo entendimento pressupõe compreensão de conceitos de hierarquia e rastreabilidade metrológica.

No Brasil, desde a época do Império, já existia a preocupação com as medidas realizadas, pois segundo Dias (1998), a Constituição Imperial de 1824 seguia, na metrologia, o caminho traçado pelos Estados Unidos e pela França. Com o passar do tempo, diferentes esforços foram realizados pelo governo brasileiro no sentido de melhorar e ampliar o desenvolvimento da metrologia no país. Um dos esforços de grande impacto foram as medidas de planejamento e coordenação que levaram à promulgação da Lei 5966, em 1973, que criou o SINMETRO (Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial). O SINMETRO integra entidades públicas e privadas que exercem atividades relacionadas à metrologia, à normalização, à qualidade industrial, à avaliação e à certificação de conformidade. Essa lei definia, como objetivo para o SINMETRO, a criação de uma infraestrutura de serviços tecnológicos para atender às necessidades da indústria, do comércio, do governo e do consumidor. Essa infra-estrutura deveria ser capaz de avaliar e certificar a qualidade de produtos, processos e serviços por meio de organismos de certificação, rede de laboratórios de ensaio e calibração, organismos de treinamento, de EP e de inspeção (CBM, 2003).

Na Figura 23 são mostrados organismos que integram o SINMETRO. A esquerda da Figura 23, que pode ser chamada de estrutura formal do SINMETRO, tem-se o CONMETRO (Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial) desempenhando a função política no campo da metrologia, e o INMETRO, desempenhando funções técnicas.

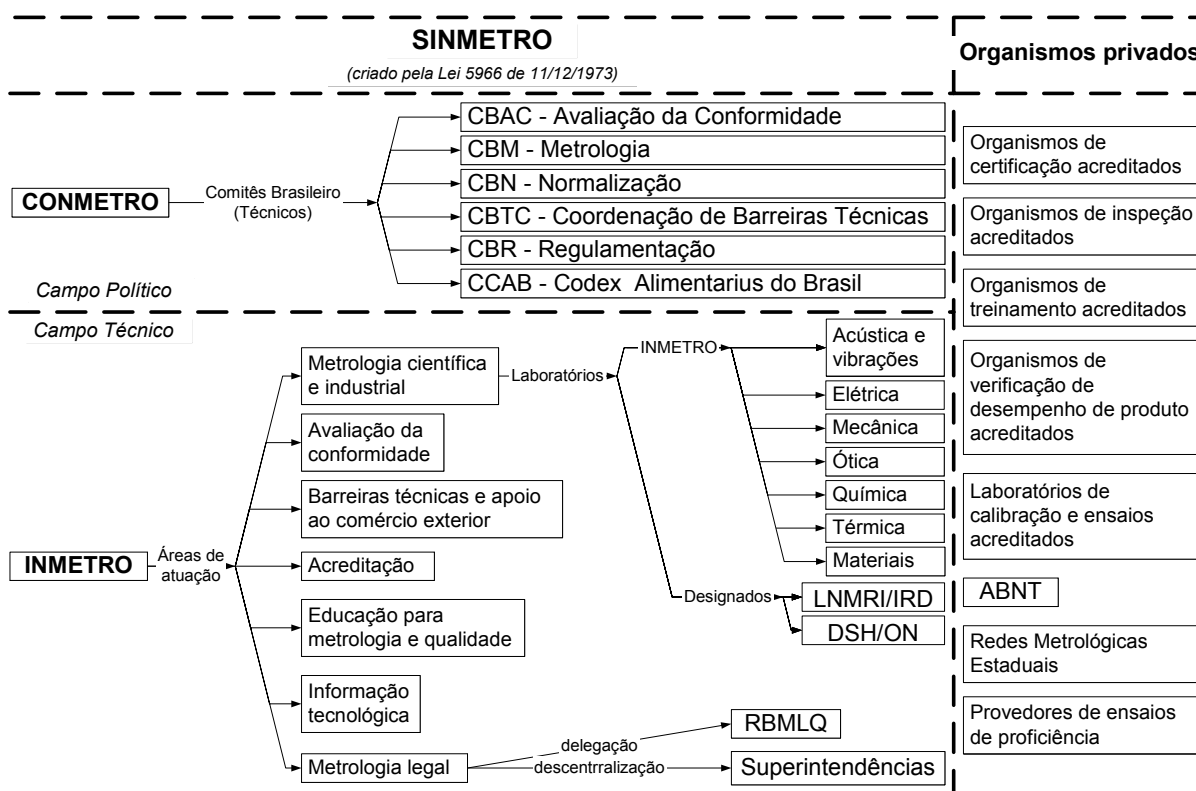


Figura 23 - Composição do SINMETRO  
[Fonte: elaborada pela autora]

O CONMETRO é um colegiado interministerial que exerce a função de órgão normativo do SINMETRO e que tem o INMETRO como sua secretaria executiva. Integram o CONMETRO os 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 do Abastecimento; da Defesa; os presidentes do INMETRO, da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) da CNI (Confederação Nacional da Indústria) e do IDEC (Instituto de Defesa do Consumidor) (INMETRO, 2004-b).

Compete ao CONMETRO formular, coordenar e supervisionar a política nacional de metrologia, normalização industrial e certificação da qualidade de produtos, serviços e pessoal, prevendo mecanismos de consulta que harmonizem os interesses públicos das empresas industriais e dos consumidores; que assegure a uniformidade e a racionalização das unidades de medida utilizadas em todo o território nacional; que estimule as atividades de

normalização voluntária no país; que estabeleça regulamentos técnicos referentes a materiais e produtos industriais; que fixe critérios e procedimentos para certificação da qualidade de materiais e produtos industriais; que fixe critérios e procedimentos para aplicação das penalidades, nos casos de infração ao dispositivo da legislação referente à metrologia, que vise à normalização industrial, à certificação da qualidade de produtos industriais, que vise aos atos normativos dela decorrentes; que coordene a participação nacional nas atividades internacionais de metrologia e que vise à normalização e certificação da qualidade.

O CONMETRO recebe assessoramento técnico dos seguintes comitês técnicos: CBAC (Comitê Brasileiro de Avaliação da Conformidade); CBM (Comitê Brasileiro de Metrologia); CBN (Comitê Brasileiro de Normalização); CBTC (Comitê de Coordenação de Barreiras Técnicas ao Comércio); CCAB (Comitê Codex Alimentarius do Brasil) (INMETRO, 2004-b). Também recebe assessoramento do técnico, segundo Dutra (2006), do novo CBR (Comitê Brasileiro de Regulamentação). O INMETRO, seus laboratórios, suas atividades e os laboratórios designados são tratados na seção desta 4.3.2 tese.

A direita da Figura 23 tem-se outros organismos, que não fazem parte da estrutura formal do SINMETRO. São os Organismos de Certificação, Inspeção e Treinamento acreditados. Esses organismos têm competência técnica reconhecida, ou seja, são acreditados pelo INMETRO para realizar atividades relacionadas à avaliação da conformidade.

Têm-se ainda, os laboratórios de calibração e de ensaios acreditados, que são aqueles vinculados, respectivamente, a RBC (Rede Brasileira de Calibração) e que podem ser conhecidos em INMETRO (2006-b), a RBLE (Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio) e que podem ser conhecidos em INMETRO (2006-c). Esses laboratórios congregam competências técnicas e capacitação laboratorial. Atuam na calibração de padrões e de instrumentos de medição e na realização de ensaios que assegurem o fornecimento de serviços de metrologia confiáveis (CBM, 2003; INMETRO, 2004-b). A ABNT é o organismo brasileiro que atua na área da normalização, como tratado anteriormente.

Por fim, têm-se as redes metrológicas estaduais que são associações sem fins lucrativos de pessoas físicas, jurídicas e entidades de ensino para a promoção e desenvolvimento da metrologia em seu estado. Essas redes são comumente ligadas aos SEBRAE estaduais e às federações das indústrias dos estados. As redes têm como uma de suas finalidades estimular e promover a criação de redes de laboratórios de calibração e de ensaios estaduais, composta por laboratórios independentes e autônomos. Os estados brasileiros que possuem redes metrológicas em atuação são Alagoas; Amazonas; Bahia;

Ceará; Espírito Santo; Goiás; Minas Gerais; Pará; Paraíba; Paraná; Pernambuco; Piauí; Rio de Janeiro; Rio Grande do Norte; Rio Grande do Sul; Santa Catarina e São Paulo (RMRS, 2005).

#### **4.3.2 Institutos nacionais de metrologia**

Os institutos nacionais de metrologia (INM) são organismos da metrologia que atuam em âmbito nacional, ou seja, são organismos de metrologia dos países membros e associados da Convenção do Metro. Uma relação completa dos INM dos estados membros da Convenção do Metro e dos INM dos estados não-membros pode ser encontrada em BIPM (2006-b).

A representação nacional e internacional é uma das responsabilidades dos INM, pois a indústria mundial e as transações comerciais estão cada vez mais regulamentadas tecnicamente. Um exemplo da atuação dos INM e da importância desse tipo de responsabilidade é o Protocolo de Kyoto, um pré-requisito para esse tipo de negociação que visa a concordância mundial dos resultados das medições de emissão dos gases na atmosfera (QUINN; KOVALEVSKY, 2005).

Os INM, de acordo com CBM (2003), são instituições que idealmente estabelecem as inter-relações com os sistemas e instituições internacionais, regionais e estrangeiras, de metrologia primária. O INM de um país realiza o intercâmbio da metrologia entre a indústria e o governo.

##### **4.3.2.1 Institutos nacionais de metrologia estrangeiros**

De acordo com CBM (2003), uma característica predominante nos INM dos países industrializados é o fato de haver uma só instituição que concentra e supervisiona o conjunto das funções básicas da metrologia primária (científica e industrial) do país, fornecendo referências metrológicas confiáveis e de alta qualidade. Isso significa dizer que o INM detém a guarda dos padrões nacionais e, ainda, mantém, realiza, reproduz e dissemina as unidades de medida no país. Nenhum INM detém padrões e realiza unidades de todas as grandezas, Para tanto são necessários padrões confiáveis para o funcionamento normal da sociedade atual, que é bastante sofisticada tecnologicamente. Aquelas grandezas mais importantes para o comércio, indústria, saúde, etc. e que têm especial relevância econômica ou estratégica é que são objetos das referências nacionais nos INM. Grandezas de pouco impacto econômico ou estratégico para o país não requerem necessariamente disponibilidade de padronização no

INM, podendo a sua rastreabilidade ser obtida através de um INM estrangeiro ou mesmo de um laboratório acreditado, no país ou no exterior, cujo padrão tenha sido rastreado ao exterior. Esse aspecto é importante de ser considerado, devido, por um lado, ao grande número de grandezas que necessitam de rastreabilidade comprovada e, por outro lado, à facilidade de acesso à rastreabilidade em organismos estrangeiros, principalmente laboratórios acreditados e com padrões rastreados aos seus INM.

Outra característica predominante, segundo o CBM (2003), é que além da tarefa de prestação de serviço de metrologia primária, os INM das nações desenvolvidas atuam como instrumento de políticas públicas, principalmente nas áreas de indústria e comércio exterior, na ciência e tecnologia, na saúde, no meio ambiente e na defesa da cidadania, comprometidos com o desenvolvimento da indústria nacional. Para tanto, os INM devem ser capazes de ter visão prospectiva e abrangente sobre os fatores sócio-econômicos e científicos, de seus reflexos sobre a metrologia; ter alta capacitação para a pesquisa científica; ter vinculação com as políticas governamentais, sobretudo àquelas relativas à indústria, ciência e tecnologia, exportação, saúde, meio ambiente e defesa da cidadania; ter parcerias com o setor produtivo; ter capacidade para o monitoramento e a supervisão das ações metrológicas nacionais e ter capacidade de inserção internacional.

Nos países industrializados, observa-se um alto grau de centralização da metrologia científica, em uma única ou em poucas instituições, com alta competência científica e grande inserção no cenário internacional. Essa característica tem sido considerada como uma condição fundamental para a maior eficiência e melhor gestão da metrologia do país, além de constituir um requisito básico para a proteção dos interesses do país e das empresas nacionais. É o que se constata, por exemplo, na Alemanha, nos Estados Unidos e no Reino Unido (CBM, 2003).

O INM pode designar outros institutos no país para certa área de atividade, mas, em geral, quando isso ocorre é para um número reduzido de instituições, caracterizadas por atuação nacional, grande comprometimento com a metrologia como missão prioritária da instituição, bem como, grande competência e reconhecimento científico (CBM, 2003).

#### **4.3.2.2 Instituto nacional de metrologia brasileiro**

O instituto nacional de metrologia brasileiro é o INMETRO que, de acordo com o Manual do Sistema da Qualidade (2004-a, p. 4), é caracterizado como:

Autarquia federal criada pela Lei nº 5.966, de 11/12/1973 e complementada pela Lei nº 9.933, de 20/12/1999, é o órgão Executivo Central do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – SINMETRO. Com base no Decreto nº 4.630, de 21/03/2003, que aprova a Estrutura Regimental do INMETRO, tem por finalidade:

- a) executar as políticas nacionais de metrologia e da qualidade;
- b) verificar a observância das normas técnicas e legais, no que se refere às unidades de medida, métodos de medição, medidas materializadas, instrumentos de medição e produtos pré-medidos;
- c) manter e conservar os padrões das unidades de medida, assim como implantar e manter a cadeia de rastreabilidade dos padrões das unidades de medida no País, de forma a torná-la harmônica internamente e compatíveis no plano internacional, visando, em nível primário, a sua aceitação universal e, em nível secundário, a sua utilização como suporte ao setor produtivo, com vistas à qualidade de bens e serviços;
- d) fortalecer a participação do País nas atividades internacionais relacionadas com metrologia e qualidade, além de promover o intercâmbio com entidades e organismos estrangeiros e internacionais;
- e) prestar suporte técnico e administrativo ao CONMETRO, bem assim aos seus comitês de assessoramento, atuando como sua Secretaria Executiva;
- f) fomentar a utilização da técnica de gestão da qualidade nas empresas brasileiras;
- g) planejar e executar as atividades de acreditação de laboratórios de calibração e de ensaios, de provedores de ensaios de proficiência, de organismos de certificação, de inspeção, de treinamento e de outros, necessários ao desenvolvimento da infraestrutura de serviços tecnológicos no País; e
- h) coordenar, no âmbito do SINMETRO, a avaliação da conformidade compulsória e voluntária de produtos, de processos, de serviços e a certificação voluntária de pessoal.

A resolução nº 3 do CONMETRO, de 23/07/2002, confirmou o INMETRO como “Instituto Nacional de Metrologia, à semelhança de outros países que possuem órgãos com essa mesma finalidade, sendo essa uma expressão internacionalmente consagrada”. O CONMETRO, nessa resolução, autoriza o INMETRO à “celebrar convênios com instituições que disponham de laboratórios qualificados, visando sua atuação transitória, como referência metrológica nacional, na padronização de certas grandezas”.

O INMETRO tem designados dois laboratórios: a Divisão de Serviço da Hora, do Observatório Nacional (DSH/ON) e o Laboratório Nacional de Metrologia das Radiações Ionizantes (LNMRI) do Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD) (INMETRO, 2004-c). O LNMRI, vinculado ao IRD da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) e 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 atividades para as várias

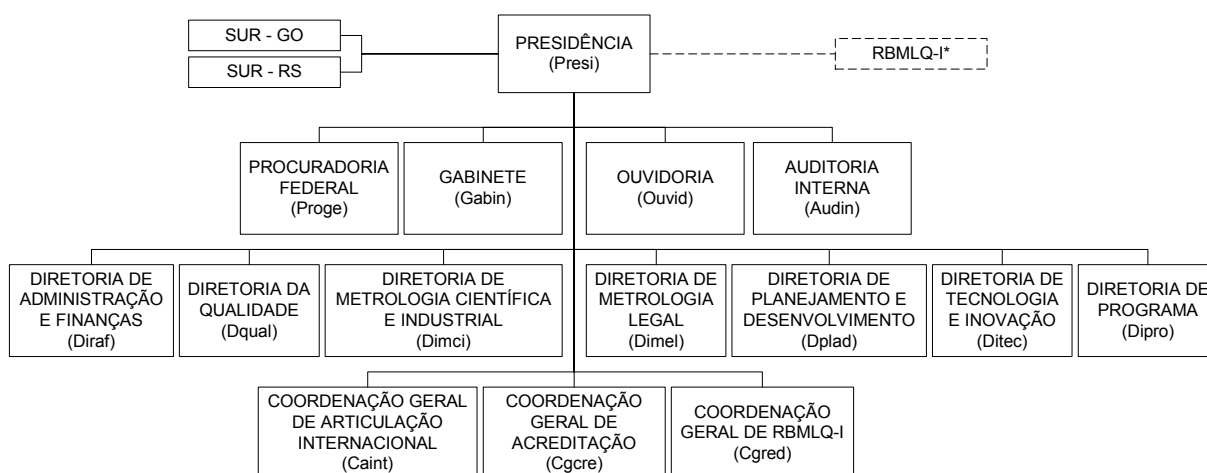
aplicações das radiações ionizantes na indústria, na medicina e em outros campos. O LNMRI integra, desde 1976, a Rede de Laboratórios de Dosimetria Padrão Secundário (SSDL *Network*) da Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA) e da Organização Mundial da Saúde (OMS) (CBM, 2003). Ainda no tempo do Império, e confirmado por lei específica em 1913, a Divisão Serviço da Hora do Observatório Nacional, hoje vinculado ao Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), gera, conserva e dissemina a Hora Legal Brasileira a todo o território nacional (INMETRO, 2005-h).

O INMETRO assume a responsabilidade sobre aquelas referências nacionais consideradas fundamentais para o desenvolvimento nacional e de grande relevância internacional. O INMETRO, juntamente com os Laboratórios Designados, não tem pretensão de dispor de todas as referências possíveis. As demais referências podem ser deixadas à rede de laboratórios acreditados, que garante a rastreabilidade com alto grau de confiabilidade. Outras grandezas, de pouca utilização ou de menor relevância estratégica, podem ter sua rastreabilidade assegurada diretamente de laboratórios do exterior. Os laboratórios acreditados pelo INMETRO estabelecem o vínculo com as unidades do Sistema Internacional de unidades, através da utilização de padrões de referência metrológicas rastreáveis aos padrões nacionais que, por sua vez, são inter-comparados com os padrões internacionais (CBM, 2003).

Além dos laboratórios pertencentes às redes de laboratórios acreditados pelo INMETRO, existem aqueles laboratórios vinculados a outras redes e instituições metrológicas. Esses laboratórios são avaliados por critérios formais, a exemplo da Rede Brasileira de Laboratórios Analíticos em Saúde (REBLAS), no âmbito do Ministério da Saúde. Avaliações desse tipo ainda acontecem através das redes metrológicas estaduais, das Fundações Estaduais de Proteção Ambiental (FEPAM), da Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), da Agência Nacional do Petróleo (ANP) e da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA), que não possuem reconhecimento internacional. Por fim, fora do contexto acima descrito, existe um universo de laboratórios de serviços, ensino e pesquisa e desenvolvimento, alguns deles organizados em associações ou atuando isoladamente (CBM, 2003).

O INMETRO, como instituto nacional de metrologia brasileiro, atua em diferentes áreas. Essa atuação diversa ocorre para o pleno atendimento de suas finalidades. De maneira a possibilitar sua atuação nas diversas áreas, o INMETRO possui estrutura organizacional apresentada na Figura 24.





\* Composta por 27 IPEM (Instituto de Pesos e Medidas: Órgão Delegado via convênio)

Figura 24 - Organograma do INMETRO  
[Fonte: adaptada de INMETRO (2006)]

As áreas de atuação do INMETRO são: metrologia científica e industrial, metrologia legal, avaliação da conformidade, informação tecnológica, barreiras técnicas ao comércio e apoio ao comércio exterior e, por fim, educação para metrologia e qualidade (INMETRO, 2004-a). Cada área de atuação tem seus respectivos responsáveis, conforme é mostrado no texto a seguir. Estes responsáveis são setores do INMETRO que fazem parte da estrutura mostrada na Figura 24.

**Metrologia Científica e Industrial:** essa área trata da guarda, da realização ou reprodução e da manutenção dos padrões nacionais das unidades de medida e, também, sua disseminação. Serve como base para as áreas de metrologia legal, da avaliação da conformidade e da acreditação. Dessa forma, trata da organização e desenvolvimento de padrões de medida e sua manutenção nos níveis mais elevados e, ainda, assegura o adequado funcionamento dos instrumentos de medição usados na indústria, bem como, na produção e nos ensaios. Desenvolve pesquisas científicas e tecnológicas visando a melhoria da competitividade da indústria brasileira no que diz respeito à metrologia. Essa área é atendida pelos laboratórios do INMETRO, localizados no campus de Xerém/RJ, pelos laboratórios designados e pelos laboratórios pertencentes à RBC e à RBLE. Os laboratórios de Xerém fazem parte da Diretoria de Metrologia Científica e Industrial do INMETRO (DIMCI).

**Metrologia Legal:** essa área trata do controle metrológico aplicado nos instrumentos de medição utilizados na indústria, no comércio, na saúde, no meio ambiente e em produtos pré-medidos. Essa área da metrologia se refere às exigências legais, técnicas e administrativas

relativas às unidades de medidas, aos instrumentos de medir e às medidas materializadas. Objetiva, fundamentalmente, as transações comerciais, em que as medições são extremamente relevantes, no tocante aos aspectos de exatidão e lealdade. Essa área é atendida pela Diretoria de Metrologia Legal do INMETRO (DIMEL).

**Avaliação da conformidade:** essa área trata da prospecção, estudo de viabilidade, desenvolvimento, implantação e acompanhamento de programas de avaliação da conformidade. Dentre os campos de aplicação podem ser incluídos a certificação, a declaração do fornecedor, a etiquetagem e a inspeção, bem como, a promoção de ações voltadas para a fiscalização e a verificação da conformidade de produtos e serviços e, ainda, a informação e a orientação à sociedade a respeito dos assuntos ligados à avaliação da conformidade. Essa área é atendida pela Diretoria da Qualidade do INMETRO (DQUAL).

**Acreditação:** essa área trata do reconhecimento formal da competência técnica de organismos que atuam na certificação, treinamento, inspeção, verificação de desempenho e/ou como provedor de EP, bem como, de laboratórios para a realização de ensaios e/ou calibração. O INMETRO é o órgão nacionalmente reconhecido para acreditar entidades públicas ou privadas para execução de atividades de sua competência. Essa área é atendida pela Coordenação Geral de Credenciamento do INMETRO (CGCRE).

**Informação tecnológica:** essa área trata de captar, organizar, gerenciar e disseminar as informações tecnológicas em metrologia e qualidade para atender as necessidades e expectativas dos setores produtivos, especialmente às pequenas e médias empresas, de pesquisa e desenvolvimento e dos cidadãos, bem como, da preservação e difusão da memória técnica do INMETRO. Essa área é atendida pela Coordenação Geral de Planejamento do INMETRO (CPLAN).

**Barreiras técnicas ao comércio e apoio ao comércio exterior:** Essa área trata da coordenação das negociações voltadas para a identificação e eliminação de barreiras técnicas às exportações, bem como, da remessa à OMC (Organização Mundial do Comércio), das notificações sobre projetos de regulamentos técnicos e regulamentos de avaliação da conformidade brasileiros. Trata, ainda, da disseminação das notificações alusivas aos regulamentos, elaborados pelos países membros da referida organização, exercendo a função de ponto focal. Essa área é atendida pela Coordenação Geral de Articulação Internacional do INMETRO (CAINT).

**Educação para metrologia e qualidade:** essa área trata de prover os profissionais dos setores produtivos, especialmente os que atuam nas pequenas e médias empresas, os organismos educacionais e de desenvolvimento tecnológico, os consumidores e formadores de

opinião, de programas educacionais e informativos nas áreas de metrologia e qualidade. Cada uma das diretorias do INMETRO (Metrologia Científica e Industrial, Metrologia Legal, Qualidade e Administração e Finanças), dentro de sua área específica, atua em educação para metrologia e qualidade.

#### **4.3.3 Organismos regionais de metrologia**

Outros organismos com participação na subestrutura da metrologia científica e industrial são as organizações regionais de metrologia (ORM). Nas últimas duas décadas o número de atividades realizadas pelos INM tem aumentado a ponto de ser cada vez mais difícil desenvolver todas as pesquisas, a fim de manter os padrões e melhorias necessárias. Em virtude dessa situação, os INM têm procurado dirigir seus esforços para eliminar atividades desnecessárias e realizar cooperações em pesquisa. Para auxiliar os INM foram criadas as ORM, as quais incluem os INM dos países da região onde atua, sendo ou não eles membros da Convenção do Metro (EUROMET, 2004-a).

As ORM têm atuado para aumentar o consenso da metrologia e, ao mesmo tempo, encorajar países pequenos a formar seus INM. Elas também são responsáveis, desde 1999, por conduzir e implementar o acordo de reconhecimento mútuo do CIPM em suas regiões. Cada ORM assume a responsabilidade pela rastreabilidade e comparabilidade de sua região, bem como, coordena as políticas em relação ao acordo de reconhecimento mútuo do CIPM (EUROMET, 2004-b).

De acordo com NIST (2004), as ORM em atuação atualmente são cinco: a APMP (Ásia Pacific Programme), a COOMET (Euro-Asian Cooperation of National Metrological Institutions), a EUROMET (European Collaboration in Measurement Standards), o SIM (Sistema Interamericano de Metrologia) e a SADC MET (Southern African Development Community Cooperation in Measurement Traceability). O Brasil, através do INMETRO, faz parte do SIM.

Como pode ser visto em APMP (2004), COOMET (2004), SIM (2004) e SADC MET (2004), as ORM buscam promoção internacional, principalmente na região em que estão situadas, e cooperação com as outras ORM em assuntos de metrologia.

Além dos objetivos acima citados, as ORM proporcionam para seus membros diversas vantagens. Dentre as principais podem ser citadas: reconhecimento internacional de sua capacidade de medição, acesso aos mais novos desenvolvimentos na área de metrologia, participação em comparações para assegurar coerência de medidas, eliminação de barreiras

técnicas em comércio internacional, manutenção da rastreabilidade continuada dos padrões de medida ao SI e harmonização da legislação relacionada aos padrões de medida nacionais.

O NIST (2004) relaciona como uma das organizações regionais de metrologia a MENAMET (Middle East and Northern Africa Metrology Organization). Essa ORM incluiria Turquia, Israel, Egito e alguns países da Magreban (norte da África). Entretanto, essa ORM está atualmente inativa. Os membros da inativa Menamet, que são signatários do MRA do CIPM, participam através de outras organizações regionais de metrologia.

#### **4.3.4 Comitês Consultivos e Comitês Conjuntos**

Ainda na subestrutura da metrologia científica e industrial, existem os Comitês Consultivos (CC), estabelecidos pelo CIPM. Os CC, juntamente com especialistas de áreas específicas, orientam o CIPM em assuntos científicos e técnicos. Dentre as áreas de atuação dos CC podem-se citar os avanços da física, que diretamente influenciam a metrologia; a preparação de recomendações para discussão pelo CIPM; a identificação, o planejamento e a execução das comparações chave e a orientação em trabalhos específicos para os laboratórios do BIPM (BIPM, 2004-h).

De acordo com BIPM (2004-h), os comitês consultivos do CIPM são compostos por membros e por observadores oficiais. Além disso, são organizados em grupos de trabalho para realizar suas atividades. Os organismos participantes dos CC e seus relacionamentos são mostrados no Apêndice C. Na coluna da esquerda estão os organismos participantes dos CC que têm articulação internacional, na coluna central aqueles que têm articulação regional ou nacional e na coluna da direita, os organismos da articulação brasileira.

São convidados a fazer parte dos comitês consultivos do CIPM laboratórios reconhecidos internacionalmente como especialistas na área (BIPM, 2005-k). Esse requisito normalmente é atendido por laboratórios nacionais responsáveis por estabelecer os padrões nacionais da área, ou seja, laboratórios que tenham participação em pesquisas e publicações na área e que demonstraram competência na participação de comparações chave. A participação do Brasil nos comitês consultivos como membro se dá no CCAUV (CC em Acústica e Vibrações), através do INMETRO, e no CCRI II (CC em Radiações Ionizantes - dosimetria) e CCRI III (CC em Radiações Ionizantes - nêutrons), através do LNMRI. O Brasil ainda participa como observador oficial, através do INMETRO, no CCEM (CC em Eletricidade e Magnetismo) e no CCQM (CC em Quantidade de Matéria) e através do LNMRI no CCRI I (CC em Radiações Ionizantes - radionuclídeos) (BIPM, 2005-g; 2005-j).

Além dos comitês consultivos (CC), também existem os comitês conjuntos (CJ) entre o BIPM e outros organismos internacionais de metrologia para atividades específicas de interesse comum, ou seja, de interesse do BIPM e desses organismos internacionais na área da metrologia (BIPM, 2004-a; 2005-c; 2005-d; 2005-e; 2005-f).

A participação do Brasil nos comitês conjuntos se dá apenas de forma indireta, ou seja, organismos brasileiros não fazem parte dos comitês, mas o Brasil se faz representar através de outros organismos dos quais é membro. A composição e o relacionamento dos comitês conjuntos são mostrados na Figura 25.

Comitê conjunto para coordenação da assistência em metrologia aos países em desenvolvimento - JCDCMAS (Joint Committee on Coordination of Assistance to Developing Countries in Metrology, Accreditation and Standardization): busca reunir todos os organismos especialistas na área que operam em nível global, promovendo a metrologia, a acreditação e a normalização como ferramentas para o desenvolvimento econômico sustentável dos países.

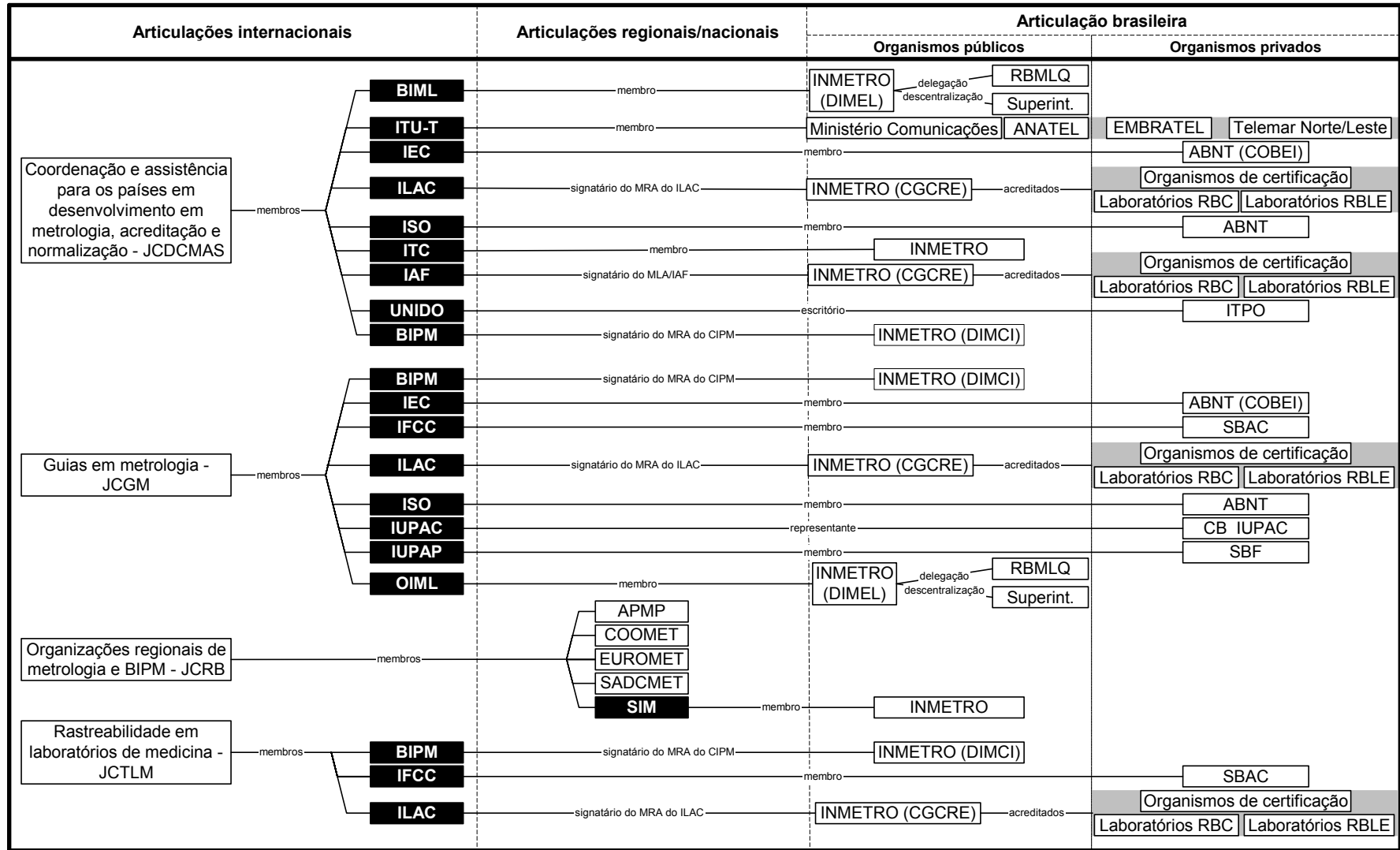
Comitê conjunto para guias em metrologia - JCGM (Joint Committee for Guides in Metrology): promove o uso do Guia para expressão da incerteza de medição, preparando guias suplementares para ampliação de sua aplicação; revisa e promove o uso do Vocabulário Internacional de termos fundamentais e gerais de Metrologia.

Comitê conjunto para as organizações regionais de metrologia e o BIPM - JCRB (Joint Committee of the Regional Metrology Organizations and the BIPM): dá suporte à implementação da segunda parte do MRA do CIPM, que trata dos padrões nacionais de medição e dos certificados de medição emitidos pelos institutos nacionais de metrologia, gerencia as revisões das capacidades de medição e de calibração dos INM, CMC (Calibration and Measurement Capabilities), bem como, do desenvolvimento da política para a operação do MRA do CIPM, assistindo, dessa forma, os organismos regionais de metrologia e o CIPM.

Comitê conjunto para rastreabilidade em laboratórios de medicina - JCTLM (Joint Committee for Traceability in Laboratory Medicine): promove e fornece guias para reconhecimento, aceitação internacional e para rastreabilidade das medições realizadas em laboratórios de medicina.

Por fim, na subestrutura da metrologia científica e industrial, têm-se organismos internacionais, que não fazem parte da Convenção do Metro, mas atuam na área. São eles a IMEKO (International Measurement Confederation) e a NCSLI (National Conference of Standards Laboratories International).

Figura 25 - Composição dos Comitês Conjuntos do CIPM  
 [Fonte: elaborada pela autora]



A IMEKO é uma organização não governamental que possui atualmente 36 organismos membros. Objetiva promover a troca internacional de informações técnicas e científicas nos campos da medição e da instrumentação. Trabalha para o aumento da cooperação internacional entre cientistas e engenheiros da pesquisa e da indústria (IMEKO, 2006). A organização brasileira que participa do IMEKO é a SBM (Sociedade Brasileira de Metrologia).

A NCSLI objetiva promover esforços de cooperação pra resolver problemas comuns relacionados aos laboratórios de medição. Possui diversos tipos de membros como organismos governamentais, universidades, associações de profissionais, comerciais e industriais que têm interesse na ciência da medição e suas aplicações em pesquisa, desenvolvimento, educação e comércio (NCSLI, 2006-a). Participam da NCSLI os organismos brasileiros INMETRO, SBM (Sociedade Brasileira de Metrologia) e Furnas, conforme informado por NCSLI (2006-b). Não foi possível obter informações no *web site* da NCSLI sobre os outros membros do organismo.

Nessa seção, que fecha o capítulo 4, foi possível conhecer a subestrutura dos organismos que realizam a função de fornecer confiança às medições, através da metrologia científica e industrial. Todas as três subestruturas descritas são reunidas na Figura 26. Nessa figura são agregados os organismos internacionais, os organismos regionais relacionados com o Brasil e os organismos nacionais (do Brasil e de países de destaque) da metrologia científica e industrial.

Utilizando a Figura 26, é possível observar o inter-relacionamento entre as três subestruturas, ou seja, os organismos que executam as três funções do processo de fornecer confiança às medições. Esse processo não acontece de forma linear, pelo contrário, todas as três funções podem acontecer ao mesmo tempo. Como a Figura 26 apresenta apenas alguns organismos que compõem a estrutura global que fornece confiança às medições, foi construída uma representação da estrutura global que comporta todos os organismos de todas as subestruturas, e essa representação se encontra no Apêndice D desta tese.

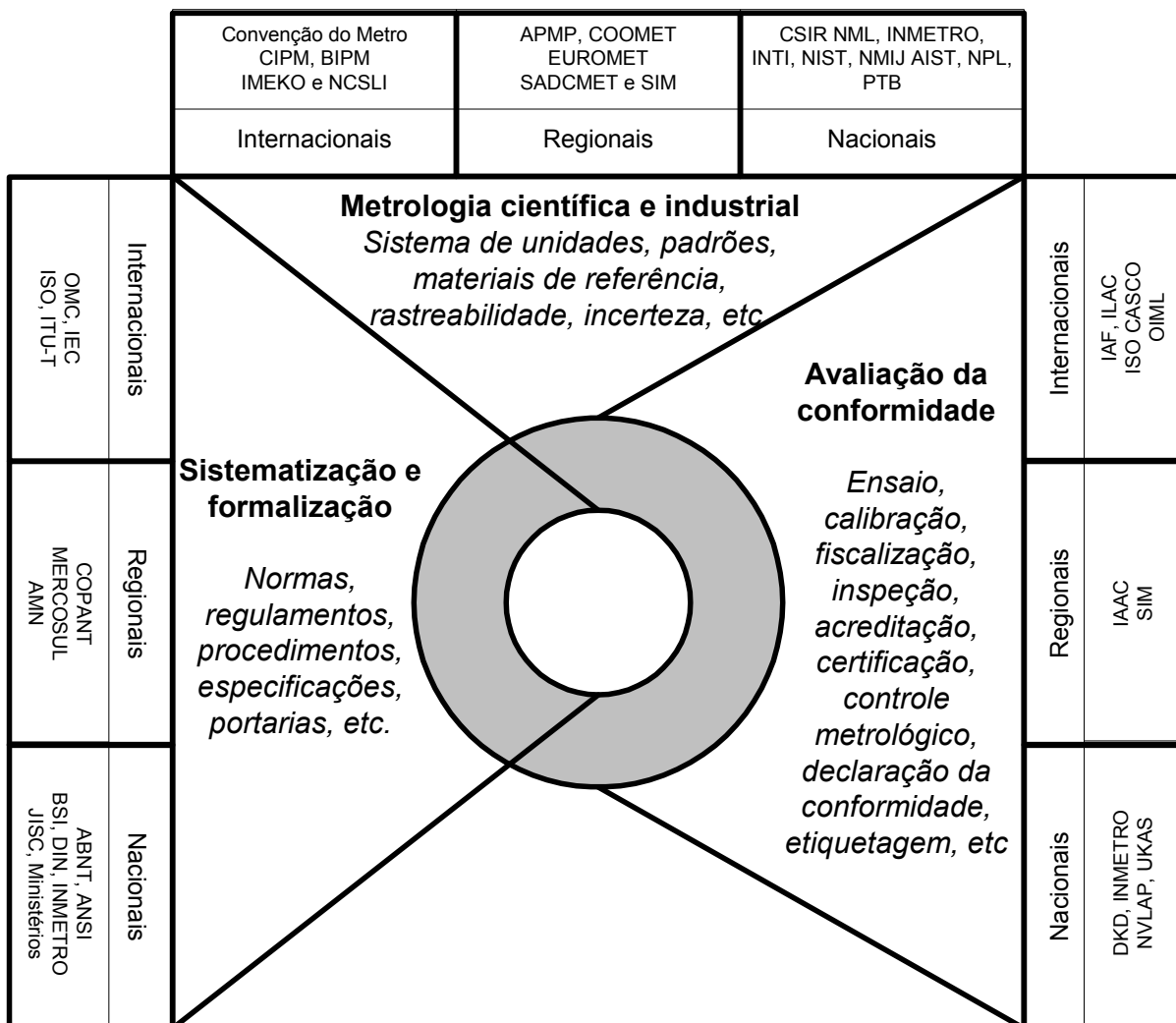


Figura 26 - Representação macro da estrutura global no processo de fornecer confiança às medições  
[Fonte: elaborada pela autora]



## **5 ANÁLISE DO MAPEAMENTO DA ESTRUTURA GLOBAL QUE FORNECE CONFIANÇA ÀS MEDIÇÕES**

A análise do mapeamento da estrutura global que fornece confiança às medições é apresentada nesse capítulo. Inicialmente, são apresentadas as entrevistas individuais com os especialistas; na seqüência, é apresentada a análise estatística da inserção dos organismos brasileiros na estrutura e, por fim, é apresentada uma análise da tendência da estrutura global que fornece confiança às medições.

### **5.1 ENTREVISTAS COM ESPECIALISTAS**

Com o objetivo de buscar consenso para o mapeamento realizado nesse trabalho, foram realizadas entrevistas individuais semi-estruturadas com especialistas das áreas relacionadas ao mapeamento da estrutura global que fornece confiança às medições. As informações coletadas nas entrevistas foram anexadas ao mapeamento, desde que fossem pertinentes. O mapeamento das subestruturas, apresentado no capítulo 4, já contempla as colocações dos especialistas. Os entrevistados autorizaram a publicação das entrevistas verbalmente e via e-mail.

De acordo com Ribeiro e Milan (2004), as entrevistas individuais consistem num método para coleta de dados qualitativos e têm sido consideradas entre os principais métodos de coleta de dados de pesquisas qualitativas. Nas entrevistas individuais, entrevistador e entrevistado ficam frente a frente, oportunizando, dessa forma, explorar em profundidade o objeto da pesquisa.

As entrevistas individuais podem ser conduzidas de forma semi-estruturada e não estruturada. Na primeira forma de condução, existe um roteiro básico, na qual o entrevistador pode acrescentar perguntas de esclarecimento. Na segunda forma de condução das entrevistas individuais, o objeto da pesquisa é explicado e, a partir daí, entrevistado e entrevistador vão conduzindo o diálogo (LAVILLE e DIONNE, 1999; RIBEIRO; MILAN, 2004).

Como as entrevistas individuais têm uma abordagem qualitativa, o grupo de pessoas escolhido não precisa ser estatisticamente representativo da população, mas deve poder fornecer informações úteis a respeito dela. Para tanto, Ribeiro e Milan (2004) sugerem

estratificar a população e escolher indivíduos que representem e conheçam esses estratos. O número de entrevistados não deve ser grande e nem precisa ser definido *a priori*, mas deve ser controlado pelo fluxo de informações recebidas.

Os entrevistados para a validação do mapeamento da estrutura global que fornece confiança às medições, fazem parte de organismos e têm conhecimento em algumas das áreas do mapeamento. Estas informações são apresentadas na Figura 27. Para selecionar os especialistas, foi levado em consideração o conhecimento nas áreas da metrologia abrangidas do mapeamento e a disponibilidade em realizar as entrevistas.

<b>Organização que representa</b>	<b>Área de maior conhecimento do entrevistado</b>
INMETRO	Articulação internacional da metrologia
INMETRO	Avaliação da Conformidade
LABELO	Avaliação da Conformidade
INMETRO	Metrologia Científica e Industrial
INMETRO	Metrologia Científica e Industrial
INMETRO	Metrologia Legal
Rede Metrológica RS	Normalização e regulamentação
INMETRO	Metrologia Científica e Industrial

Figura 27 - Organismo que o especialista representa e sua área de conhecimento  
[Fonte: elaborada pela autora]

O convite aos especialistas aconteceu através de contato telefônico e correio eletrônico. Nesse momento, houve uma explicação do propósito da entrevista aos futuros entrevistados. A realização das entrevistas foi composta de duas partes. A primeira, introdutória, na qual foram feitos os agradecimentos iniciais aos entrevistados, em função da disponibilidade da realização da entrevista e, ainda nessa primeira fase, foi solicitada a autorização da publicação da entrevista através de resumo enviado via e-mail. Na segunda parte da entrevista, foram realizados questionamentos que abrangiam os seguintes assuntos:

- a) os organismos apresentados no mapeamento, nos níveis internacional, regional, nacional e brasileiro estão corretos?
- b) as relações entre esses organismos estão corretas?
- c) há organismos que existem e não foram citados? Onde eles se encaixam? Como é a relação desses organismos?
- d) há organismos que não existem, mas deveriam existir?
- e) há relações que não existem ou são fracas e deveriam existir ou ser reforçadas?

- f) a respeito da construção de um mapeamento como o apresentado: O entrevistado considera a construção desse mapeamento relevante? Onde ele pode ou deve ser aplicado? Quais seriam os exemplos práticos da contribuição do mapeamento?

Durante a condução da entrevista, foi possível perceber que a grande parte dos entrevistados não tem o conhecimento total da estrutura global que fornece confiança às medições. Isso é bastante natural, devido ao fato de que o processo de fornecer confiança às medições envolve diferentes e abrangentes áreas do conhecimento. Dessa forma, torna-se difícil para uma pessoa, que atua em uma determinada área, ter um conhecimento profundo das outras. Todos os entrevistados identificaram no mapeamento da estrutura global que fornece confiança às medições, uma poderosa ferramenta para tomada de decisão. Em uma maior ou menor medida, em algumas áreas, a tomada de decisão será auxiliada pelo mapeamento, mesmo que apenas como orientação.

Também foi possível perceber nas entrevistas que o conhecimento da estrutura está na mente das pessoas, de uma maneira informal. A descrição do mapeamento aqui apresentada é um dos primeiros registros dessa estrutura global em um único documento. Essas constatações vieram a reforçar a necessidade da elaboração do mapeamento da estrutura global, consolidando todo o conhecimento disperso entre os especialistas e as bases de dados.

A partir dos questionamentos realizados na entrevista individual, foi elaborado um resumo das principais colocações de cada especialista. Esse resumo é apresentado no Apêndice C. As contribuições dos especialistas, sugeridas na etapa de validação, que foram incorporadas na estrutura global, são: dar maior destaque aos organismos de normalização mais importantes, com mais atuação (IEC, ISO e ITU); a ANATEL deve se relacionar com a IUT-T; devem ser relacionados os organismos acreditados pelo INMETRO para realizar avaliação da conformidade (por exemplo, as certificadoras de sistemas de gestão); a RBC e RBLE devem aparecer ligadas ao INMETRO, pois são as redes de laboratórios de calibração e de ensaio; os IPEM fazem parte da RBMLQ e são ligados ao governo de cada estado, são uma delegação do INMETRO para o estado realizar a fiscalização metrológica. Em alguns estados como o RS e GO, não existe IPEM e sim uma superintendência do INMETRO; os Escritórios Regionais do INMETRO passaram a ser designados como Superintendências pela nova estrutura organizacional; colocar os organismos de normalização nacionais mais importantes (ASTM, ANSI, DIN, BSI); o Brasil tem reconhecimento do seu sistema de acreditação da EA através do INMETRO (CGCRE); acrescentar as instituições que não são ligadas a Convenção do Metro, a NCSLI e o IMEKO; usar como tradução da expressão em inglês *liaison* a palavra em português 'conexão'; o INMETRO é membro da OIML, mas não

assina o acordo de reconhecimento mútuo da OIML; a forma com que a avaliação da conformidade se realiza, é baseada na forma utilizada pela metrologia legal, na qual a avaliação da conformidade é chamada de apreciação de modelo e é realizada, no Brasil, com base em regulamentos técnicos; na subestrutura da avaliação da conformidade pode ser acrescentada a OIML; não é necessário colocar as subdivisões do SIM no mapeamento já que essas existem para facilitar os agrupamentos dos países.

## **5.2 ANÁLISE DA INSERÇÃO BRASILEIRA NA ESTRUTURA GLOBAL QUE FORNECE CONFIANÇA ÀS MEDIÇÕES**

O conhecimento do mapeamento da estrutura global que fornece confiança às medições, auxilia no posicionamento estratégico dos organismos envolvidos com o processo. Essa é uma estrutura dinâmica, portanto, torna-se evidente a necessidade de realizar atualizações constantes para mantê-la atualizada.

Com o objetivo de analisar a inserção brasileira na estrutura global que fornece confiança às medições, foi realizada uma análise estatística. Foram realizadas quatro análises, sendo três delas referentes às diferentes funções do processo: sistematização e formalização, avaliação da conformidade e metrologia científica e industrial. A quarta análise contemplou separadamente os organismos que atuam nos Comitês Consultivos do CIPM da metrologia científica e industrial. Os Comitês Consultivos, nesta tese, fazem parte da metrologia científica e industrial. No entanto a análise foi realizada em separado, pois participam desses comitês apenas os países com maior desenvolvimento tecnológico em metrologia científica.

Para realizar a análise dos dados foi utilizada a técnica estatística análise de correspondência, conforme colocado no capítulo 1. Através da análise de correspondência foi possível examinar as relações entre os organismos que atuam na estrutura global que fornece confiança às medições, e a relação entre os países que participam desses organismos. Essa análise foi realizada com o auxílio do software SPSS versão 13.0. A preparação dos dados para a análise envolve a criação de tabelas de contingência, que relacionam os países (representados como linha), e os principais organismos internacionais (representados como colunas). As tabelas de contingência são apresentadas nos Apêndices F, H, J e L. As entradas individuais de cada tabela de contingência são o número de vezes que cada país tem

representação em determinado organismo internacional. Dessa forma, frequências inteiras são distribuídas a cada país ao longo da tabela.

De acordo com Hair et al. (2005), a análise de correspondência faz o cálculo do qui-quadrado. Segundo os autores, o qui-quadrado é uma medida padronizada de frequências reais das células comparadas com frequências esperadas das células. Essa análise se baseia na transformação do valor qui-quadrado em uma medida de similaridade, e posteriormente, em uma medida de distância métrica. Medidas de distância métrica com valores positivos elevados indicam um elevado grau de 'correspondência' entre o país e o organismo. Conseqüentemente, valores negativos têm a interpretação oposta. Por fim, pode-se construir o mapa perceptual de maneira que seja possível visualizar as proximidades entre países e organismos. O mapa perceptual tem no eixo *X* a Dimensão 1 e no eixo *Y* a Dimensão 2. As Dimensões 1 e 2 são as medidas de associação criadas pela análise de correspondência. Os valores das distâncias métricas calculados pelo SPSS para análise de correspondência são apresentados nos Apêndices G, I, K e M.

Para verificar a significância das associações, definidas pela análise de correspondência, poderia ser realizado o teste qui-quadrado. Isso não foi possível, visto que, esse teste parte do pressuposto que se deve ter pelo menos 5 observações em cada célula (SIEGEL; CASTELLAN, 2006), o que não é atendido com os dados da pesquisa.

Caso o resultado do teste de hipótese fosse positivo, poderia ser realizada a análise dos resíduos padronizados para auxiliar a definição dos grupos de países que têm comportamento similar. Como não foi possível realizar a análise dos resíduos, os agrupamentos formados pela análise de correspondência serão analisados pelo mapa perceptual e pela tabela de contingência da mesma forma como Hair et al. (2005) apresentam em seu trabalho.

A partir desse ponto, são discutidas as quatro análises realizadas. Para analisar a inserção brasileira nos organismos que atuam em sistematização e formalização, observou-se o mapa perceptual apresentado na Figura 28 e a tabela de contingência do Apêndice F. No mapa perceptual da Figura 28, os países foram agrupados para reduzir o número de pontos apresentados. Os grupos de países (GP) reuniram aqueles que tinham os valores das distâncias métricas das dimensões 1 e 2 iguais, conforme apresentado no Apêndice G. Esse agrupamento foi realizado também nos mapas perceptuais da avaliação da conformidade e da metrologia científica e industrial apresentados na Figura 29 e na Figura 30. Esses mapas perceptuais foram construídos com base nas tabelas apresentadas no Apêndice H e no Apêndice J, respectivamente. As duas linhas tracejadas, uma horizontal e outra vertical, no mapa

perceptual indicam o ponto zero de cada um dos eixos de coordenadas. Nas tabelas de contingência e nas tabelas dos valores das distancias métricas são identificados os países da América do Sul e América Latina com sombreado cinza, os estados parte do Mercosul com (\*) e os estados associados ao Mercosul com (\*\*).

Verifica-se, inicialmente, que a OMC e a ISO apresentam um número semelhante de participantes. A IEC apresenta um número pequeno de participantes e a ITU-T é o organismo com maior número de participantes. Essa afirmativa fica reforçada pela observação da tabela de contingência do Apêndice E na qual se percebe a diferença de membros participantes dos organismos citados. Conseqüentemente, estão fortemente associados a ITU-T, os países que possuem maior número de participantes nesse organismo, que é o caso dos EUA, do Japão, da Itália, da Alemanha, da França e do Canadá.

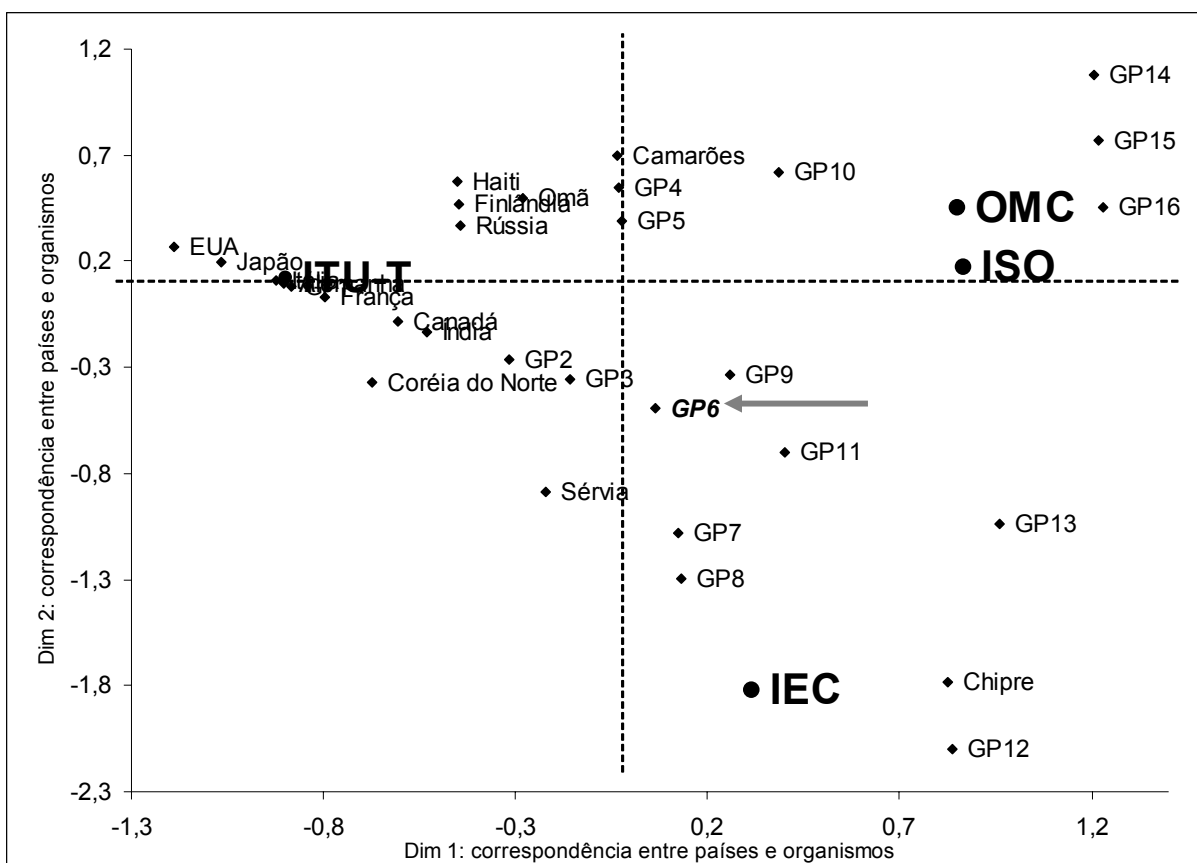


Figura 28 - Mapa perceptual dos países que participam dos organismos de sistematização e formalização com articulação internacional  
[Fonte: elaborada pela autora]

Outro número que pode ser observado, em relação aos organismos que atuam em sistematização e formalização, é o número de países que participam de cada um deles. Dos quatro organismos observados a ISO é o que tem maior número de países participantes,

seguida pela OMC, ITU-T e por fim a IEC. Com essa informação pode-se dizer que a preocupação dos países em participar de organismos de normalização internacionais como o da ISO é maior do que a preocupação dos países em participar de organismos de normalização internacionais como a OMC, apesar dele ser muito importante no quesito da inserção no comércio internacional.

O Brasil, identificado pela flecha na Figura 28, possui um número de participações relativamente equivalente nos quatro organismos. O Brasil tem uma participação igual a dos países do GP6 (Arábia Saudita, Brasil, Colômbia, Filipinas, Israel, Noruega, Paquistão, Suécia, Turquia), ainda pode ser considerado similar aos países do GP3 (Espanha, Indonésia, Malásia, Polônia, Quênia, Suíça) e do GP9 (México, Nigéria, Singapura), visto que são países que estão próximos ao Brasil no mapa perceptual.

A participação brasileira nos organismos de normalização e regulamentação (que realizam a função de sistematizar e formalizar) aparece distante daqueles países com grandes representações. Isso ocorre, em parte, pelo fato de a IUT-T ter muitas empresas privadas participantes de países como os EUA e o Japão, sabidamente mais desenvolvidos nessa área. O Brasil pode ser considerado um país com uma boa participação nos organismos de normalização e regulamentação considerados nesse trabalho, visto que, tem representação em todos eles.

Observando a tabela de contingência do Apêndice F e focando nos países da América Latina pode-se perceber que, de um total de 30 países, o Brasil é o segundo país, juntamente com a Colômbia, em participações nesses organismos. O primeiro país da América Latina em participações é o México, com uma participação a mais do que o Brasil e do que a Colômbia.

Passando para a análise da inserção brasileira nos organismos que atuam em avaliação da conformidade, observou-se o mapa perceptual apresentado na Figura 29 e a tabela de contingência do Apêndice H.

Concentrando a análise inicialmente nos organismos, é possível verificar que o ILAC e o IAF têm um número semelhante de participantes. A ISO CASCO tem um número um pouco maior e a OIML é o organismo de avaliação da conformidade com maior número de participantes. O fato da OIML ser o organismo com maior número de participantes parece lógico devido a importância da metrologia legal nas relações comerciais entre os países que desejam que seus instrumentos de medição sejam aceitos internacionalmente. Analisando apenas o número de países participantes dos organismos, a relação de participação fica na ordem OIML, ISO CASCO, IAF e ILAC.

Continuando a análise, pode-se dizer que estão fortemente associados ao ILAC e ao IAF os países que têm maior participação nesses foro. São eles: GP2 (Alemanha, EUA), Japão, GP4 (Canadá, Itália), China, Coréia do Norte e Finlândia. Além dos países anteriormente citados, estão próximos do ILAC e do IAF, no mapa perceptual, os países que fazem parte do GP5 (Argentina, Áustria, Bélgica, Brasil, Dinamarca, Egito, Eslováquia, Espanha, França, Grécia, Holanda, Índia, Indonésia, Irlanda, Malásia, México, Noruega e Polônia).

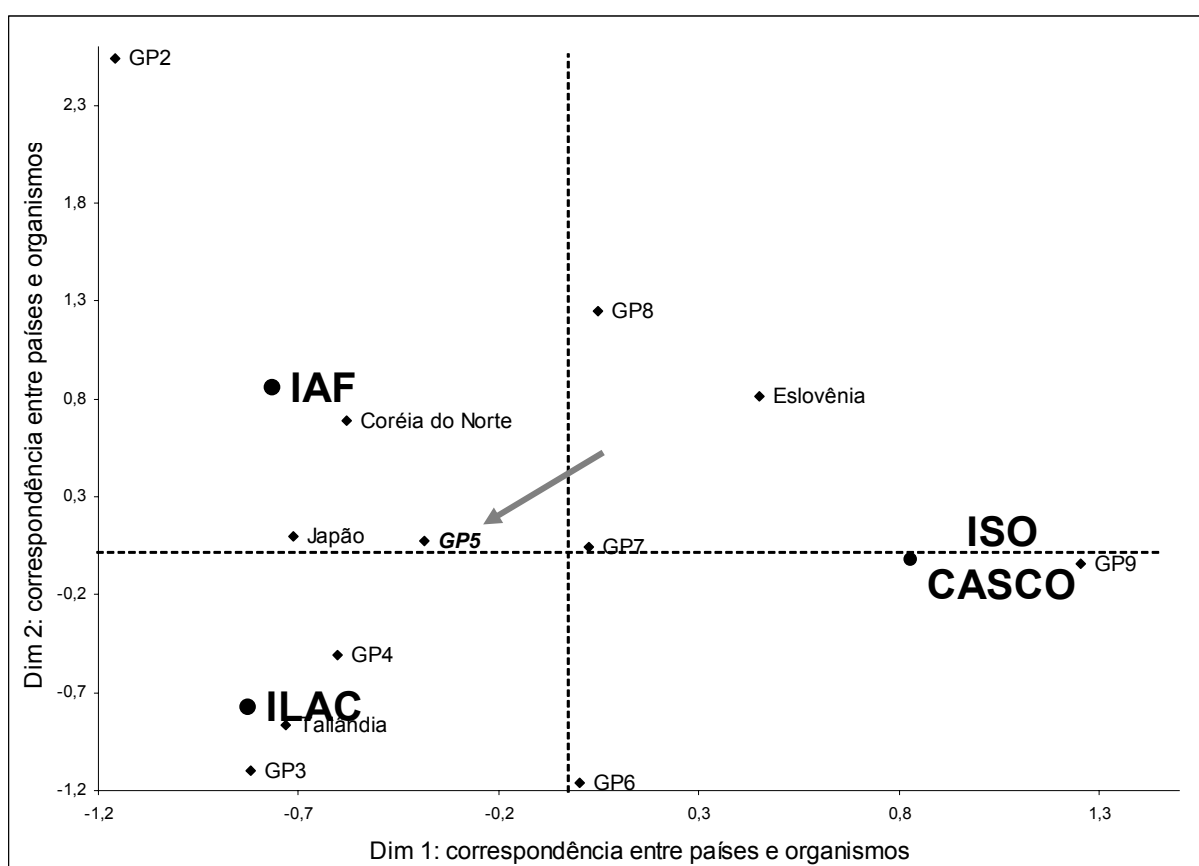


Figura 29 - Mapa perceptual dos países que participam dos organismos de avaliação da conformidade com articulação internacional  
[Fonte: elaborada pela autora]

Observando os 16 países da América Latina, que participam dos organismos de avaliação da conformidade, verifica-se que Argentina, Brasil e México (todos do GP5) têm um número equivalente de participações, sendo esses três, os países com maior participação da América Latina.

Novamente, na área da avaliação da conformidade, o Brasil tem participação igualitária nos quatro organismos, tendo um participante brasileiro em cada um deles. Na avaliação da conformidade não existe uma diferença tão grande de participações como foi o caso da sistematização e formalização, devida a ITU-T. Apesar do Brasil estar inserido em



todos os organismos internacionais de avaliação da conformidade. Theisen (2006), coloca que a atuação do país e da América Latina é muito deficitária nessa área. Seu histórico de atuação ou realização de avaliações da conformidade é de 5 ou 6 anos. As leis dessa área ainda não são todas exigidas, assim como em outros países mais desenvolvidos na área a exemplo dos EUA, Alemanha, Inglaterra, França e Itália.

A próxima análise é referente à inserção brasileira nos organismos que atuam em metrologia científica e industrial. Para tanto, observou-se o mapa perceptual apresentado na Figura 30 e a tabela de contingência do Apêndice J.

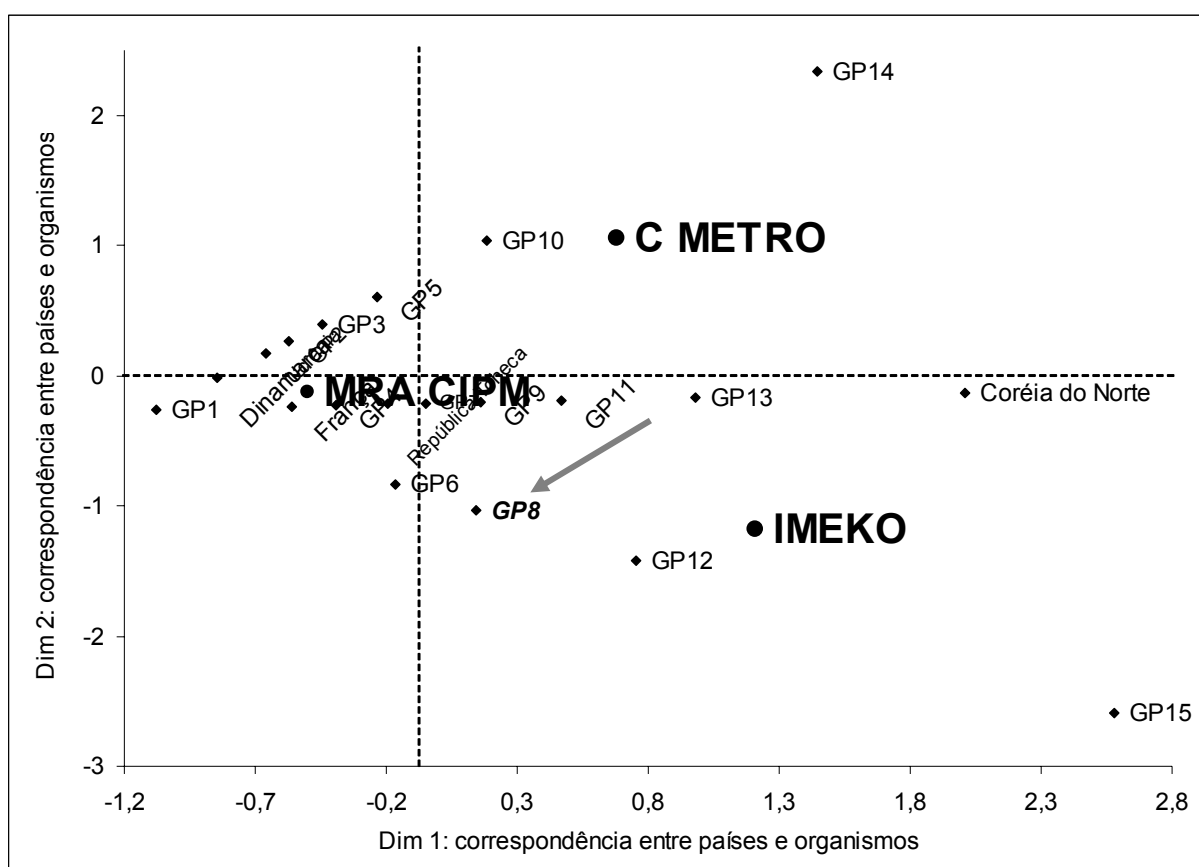


Figura 30 - Mapa perceptual dos países que participam dos organismos de metrologia científica e industrial com articulação internacional  
[Fonte: elaborada pela autora]

Verifica-se, inicialmente, que os países que estão mais fortemente ligados ao MRA do CIPM, são França, Dinamarca, Espanha e Finlândia, porque esses países têm um número maior de participantes. Em relação ao número de países que participa de cada organismo considerado no trabalho, tem-se o MRA do CIPM com maior número de países, seguido pela Convenção do Metro e pelo IMEKO. Com esses números pode-se concluir que os países consideram mais importante participar do MRA do CIPM do que da Convenção do Metro. Esse comportamento é explicado pelo fato de que participar do MRA do CIPM abre mercados

ao país. Essa participação significa reconhecimento das capacidades de medição do INM do país, e esse é, mais uma vez, um fator de importância para o comércio internacional.

Focando a análise na participação brasileira, observa-se que o Brasil está alocado no GP11 (Brasil, México, Tailândia) e tem pouca similaridade com outros países, sendo os mais próximos os países do GP9 (Alemanha, Grécia, Polônia, Romênia, Suíça). Em relação aos 23 países da América Latina, que participam dos organismos de metrologia científica e industrial, o Brasil perde em participações para o Chile e para Cuba. Entretanto, o Brasil tem aqui, mais uma vez, participação igualitária nos três organismos de metrologia científica e industrial considerados no estudo (Convenção do Metro, IMEKO, MRA do CIPM). Dos países da América Latina, que estão na frente do Brasil em participações, o Chile não é signatário da Convenção do Metro. Entretanto, ele possui sete organismos participando do MRA do CIPM. Essa situação reforça a importância na participação em organismos que possibilitem reconhecimento internacional.

A última análise é referente à inserção brasileira nos Comitês Consultivos do CIPM. Utilizando a mesma lógica das análises anteriores, foram utilizados o mapa perceptual apresentado na Figura 31 e a tabela de contingência do Apêndice L.

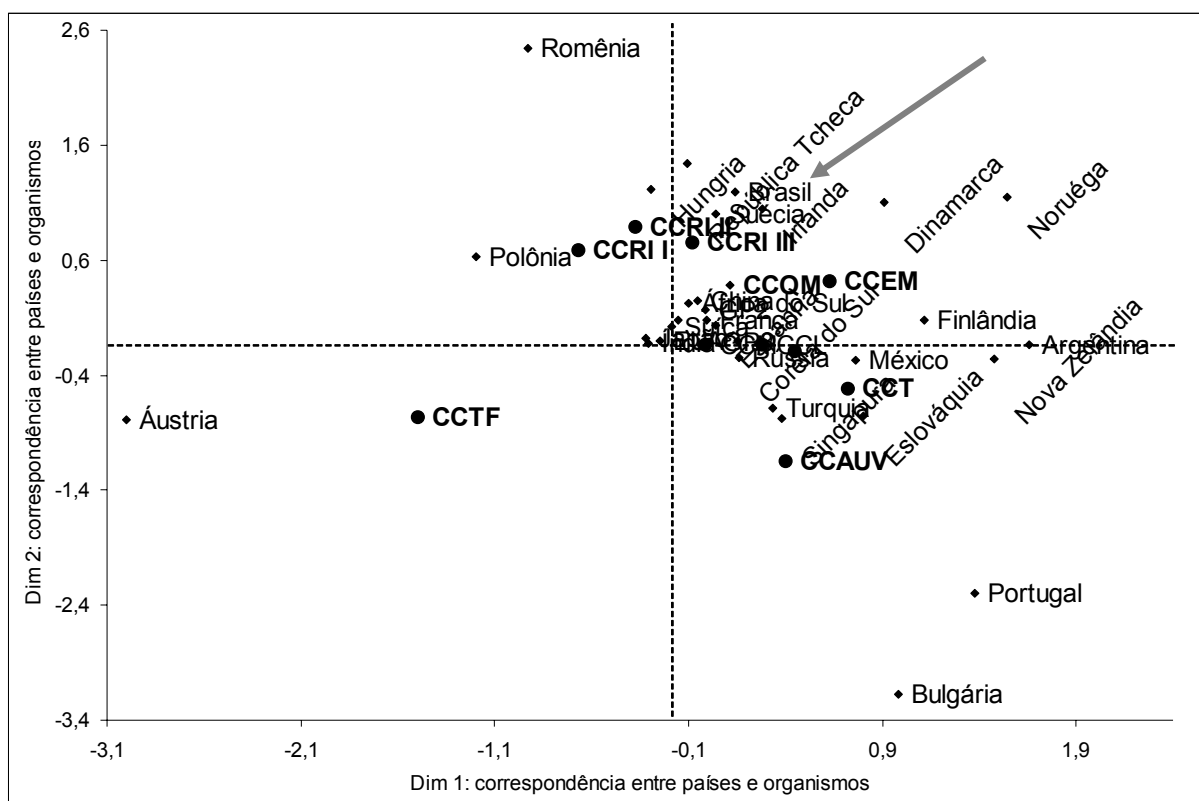


Figura 31 - Mapa perceptual dos países que participam dos Comitês Consultivos do CIPM

[Fonte: elaborada pela autora]

Observa-se que os países que tem maior número de participações nos CC do CIPM são os EUA e a Rússia, seguidos do GP2 (Alemanha, Reino Unido), China, Japão e França. O mapa perceptual da associação dos CC do CIPM com os países participantes é de difícil visualização, devido à concentração de comitês e países nos dois quadrantes da direita do gráfico. Os países mais afastados dos comitês consultivos são aqueles que têm poucas participações, tais como a Romênia, a Áustria, a Bulgária e Portugal. Entretanto, mesmos os países que têm poucas participações nos CC, podem estar próximos especificamente daquele comitê do qual participa. Também é possível perceber que, com exceção dos comitês consultivos de unidades (CCU) e de radiação ionizante nêutrons (CCRI III), os comitês consultivos restantes têm quantidade de participantes similar. O número de participantes desses comitês vai de 19 a 28, enquanto que no CCU e o CCRI III é de 7 e 11, respectivamente.

São apenas três os países da América Latina que participam dos CC. A maior participação é brasileira, seguida pelo México e pela Argentina. A participação brasileira nos CC do CIPM, quando comparada com os países que têm maior participação, ainda é pequena e precisa ser repensada, caso o Brasil pretenda ter maior desenvolvimento tecnológico na metrologia científica.

Com as quatro análises que foram realizadas é possível fazer um resumo comparando a inserção brasileira com a de alguns países. Brandi (2006), especialmente, sugeriu comparar a inserção brasileira com os EUA e os países do Mercosul. Já Lerch (2006), sugeriu comparar com países que estão, na visão do entrevistado, numa situação similar a do Brasil, tais como África do Sul, Holanda, Noruega, Suíça e os países da América do Sul.

Comparando o Brasil com os EUA, nos organismos internacionais de sistematização e formalização, na avaliação da conformidade, na metrologia científica industrial e nos Comitês Consultivos do CIPM, pode-se chegar a algumas conclusões. Os EUA têm um grande número de participações nos organismos de sistematização e formalização e de avaliação da conformidade. Entretanto, têm o mesmo número de participações que o Brasil nos organismos de metrologia científica e industrial. Quando se comparam as participações brasileiras e as americanas nos CC do CIPM, os EUA estão em primeiro lugar com sete participações a mais que o Brasil. Como já foi dito anteriormente, participar dos CC do CIPM é um indicativo de desenvolvimento tecnológico na metrologia científica. Indicativo esse que demonstra quanto o país desenvolve o estado da arte na metrologia científica.

Sabendo que os Estados parte do Mercosul são quatro países: Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai; os Estados Associados são seis países: Bolívia, Chile, Colômbia,

Equador, Peru e Venezuela (seis países) (MERCOSUL, 2006) e, fazendo a comparação com a inserção brasileira, pode-se chegar à outras conclusões.

Na sistematização e formalização, todos os estados parte e os estados associados do Mercosul têm participações nos organismos internacionais. Eles estão distribuídos nos grupos de países GP4 (Chile), GP6 (Brasil, Colômbia), GP10 (Paraguai, Peru, Venezuela), GP13 (Argentina) e GP15 (Bolívia, Equador, Uruguai). Entretanto, o Brasil e a Colômbia são os que possuem maior número de participações.

Na avaliação da conformidade, os estados parte e os estados associados do Mercosul têm participação distribuída nos grupos de países GP1 (Chile), GP5 (Argentina, Brasil), no GP8 (Bolívia, Colômbia, Equador) e no GP10 (Paraguai, Peru). Aqui, Brasil e Argentina dividem o primeiro lugar.

Na metrologia científica e industrial, os estados parte e os estados associados do Mercosul têm participação distribuída nos grupos de países GP1 (Chile), GP5 (Uruguai), GP8 (Argentina, Equador), GP11 (Brasil) e GP14 (Venezuela). Na metrologia científica e industrial, o país com maior número de participações é o Chile, sendo todas concentradas no MRA do CIPM. Na seqüência vem o Brasil com participações nos três organismos internacionais de metrologia científica e industrial, considerados.

Nos Comitês Consultivos do CIPM, os únicos países que têm participações são o Brasil e a Argentina, tendo o Brasil sete participações e a Argentina duas. Comparando o Brasil com os estados parte e os estados associados do Mercosul é possível perceber que ele está em todos os organismos analisados e, em número de participações, se reveza com outros países entre o primeiro e o segundo lugar.

Comparando a inserção brasileira com a inserção da África do Sul, Holanda, Noruega, Suíça tem-se um quadro relativamente diferente daquele encontrado na comparação com os países do Mercosul. No mapa perceptual da sistematização e formalização apresentado na Figura 28, a Holanda e a África do Sul estão no GP2, a Suíça está no GP3 e o Brasil e a Noruega estão no GP6. Em número de participações, a África do Sul e a Holanda estão em primeiro lugar, seguidos pela Suíça e, por fim, pelo Brasil e Noruega, que têm o mesmo número de participações.

No mapa perceptual da avaliação da conformidade, apresentado na Figura 29, a África do Sul está no GP3 e Brasil, Holanda e Noruega estão no GP5, sendo que a Suíça não tem participação nos organismos internacionais de avaliação da conformidade. O Brasil, a Holanda e a Noruega dividem o primeiro lugar em participações, seguidos pela África do Sul.

No mapa perceptual da metrologia científica e industrial, apresentado na Figura 30, a Noruega está no GP5, a Suíça está no GP9, o Brasil está no GP11 e a África do Sul e a Holanda estão no GP13. Em número de participações, a Suíça ocupa o primeiro lugar, seguida do Brasil, da África do Sul, da Holanda e da Noruega, que tem o mesmo número de participações.

No mapa perceptual dos Comitês Consultivos do CIPM, apresentado na Figura 31, os países em análise não participam de nenhum grupo. Em relação ao número de participações a Holanda vem em primeiro lugar com dez participações, seguida pela África do Sul e pela Suíça, com nove participações, pelo Brasil com sete participações e, por fim, pela Noruega com uma participação. Com a análise desse grupo de países é possível perceber que, com exceção da sistematização e formalização, o Brasil oscila entre o primeiro e o segundo lugar em participações. Em sistematização e formalização tem o mesmo comportamento da Noruega já que ambos fazem parte do GP6. Em avaliação da conformidade tem o mesmo comportamento que a Holanda e a Noruega (GP5). Entretanto em metrologia científica e industrial e nos CC do CIPM não pertence ao mesmo grupo de nenhum desses países.

Como última análise sugerida, está a comparação com os países da América do Sul (Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Equador, Guiana, Guiana Francesa, Malvinas, Paraguai, Peru, Suriname, Uruguai e Venezuela). Em sistematização e formalização o Brasil e a Colômbia passam a ser os primeiros países em participações. Em avaliação da conformidade ele divide com a Argentina o primeiro lugar em participações. Em metrologia científica e industrial fica no segundo lugar, vindo depois do Chile. Por fim, nos CC do CIPM permanece em primeiro lugar em participações.

Considerando o que foi colocado até aqui, fica claro que ainda podem surgir outros organismos na estrutura global que fornece confiança às medições. Isso pode ser confirmado pelo fato de que muitas áreas, que utilizam medições, ainda não interagem com a estrutura global. A tendência é que áreas do conhecimento como biologia, saúde humana e materiais, dentre outras, comecem a fazer parte da estrutura formal que fornece confiança às medições. No que se refere à avaliação da conformidade, os laboratórios de análises clínicas só agora começam a pensar em acreditação. Até áreas menos técnicas passam a interagir com a estrutura formal, exemplo disso são as normas de certificação em responsabilidade social (no Brasil a NBR 16001:2004 - Responsabilidade Social: sistema de gestão).

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este capítulo apresenta inicialmente considerações sobre trabalhos futuros advindos de idéias e limitações que a própria tese apresenta e, na seqüência, são apresentadas as conclusões da tese.

### **6.1 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS**

Em relação ao mapeamento realizado, sugere-se sua informatização, de maneira que seja possível sua atualização constante. Dessa forma, o mapeamento poderá continuar servindo como uma ferramenta que auxilia na tomada de decisões estratégicas e táticas, no que se refere ao processo de fornecer confiança às medições.

Sugere-se, também, realizar a divulgação do mapeamento junto aos organismos que atuam na definição de políticas estratégicas metrológicas brasileiras. De maneira que, conforme sugere Lerch (2006), o conteúdo do mapeamento seja considerado na definição das estratégias para a metrologia brasileira. Isso porque as informações contidas no mapeamento e aquelas que podem ser obtidas analisando os números da participação brasileira são fundamentais para auxiliar as definições estratégicas na área. Brandi (2006) corrobora a opinião de Lerch (2006) e complementa que o conhecimento da estrutura global auxilia no entendimento do processo de fornecer confiança às medições.

Identificar os organismos que atuam no processo de fornecer confiança às medições direcionados para os diferentes setores da indústria e de serviços brasileiros.

Sugere-se focar pesquisas em cada uma das funções do processo metrológico, aqui consideradas, questionando a respeito do quanto elas contribuem no processo de fornecer confiança às medições.

Sugere-se considerar também como instrumento que fornece confiança às medições a análise dos sistemas de medição. Instrumento esse utilizado pela rede de organismos da indústria automotiva de acordo com o recomendado pela norma setorial ISO TS 16949.

Outros questionamentos podem ser feitos relacionados ao próprio processo, como por exemplo, os instrumentos que fornecem confiança às medições. Qual é a efetividade desses instrumentos? Utilizando um exemplo bem específico pode-se perguntar como a

incerteza será influenciada pela robustez do processo formal, que fornece confiança às medições. Quando um laboratório é acreditado, tem-se um indicativo fornecido pela avaliação da conformidade de terceira parte, de que esse laboratório produz bons resultados. Qual o percentual dos resultados das medições que um laboratório produz é correto, 99%, 95%, 100%, 85%? Esse indicativo pode ser quantificado? Pode-se medir a robustez da acreditação, ou seja, o percentual dos resultados das medições produzidas corretamente pelos laboratórios, através dos ensaios de proficiência?

Nesse sentido, a autora do trabalho desenvolveu uma pesquisa com o objetivo de verificar se o tipo de sistema de gestão dos laboratórios de ensaio da construção civil do Brasil influencia nos resultados dos ensaios de proficiência. Para tanto, foram coletados dados com os provedores de ensaios de proficiência da construção civil no Brasil. Os dados coletados contemplavam os ensaios de cimento (físico e químico), asfalto, solos e metodologia MCT (Metodologia designada Miniatura Compactada Tropical) dos anos de 2003 e 2004, num total de 561 resultados (PIZZOLATO; JORNADA; CATEN, 2005). Esse trabalho demonstrou que, através das análises realizadas nos resultados de ensaios de proficiência da construção civil no Brasil, esses resultados não apresentaram diferença significativa entre os sistemas de gestão dos laboratórios. Ou seja, não foi possível comprovar que o tipo de sistema de gestão dos laboratórios (acreditação ou certificação) influencia nos resultados dos ensaios de proficiência para esse setor específico. Essa conclusão pode levar a questionar a efetividade dos instrumentos que fornecem confiança às medições.

A partir desse fato, pode-se seguir adiante nos questionamentos que levam a realização de trabalhos futuros. Seria possível que os resultados de um conjunto representativo de ensaios de proficiência de um determinado tipo de ensaio (químico, físico, etc.) fossem utilizados para gerar um cálculo genérico da incerteza de medição para aquele setor de laboratórios de ensaio ou de calibração? Seria possível gerar um indicador da robustez do processo de acreditação quando avaliado através dos resultados dos ensaios de proficiência? Dessa forma, o usuário dos serviços do laboratório poderia comparar o resultado do cálculo da incerteza de medição fornecido pelo laboratório com o cálculo genérico da incerteza de medição para o respectivo setor de atuação dos laboratórios de ensaio, ou calibração, e caso necessário, realizar uma ação corretiva, a fim de ajustar o cálculo de incerteza fornecido pelo laboratório (PIZZOLATO; JORNADA; CATEN, 2005).

## 6.2 CONCLUSÕES

A tese versou sobre o processo de fornecer confiança às medições, sua estrutura, suas funções e os organismos que atuam nesse processo.

Em relação ao objetivo **específico identificar e descrever os instrumentos envolvidos no processo de fornecer confiança às medições** o capítulo 3 identificou e descreveu detalhadamente os instrumentos: sistema internacional de unidades, rastreabilidade, materiais de referência, incerteza de medição, acordos de reconhecimento mútuo, ensaios de proficiência, acreditação, e por fim, a metrologia habilitada para Internet.

Com relação ao objetivo específico **descrever as funções do processo que fornece confiança às medições e agrupar e identificar os organismos em subestruturas** foi definido que a primeira subestrutura contempla a função de entender as demandas para os produtos e serviços. Esse entendimento é realizado através da sistematização e da formalização das especificações demandadas. A segunda subestrutura contempla a função de garantir a conformidade das especificações demandadas e das avaliações de produtos e serviços. Essa garantia é realizada através da avaliação da conformidade de primeira, segunda e terceira parte. A terceira subestrutura contempla a função de fornecer confiança ao resultado das medições de produtos e serviços, que é realizada através da metrologia científica e industrial.

Com relação ao objetivo específico **identificar e analisar a inserção brasileira na estrutura global do processo de fornecer confiança às medições** foi possível identificar a inserção brasileira na estrutura global comparando-a com outros países.

Comparando o Brasil com os EUA observa-se que o último possui um grande número de participações nos organismos de sistematização e formalização e de avaliação da conformidade. Entretanto, tem o mesmo número de participações que o Brasil nos organismos de metrologia científica e industrial. Quando se comparam as participações brasileiras e americanas nos comitês consultivos do CIPM, os EUA estão em primeiro lugar com sete participações a mais que o Brasil.

Comparando o Brasil com os estados parte e os estados associados ao Mercosul verifica-se na sistematização e formalização que todos os países têm participações nos organismos internacionais. Entretanto, o Brasil e a Colômbia são os países que possuem maior número de participações. Na avaliação da conformidade verifica-se que o Brasil e a Argentina dividem o primeiro lugar em participação dos estados parte e associados ao Mercosul. Na



metrologia científica e industrial verifica-se que o Chile é o país com maior participação. Na seqüência, vem o Brasil com participações nos três organismos internacionais de metrologia científica e industrial considerados. Nos Comitês Consultivos do CIPM, os únicos países que tem participações são o Brasil e a Argentina, o Brasil com sete participações e a Argentina com duas. Comparando o Brasil com os estados parte e associados ao Mercosul é possível perceber que ele está em todos os organismos analisados e, em número de participações, se reveza com outros países entre o primeiro e o segundo lugar.

O objetivo geral de **elaborar o mapeamento da estrutura global que fornece confiança às medições**, foi contemplado, uma vez que foram apresentados mapas parciais e um mapa geral. Esse mapeamento contempla os organismos atuantes na estrutura global que fornece confiança às medições, e seus relacionamentos. O mapa foi desenvolvido a partir de informações da literatura, a respeito dos organismos que fazem parte da estrutura global. Foi corroborado pelas entrevistas com especialistas da área.

O mapa elaborado nessa tese se configura num instrumento de consulta que facilita o entendimento dos usuários da sistematização e formalização (normas e regulamentos), da avaliação da conformidade e da metrologia científica e industrial. Permite consolidar, em um único documento, as informações dispersas entre os especialistas das áreas e auxilia a tomada de decisão, referente ao planejamento estratégico dos organismos e dos países envolvidos.

## REFERÊNCIAS

- Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Apresentação**. Disponível em <http://www.anvisa.gov.br/reblas/apresentacao.htm>>. Acesso em 17/10/2005.
- Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Critérios para a habilitação de laboratórios segundo os princípios das boas práticas de laboratório (BPL)**. Disponível em <[http://www.anvisa.gov.br/reblas/cursos/qualidade21/17025/GGLAS\\_02\\_bpl.pdf](http://www.anvisa.gov.br/reblas/cursos/qualidade21/17025/GGLAS_02_bpl.pdf)>. Acesso em 03/01/2006.
- AIBE, Valter Yoshihiko. Estatística e cálculo de incerteza de medição. **Apostila de curso**. Rio de Janeiro: INMETRO. 2004.
- ALBU, Mihaela M.; FERRERO, Alessandro; MIHAI, Florin; SALICONE, Simona. Remote Calibration Using Mobile, Multiagent Technology. **IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement**. v. 54, n. 1, p. 24-30. 2005.
- American Society for Testing and Materials (ASTM). **ASTM E 1301**: Standard Guide for Proficiency Testing by Interlaboratory Comparisons. West Conshohocken, United States. 1995.
- Ásia Pacific Metrology Programme (APMP). **What's APMP?** Disponível em <[http://www.nmij.jp/apmp/apmp\\_en/whatsapmp/index.html](http://www.nmij.jp/apmp/apmp_en/whatsapmp/index.html)>. Acesso em 24/11/2004.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Guia para a expressão da incerteza de medição**. 3 ed. Rio de Janeiro, 2003. 120 p.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **ABNT ISO/IEC GUIA 2**: Normalização e atividades relacionadas: Vocabulário geral. Rio de Janeiro, 1998.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **ABNT ISO/IEC GUIA 43-1**: Ensaio de proficiência por comparações interlaboratoriais. Parte 1: Desenvolvimento e operação de programas de ensaios de proficiência. Rio de Janeiro, 1999(a).
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **ABNT ISO/IEC GUIA 43-2**: Ensaio de proficiência por comparações interlaboratoriais. Parte 2: Seleção e uso de programas de ensaios de proficiência por organismos de credenciamento de laboratórios. Rio de Janeiro, 1999(b).
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **NBR ISO/IEC 17025**: Requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração. Rio de Janeiro, 2005.

BIÈVRE, Paul De e TAYLOR, Philip D. P. “Demonstration” vs. “designation” of measurement competence: the need to link accreditation to metrology. **Fresenius Journal of Analytical Chemistry**, Springer-Verlag, v. 368, p. 567-573, 2000.

BIRCH, John. Benefit of legal metrology for the economy and society. **Final report of a study for the International Committee of Legal Metrology**, 2003. Disponível em <<http://www.oiml.org/download/docs/e/E02-e03.pdf>>. Acesso em 17/08/2004.

BOAVENTURA, Edivaldo M. **Metodologia da pesquisa: monografia, dissertação, tese**. São Paulo: Atlas, 2004.

BOLEY, Nick P. Do we need to accredit proficiency testing schemes? **Accreditation and Quality Assurance**, Springer-Verlag, v. 4, n. 8, p. 347-349, 1999.

BOLEY, Nick P; BIEVRE, Paul De; TAYLOR, Philip D.P. and ULDALL, Adam. Requirements vs acceptability in proficiency testing schemes and other interlaboratory comparisons. **Accreditation and Quality Assurance**, Springer-Verlag, v. 6, n. 6, p. 244-251. 2001.

BRANDI, Humberto. **Validação do mapeamento da estrutura que fornece confiança às medições**. Rio de Janeiro, 2006. Entrevista concedida a Morgana Pizzolato em 15/08/2006.

BREUGEL, Pieter van. Metrology in a global market. **OIML Bulletin**, v. XLV, n. 2, abr/2004.

Bureau International des Poids et Mesures (BIPM). **Consultative Committees**. Disponível em <<http://www.bipm.fr/en/committees/cc/>>. Acesso em 16/11/2004(h).

Bureau International des Poids et Mesures (BIPM). **Criteria for membership of a Consultative Committee**. Disponível em <[http://www1.bipm.org/en/committees/cc/cc\\_criteria.html](http://www1.bipm.org/en/committees/cc/cc_criteria.html)>. Acesso em 12/08/2005(k).

Bureau International des Poids et Mesures (BIPM). **Evolving needs for metrology in trade, industry and society and the role of the BIPM**. 2003(b). Disponível em <<http://www1.bipm.org/en/convention/cgpm/>>. Acesso em 20/08/2004.

Bureau International des Poids et Mesures (BIPM). **General Conference on Weights and Measures**. Disponível em <<http://www1.bipm.org/en/convention/cgpm/>>. Acesso em 10/11/2004(e).

Bureau International des Poids et Mesures (BIPM). **Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM): Supplement 1: Numerical methods for the propagation of distributions – Temporary ISO Guide 9998**. BIPM/JCGM-WG1-SC1-N10. 2004(d).

Bureau International des Poids et Mesures (BIPM). **Guidelines for CIPM key comparisons**. Out/2003(a).

Bureau International des Poids et Mesures (BIPM). **History**. Disponível em <<http://www1.bipm.org/en/bipm/metrology/history.html>>. Acesso em 16/11/2004(g).

Bureau International des Poids et Mesures (BIPM). **International Committee for Weights and Measures**. Disponível em <<http://www.bipm.fr/en/committees/international/>>. Acesso em 10/11/2004(f).

Bureau International des Poids et Mesures (BIPM). **International prototype of the kilogram**. Disponível em <<http://www1.bipm.org/en/scientific/mass/prototype.html>>. Acesso e 07/01/2005(b).

Bureau International des Poids et Mesures (BIPM). **Introduction**. Disponível em <<http://www1.bipm.org/en/bipm/metrology/introduction.html>>. Acesso em 16/11/2004(i).

Bureau International des Poids et Mesures (BIPM). **JCDCMAS: Joint Committee on Coordination of Assistance to Developing Countries in Metrology, Accreditation and Standardization**. Disponível em <<http://www1.bipm.org/en/committees/jc/jcdcmas/>>. Acesso em 27/01/2005(d).

Bureau International des Poids et Mesures (BIPM). **JCGM: Joint Committee for Guides on Metrology**. Disponível em <<http://www1.bipm.org/en/committees/jc/jcgm/>>. Acesso em 27/01/2005(e).

Bureau International des Poids et Mesures (BIPM). **JCRB: Joint Committee of the Regional Metrology Organizations and the BIPM**. Disponível em <<http://www1.bipm.org/en/committees/jc/jcrb/>>. Acesso em 27/01/2005(f).

Bureau International des Poids et Mesures (BIPM). **JCTLM: Joint Committee for Traceability in Laboratory Medicine**. Disponível em <<http://www1.bipm.org/en/committees/jc/jctlm/>>. Acesso em 27/01/2005(c).

Bureau International des Poids et Mesures (BIPM). **Le BIPM et la Convention du Mètre**. Editado pelo BIPM, Sèvres, França. 1995.

Bureau International des Poids et Mesures (BIPM). **Le Système international d'unités**. Editado pelo BIPM, Sèvres, França. 7ª ed., 1998.

Bureau International des Poids et Mesures (BIPM). **List of the signatories of the Mutual Recognition Arrangement**. Disponível em <<http://www.bipm.fr/en/cipm-mra/>>. Acesso em 01/11/2006(c).

Bureau International des Poids et Mesures (BIPM). **Members state and associates**. Disponível em <[http://www.bipm.fr/en/convention/member\\_states/](http://www.bipm.fr/en/convention/member_states/)>. Acesso em 01/11/2006(a).

Bureau International des Poids et Mesures (BIPM). **Metre Convention**. Disponível em <<http://www.bipm.fr/en/convention/>>. Acesso em 05/10/2004(b).

Bureau International des Poids et Mesures (BIPM). **Metrology and legal metrology**. Disponível em <[http://www1.bipm.org/en/bipm/metrology/legal\\_metrology.html](http://www1.bipm.org/en/bipm/metrology/legal_metrology.html)>. Acesso em 16/11/2004(j).

Bureau International des Poids et Mesures (BIPM). **Metrology institutes**. Disponível em <[http://www.bipm.fr/en/practical\\_info/useful\\_links/nmi.html](http://www.bipm.fr/en/practical_info/useful_links/nmi.html)>. Acesso em 01/11/2006(b).

Bureau International des Poids et Mesures (BIPM). **The BIPM and the Metre Convention**. Disponível em <<http://www.bipm.fr/en/bipm/>>. Acesso em 11/02/2004(a).

Bureau International des Poids et Mesures (BIPM). **The BIPM key comparison database**. Disponível em <<http://kcdb.bipm.org/>>. Acesso em 02/02/2005(g).

Bureau International des Poids et Mesures (BIPM). **The Federative Republic of Brazil**. Disponível em <[http://www1.bipm.org/en/convention/member\\_states/br/](http://www1.bipm.org/en/convention/member_states/br/)>. Acesso em 12/08/2005(j).

Bureau International des Poids et Mesures (BIPM). **The International System of units (SI)**. Disponível em <<http://www.bipm.fr/en/si/>>. Acesso em 08/08/2005(i).

Bureau International des Poids et Mesures (BIPM). **What is metrology?** Disponível em <<http://www1.bipm.org/en/bipm/metrology/>>. Acesso em 16/11/2004(k).

Bureau International des Poids et Mesures (BIPM). **The International System of units (SI)**. Editado pelo BIPM, Sèvres, França. Suplemento – adição e correções a 7ª ed., 2000.

Bureau International des Poids et Mesures (BIPM). **Le Système international d'unités**. Editado pelo BIPM, Sèvres, França. 8ª ed., 2006. Disponível em <[http://www1.bipm.org/en/si/si\\_brochure/](http://www1.bipm.org/en/si/si_brochure/)>. Acesso em 05/12/2006.

CANAVES, M. J; POMPEIA, P. J. Incerteza da densidade do ar úmido: GUM x Monte Carlo. In: IV Congresso Latino Americano de Metrologia, 2004, Foz do Iguaçu. **Anais**.

CARULLO, A.; PARVIS, M.; VALLAN, A. Internet calibration direct to national measurement standards for automatic network analysers. **IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference**. p. 817-822. 2002.

Centro de Tecnologia Mineral (CETEM). **Serviços**. Disponível em <[http://www.cetem.gov.br/servicos\\_tecnologicos\\_mrc.htm](http://www.cetem.gov.br/servicos_tecnologicos_mrc.htm)>. Acesso em 09/03/2006.

Centro Nacional de Metrologia (CENAM). **Programa de certificación de materiales de referencia trazables al Sistema Internacional (SI)**. Disponível em <[http://www.cenam.mx/materiales/programa\\_cert.asp](http://www.cenam.mx/materiales/programa_cert.asp)>. Acesso em 19/08/2004.

CERVO, A.L. e BERVIAN, P.A. **Metodologia científica**. 5ª Ed., São Paulo: Prentice Hall, 2002.

Code d'Indexation des Matériaux de Référence (COMAR). **Introduction**. Disponível em <<http://www.comar.bam.de/>>. Acesso em 22/07/2005.

Comitê Brasileiro de Metrologia (CBM). **Diretrizes estratégicas para a metrologia brasileira 2003 – 2007**. Documento final aprovado na 24ª reunião do CBM, em 29 de janeiro de 2003.

Comité International des Poids et Mesures (CIPM). **Mutual recognition of national measurement standards and of calibration and measurement certificates issued by national metrology institutes**. Paris, 14 October 1999, Technical Supplement revised in October 2003 (pages 38-41).

COOPER, Donald R. e SCHINDLER, Pámela S. **Métodos de pesquisa em administração**. Tradução de Luciana de Oliveira da Rocha. 7ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2003.

CORTEZ, L.; DUARTE, A.; HUNDEWADT, A.; SCHMIDT, A.; STEFFEN, B. THOLEN, D.; FOSTEL, H.; PAPADAKIS, I.; MONTE, M. G. del; BOLEY, N.; BERKEL, P. M. van. How to interpret information from proficiency test exercises concerning the relative performance of accredited laboratories. **Accreditation and Quality Assurance**, Springer-Verlag, v. 8, n. 11, p. 511-513, 2003.

COX, M. G. e HARRIS, P. M. **GUM Supplements**. CIE Expert Symposium on Uncertainty Evaluation, Method for analysis of uncertainties in optical radiation measurement, Vienna, Austria, 2001.

DIAS, José Luciano de Mattos. **Medida, normalização e qualidade: aspectos da história da metrologia no Brasil**. Rio de Janeiro: Ilustrações, 1998.

DONALDSON, John. Mutual Recognition Arrangements: their purpose, principles, and practice. **ISO Bulletin**, Genebra. Outubro, 2002.

DRAKE, Graeme. Mutual recognition – ISO/IEC Guide 68:2002. **Regional workshop on certification**. Nova Deli, Índia. 07/12/2004. Disponível em <<http://www.iso.org/iso/en/commcentre/presentations/wkshps-seminars/casco/casco2004/11>>. Acesso em 29/12/2004.

DUDLEY, R.A. e RIDLER, N.M. Internet calibration direct to national measurement standards for automatic network analysers. **IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference**. p. 255-258. 2001.

DUDLEY, R.A. e RIDLER, N.M. Traceability via the Internet for Microwave Measurements Using Vector Network Analyzers. **IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement**. v. 52, n. 1, p. 130-134. 2003.

DUTRA, Aldo. **Validação do mapeamento da estrutura que fornece confiança às medições**. Rio de Janeiro, 2006. Entrevista concedida a Morgana Pizzolato em 18/08/2006.

ELLISON, Stephen L. R. and BARWICK, Vicki J. Using validation data for ISO measurement uncertainty estimation: Part 1 – Principles of an approach using cause and effect analysis. **The Analyst**, v. 123, p. 1387-1392, jun/1998.

ESPINA, Pedro I. **A question of accuracy: what does it mean to be traceable?** Disponível em <[http://www.cstl.nist.gov/div836/Fluid\\_Flow/PDFs/2001/FCM\\_final\\_4.pdf](http://www.cstl.nist.gov/div836/Fluid_Flow/PDFs/2001/FCM_final_4.pdf)>. Acesso em 19/01/2005.

Euro-Asian Cooperation of National Metrological Institutes (COOMET). **Introduction**. Disponível em <<http://www.coomet.org/>>. Acesso em 24/11/2004.

Europe Analytical Chemistry (EURACHEM); Co-operation on International Traceability in Analytical Chemistry (CITAC). **Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement**. 2 ed. 2000.

European Collaboration in Measurement Standards (EUROMET). **EUROMET's partners**. Disponível em <<http://www.euromet.org/home/partners/>>. Acesso em 24/11/2004(b).

European Collaboration in Measurement Standards (EUROMET). **Introduction to EUROMET**. Disponível em <<http://www.euromet.org/>>. Acesso em 24/11/2004(a).

European Federation of National Associations of Measurement, Testing and Analytical Laboratories (EUROLAB). Measurement uncertainty in testing. **Technical report 1/2002**. EUROLAB Technical Secretariat: Berlin. 2002.

European Federation of National Associations of Measurement, Testing and Analytical Laboratories (EUROLAB). What conformity assessment operators expect from accreditation. **Position paper 2/2000**. 2000.

European PT Information System (EPTIS). **Contact us**. Disponível em <<http://www.eptis.bam.de/>>. Acesso em 03/03/2006.

European PT Information System (EPTIS). **Search PT scheme**. Disponível em <[http://www.eptis.bam.de/ept\\_s1\\_frame.htm](http://www.eptis.bam.de/ept_s1_frame.htm)>. Acesso em 05/12/2005.

FILIPSKI, P.S.; OLDHAM, N.M. SIMnet a collaborative tool for metrology in the Americas. In: Instrumentation and Measurement Technology Conference, 1999. **Proceedings of the 16th IEEE**. v. 2, p. 623-625, 1999.

FLOWERS, Jeff. The route to atomic and quantum standards. **Science**. v. 306, nov/2004.

GARCIA, Eduardo Afonso Cadavid. **Manual de sistematização e normalização de documentos técnicos**. São Paulo: Atlas, 1998.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa social**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GRESSLER, Lori Alice. **Introdução à pesquisa: projetos e relatórios**. São Paulo: Loyola, 2003. 293p.

GUENTHER, Franklin R.; DORKO, William D.; MILLER, Walter R.; RHODERICK, George C. NIST Special Publication 260-126. **The NIST traceable reference material program for gas standards.** National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, Maryland, 1996.

GUIMARÃES, Roberto Luis. **Validação do mapeamento da estrutura que fornece confiança às medições.** Rio de Janeiro, 2006. Entrevista concedida a Morgana Pizzolato em 16/08/2006.

HAIR Jr., Joseph F.; ANDERSON, Rolph E.; TATHAM, Ronald L.; BLACK, William C. **Análise multivariada de dados.** 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

HOWARTH, Preben e REDGRAVE, Fiona. **Metrology – in short.** MKom Aps: Dinamarca. 2ª ed. Mai/2004. Disponível em <<http://www.euromet.org/docs/pubs/mis.html>>. Acesso em 10/09/2004.

International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC). **Members.** Disponível em <<http://www.ilac.org/Membersdetails.html>>. Acesso em 27/10/2006(a).

International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC). **Other International Partners.** Disponível em <<http://www.ilac.org/otherinternationalpartners.html>>. Acesso em 27/10/2006(b).

International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC). **The ILAC mutual recognition arrangement.** Disponível em <<http://www.ilac.org/downloads/Arrangement.pdf>>. Acesso em 25/10/2004.

International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC). **What is ILAC?** Disponível em <<http://www.ilac.org/masterframe.php?archivesId=8>>. Acesso em 31/01/2005.

International Accreditation Forum (IAF). **About IAF.** Disponível em <<http://www.iaf.nu/>>. Acesso em 31/05/2005.

International Accreditation Forum (IAF). **IAF members.** Disponível em <<http://www.iaf.nu/>>. Acesso em 18/01/2006.

International Electrotechnical Commission (IEC). **Members.** Disponível em <<http://www.iec.ch/cgi-bin/procgi.pl/www/iecwww.p?wwwlang=e&wwwprog=membrs3.p>>. Acesso em 27/10/2006.

International Electrotechnical Commission (IEC). **Mission and objectives.** Disponível em <<http://www.iec.ch/about/mission-e.htm>>. Acesso em 31/01/2005.

International Measurement Confederation (IMEKO). **About IMEKO.** Disponível em <<http://www.imeko.org/>>. Acesso em 03/11/2006.

International Organization Standardization (ISO). **Committee participation.** Disponível em <<http://www.iso.org/iso/en/stdsdevelopment/tc/tclist/TechnicalCommitteeParticipationListPage.TechnicalCommitteeParticipationList?COMMID=4676>>. Acesso em 18/01/2006(a).

International Organization Standardization (ISO). **How conformity assessment works.** Disponível em <<http://www.iso.org/iso/en/comms-markets/conformity/iso+conformity-02.html#TopOfPage>>. Acesso em 29/09/2005(c).

International Organization Standardization (ISO). **How ISO helps: CASCO.** Disponível em <<http://www.iso.org/iso/en/comms-markets/conformity/iso%2Bconformity-03.html#TopOfPage>>. Acesso em 02/10/2005(d).

International Organization Standardization (ISO). **ISO 5725-5: Accuracy (trueness and precision) of measurements methods and results: alternative methods for the determination of the precision of a standard measurement method.** 1998.

International Organization Standardization (ISO). **ISO Committee on Reference Materials REMCO.** Disponível em <<http://isotc.iso.org/livelink/livelink/fetch/2000/2122/347488/customview.html?func=ll&objId=347488&objAction=browse&sort=name>>. Acesso em 25/07/2005(e).

International Organization Standardization (ISO). ISO Guide 35: Certification of Reference materials – general and statistical principles. **Voting draft ISO-REMCO N702**, 2003.

International Organization Standardization (ISO). **ISO members.** Disponível em <<http://www.iso.org/iso/en/aboutiso/isomembers/index.html>>. Acesso em 27/10/2006(b).

International Organization Standardization (ISO). **ISO/DIS 13528: Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons.** 2002.

International Organization Standardization (ISO). **Member bodies.** Disponível em <<http://www.iso.org/iso/en/aboutiso/isomembers/MemberList.MemberSummary?MEMBERCODE=10>>. Acesso em 16/08/2005(b).

International Organization Standardization (ISO). **Overview of the ISO system.** Disponível em <<http://www.iso.org/iso/en/aboutiso/introduction/index>>. Acesso em 31/01/2005(a).

International Telecommunication Union (ITU). **ITU global directory.** Disponível em <[http://www.itu.int/cgi-bin/htsh/mm/scripts/mm.list?search=1&languageid=1&search\\_countryid=27&country=Brazil%20%28Federative%20Republic%20of%29](http://www.itu.int/cgi-bin/htsh/mm/scripts/mm.list?search=1&languageid=1&search_countryid=27&country=Brazil%20%28Federative%20Republic%20of%29)>. Acesso em 16/08/2005(c).

International Telecommunication Union (ITU). **ITU-T home.** Disponível em <<http://www.itu.int/ITU-T/>>. Acesso em 16/08/2005(b).

International Telecommunication Union (ITU). **Overview.** Disponível em <<http://www.itu.int/GlobalDirectory/index.html>>. Acesso em 09/10/2006.

International Telecommunication Union (ITU). **Welcome to the International Telecommunication Union.** Disponível em <<http://www.itu.int/home/index.html>>. Acesso em 16/08/2005(a).

Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Manual da Qualidade do INMETRO.** Revisão 01, 2004(a).

Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (SINMETRO).** Disponível em <<http://www.inmetro.gov.br/inmetro/sinmetro.asp>>. Acesso em 27/09/2004(b).

Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Laboratórios designados pelo INMETRO.** Disponível em <<http://www.inmetro.gov.br/metcientifica/parceiros.asp>>. Acesso em 10/10/2004(c).

Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Avaliação da Conformidade.** 3ª ed. Diretoria da Qualidade. Junho, 2004(d).

Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Acreditação (Credenciamento).** Disponível em <<http://www.inmetro.gov.br/credenciamento/>>. Acesso em 11/08/2004(e).



Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Protocolo internacional harmonizado para ensaio de proficiência em laboratórios analíticos (químicos)**. Tradução do International Harmonized Protocol for Proficiency Testin of (Chemical) Analytical Laboratories originalmente impresso em inglês no Journal of AOAC International, AOAC International, Gaithersburg, Maryland, Estados Unidos, v. 76, n. 4, 1993, realizada pelo grupo de trabalho da Comissão Técnica de Laboratórios de Ensaio em Química (CTLE-05) da Divisão de Credenciamento e Confiabilidade (DICRE) do INMETRO. Disponível em <[http://www.inmetro.gov.br/kits/ctle05\\_protocolo.pdf](http://www.inmetro.gov.br/kits/ctle05_protocolo.pdf)>. Acesso em 06/11/2004(f).

Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Conferência Geral de Pesos e Medidas (CGPM)**. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/metcientifica/comites/cgpm.asp>>. Acesso em 19/03/2004(g).

Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO); Coordenação de Articulação Internacional (CAINT). **Manual Barreiras Técnicas as Exportações: O que são e como superá-las**. 2005.

Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Avaliação da Conformidade**. Disponível em <<http://www.inmetro.gov.br/qualidade/definicaoAvalConformidade.asp>>. Acesso em 21/02/2005(a).

Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Certificação**. Disponível em <<http://www.inmetro.gov.br/qualidade/certificacao.asp>>. Acesso em 21/02/2005(b).

Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Declaração do fornecedor**. Disponível em <<http://www.inmetro.gov.br/qualidade/declaFornecedor.asp>>. Acesso em 21/02/2005(c).

Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Inspeção**. Disponível em <<http://www.inmetro.gov.br/qualidade/inspecao.asp>>. Acesso em 21/02/2005(d).

Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Etiquetagem**. Disponível em <<http://www.inmetro.gov.br/qualidade/etiquetagem.asp>>. Acesso em 21/02/2005(e).

Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Ensaios**. Disponível em <<http://www.inmetro.gov.br/qualidade/ensaios.asp>>. Acesso em 21/02/2005(f).

Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Programa brasileiro de avaliação da conformidade**. Disponível em <<http://www.inmetro.gov.br/qualidade/orientacoes>>. Acesso em 21/02/2005(g).

Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Divisão do Serviço da Hora do Observatório Nacional (DSHO/ON)**. Disponível em <<http://www.inmetro.gov.br/metcientifica/observatorio.asp>>. Acesso em 21/02/2005(h).

Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Estrutura hierárquica de rastreabilidade**. Disponível em <<http://www.inmetro.gov.br/metcientifica/estrutura.asp>>. Acesso em 08/08/2005(i).

Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Vocabulário internacional de termos de Metrologia Legal**. 4 ed. Rio de Janeiro, 2005. 75 p. Portaria Inmetro nº 163 de 06 de setembro de 2005(k).

Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Vocabulário internacional de termos fundamentais e gerais de metrologia (VIM)**: portaria INMETRO 029 de 1995. 4 ed. Rio de Janeiro, 2005(l). 72 p.

Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). **INMETRO Informação**. V. 18, n. 1, jan/1999. Disponível em <<http://www.inmetro.gov.br/infotec/publicacoes/boletins/Info9901.pdf>>. Acesso em 09/03/2006(a).

Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Rede Brasileira de Calibração**. Disponível em <<http://www.inmetro.gov.br/laboratorios/rbc/>>. Acesso em 09/03/2006(b).

Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Consulta ao catálogo da RBLE**. Disponível em <<http://www.inmetro.gov.br/laboratorios/rble/>>. Acesso em 09/03/2006(c).

Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Introdução**. Disponível em <<http://www.inmetro.gov.br/metlegal/>>. Acesso em 31/10/2006(d).

Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Definição e Objetivos**. Disponível em <<http://www.inmetro.gov.br/metlegal/definicao.asp>>. Acesso em 31/10/2006(e).

Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). **A metrologia legal no Brasil**. Disponível em <<http://www.inmetro.gov.br/metlegal/metBrasil.asp>>. Acesso em 31/10/2006(f).

Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Datas Importantes na História do INMETRO**. Disponível em <<http://www.inmetro.gov.br/inmetro/datas.asp>>. Acesso em 01/11/2006(g).

Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Provedores Nacionais de Ensaio de Proficiência**. Disponível em <<http://www.inmetro.gov.br/laboratorios/indiceprovedores.asp>>. Acesso em 04/12/2006(h).

International Organization of Legal Metrology (OIML). **OIML D1 – Elements for a Law Metrology**. International Document. Desenvolvido pelo Comitê técnico 3 (TC 3) – Controle metrológico. Edição 2004(E). Disponível em: <<http://www.oiml.org/publications/D/D001-e04.pdf>>. Acesso em 01/12/2005.

International Organization of Legal Metrology (OIML). **OIML Database: Members**. Disponível em <[http://www.oiml.org/dbase\\_members/dbsearch.html](http://www.oiml.org/dbase_members/dbsearch.html)>. Acesso em 01/11/2006(b).

International Organization of Legal Metrology (OIML). **OIML introduction and presentation**. Disponível em <<http://www.oiml.org/information/presentation.html>>. Acesso em 25/11/2004(b).

International Organization of Legal Metrology (OIML). **OIML Mutual Acceptance Arrangement**. Disponível em <<http://www.oiml.org/maa/>>. Acesso em 12/07/2004(a).

International Organization of Legal Metrology (OIML). **OIML Technical Committees and Subcommittees**. Disponível em <[http://www.oiml.org/tc\\_sc/](http://www.oiml.org/tc_sc/)>. Acesso em 23/01/2006(a).

Joint Committee on Co-ordination of Assistance to Developing Countries in Metrology, Accreditation and Standardization (JCDCMAS). **Building corresponding technical infrastructures to support sustainable development and trade in developing countries and countries in transition**. Background paper, 13/07/2004. Disponível em <[http://www1.bipm.org/cc/JCDCMAS/Allowed/Background\\_documents/Background\\_paper\\_final.pdf](http://www1.bipm.org/cc/JCDCMAS/Allowed/Background_documents/Background_paper_final.pdf)>. Acesso em 20/11/2004.

JORNADA, Alziro Herz da. **1<sup>st</sup> Videoconference INMETRO – NIST: Technical Regulation in Brazil**. 22/08/2006.

JORNADA, João Alziro Herz da. **Metrologia: a conexão entre ciência e desenvolvimento**. Porto Alegre, 2005. Entrevista concedida a Morgana Pizzolato em 24/10/2005.

JUNIPER, Ian Robert. Quality issues in proficiency testing. **Accreditation and Quality Assurance**, Springer-Verlag, v. 4, n. 8, p. 336-341, 1999.

KOVALEVSKY, Jean. The consequences of the mutual recognition of measurement standards for international metrology. **Accreditation and Quality Assurance**, Springer-Verlag, v. 5, n. 10-11, p. 409-413, nov/2000.

LAVILLE, Christian; DIONEE, Jean. **A construção do saber: manual de metodologia de pesquisa em ciências humanas**. Tradução de Heloísa Monteiro e Francisco Settineri. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Ltda; Belo Horizonte: Editora UFMG, 1999.

LAZARI, Renato Ferreira. **Formação de metrologistas da RBMLQ: desafios e perspectivas**. Dissertação de Mestrado Profissional em Sistemas de Gestão. Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2004.

LEE, K.B.; SCHNEEMAN, R.D. Internet-based distributed measurement and control applications. **IEEE Instrumentation & Measurement Magazine**. v. 2, n. 2, p. 23-27. 1999.

LERCH, João. **Validação do mapeamento da estrutura que fornece confiança às medições**. Porto Alegre, 2006. Entrevista concedida a Morgana Pizzolato em 18/07/2006.

MACDONALD, Mark; CECCO, Daniela De; MACDONALD, Ian; MERILUOTO, Laura e WILLIAMS Doug. **Potential economic impact of the CIPM mutual recognition arrangement**. KPMG Consulting Final Report, abr/2002.

MALLETT, Robert L. Why standards matter? **Issues in science and technology online**. 1998. Disponível em: <<http://www.issues.org/15.2/mallett.htm>>. Acesso em 20/12/2005.

MENEZES, Cecília Iolanda Cardoso de. **Sistematização de procedimentos na regulamentação dos instrumentos da área da saúde: um estudo de caso**. Dissertação de Mestrado Profissional em Sistemas de Gestão. Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2004.

Mercado Comum do Sul (MERCOSUL). **O Mercado Comum do Sul: MERCOSUL**. Disponível em <<http://www.mercosur.int/msweb/principal/contenido.asp>>. Acesso em 29/11/2006.

MINGOTI, Sueli Aparecida. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.

Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). **Livro Branco: Ciência, Tecnologia e Inovação**. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2002. 80 p. Resultado da Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação. ISBN: 85-88063-04-2.

Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). **Livro Verde da Ciência, Tecnologia e Inovação: desafio para a sociedade brasileira**. Coordenado por Cylon Gonçalves da Silva e Lúcia Carvalho Pinto de Melo. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, Academia Brasileira de Ciências. 2001. 250p. ISBN: 85-88063-03-4.

Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio (MDIC). **Barreiras técnicas: conceitos e informações sobre como superá-las**. MDIC, AEB, CNI. Brasília, 2002. 72 p. ISBN 85-88566-37-0.

Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio (MDIC). **Diretrizes da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior**. 26/11/2003 (b). Disponível em <<http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivo/ascom/apresentacoes/Diretrizes.pdf>>. Acesso em 24/03/2004.

Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio (MDIC). **Roteiro para a agenda de desenvolvimento**. 16/03/2003 (a). Disponível em <<http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivo/ascom/apresentacoes/RoteiroAgenda20030616.pdf>>. Acesso em 24/03/2004.

MOSCATI, Giorgio. As bases científicas da metrologia e vice-versa. **Metrologia & Instrumentação**, São Paulo, n 36, p. 6-15, jun/jul 2005.

MUSARURWA, Mukayi T. Palestra: Emerging metrology support programme for SMMEs in the SADC region: model for Africa? **7<sup>th</sup> Africa SMME Conference**. Johannesburg, 19-20 October 2005

National Association of Testing Authorities (NATA). **Guide to NATA proficiency testing**. Austrália. Fev/2004.

National Conference of Standards Laboratories International (NCSLI). **Welcome to NCSL International**. Disponível em <<http://www.ncsli.org/welcome/index.cfm>>. Acesso em 03/11/2006 (a).

National Conference of Standards Laboratories International (NCSLI). **E-mail de Doris Schaffner**, suporte administrativo da NCSLI, enviado em m 23/10/2006 (b).

National Institute of Standards and Technology (NIST). **Did you know...** Disponível em <[http://www.nist.gov/public\\_affairs/factsheet/NIST\\_Did\\_you\\_know.htm](http://www.nist.gov/public_affairs/factsheet/NIST_Did_you_know.htm)>. Acesso em 31/10/2006.

National Institute of Standards and Technology (NIST). **Regional Metrology Organizations**. Disponível em <<http://icdb.nist.gov/RMOlist.asp>>. Acesso em 16/11/2004.

NEVEL, Lutgart Van; TAYLOR, Philip D. P.; ÖRNEMARK, MOODY, John R.; Ulf; HEUMANN, Klaus G. e DE BIÈVRE, Paul. The international measurement evaluation programme (IMEP) IMEP-6: "Trace elements in water". **Accreditation and Quality Assurance**, Springer-Verlag, v. 3, n. 2, p. 56-68, 1998.

ÖRNEMARK, U.; TAYLOR, P.D.P.; BIÈVRE, P. De; LOIKKANEN, M.; J.-C. LIBEER; K. HELLSING; L.A. PENBERTHY; T. TAMBERG; J.W.H. LAM; L. Van NEVEL; P. ROBOUCH; A. ULDALL; M.M. MÜLLER; H. STEENSLAND; A. SQUIRRELL; D. SCHIEL; T. WALCZYK. The IRMM International Measurement Evaluation Programme (IMEP) IMEP-7: Inorganic components in human serum. **Accreditation and Quality Assurance**, Springer-Verlag, v. 4, n. 11, p. 463-472, 1999.

ÖRNEMARK, Ulf; FOSTEL, Harald; STRAUB, Rolf e VAN DE KREEKE, Johannes. Policies, requirements and surveys concerning frequency for participation in proficiency

testing schemes. **Accreditation and Quality Assurance**, Springer-Verlag, v. 9, n. 10-11, p. 729-732, 2004.

Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB). **PTB in the worldwide network of metrology**. Disponível em <<http://www.ptb.de/en/wegweiser/welt/index.html>>. Acesso em 31/10/2006.

PIZZOLATO, Morgana; JORNADA, João Alziro Herz da; CATEN, Carla ten; Proficiency testing: its use in uncertainty measurement in testing category. In: NCSL International Workshop and Symposium, **CD ROM**. Washington D.C. 2005.

QUINN, Terry and KOVALEVSKY, Jean. The development of modern metrology and its role today. **Philosophical transactions: Mathematical, physical and engineering sciences**, The Royal Society: Reino Unido, v. 363, n. 1834, p. 2307-2327, set/2005.

RASBERRY, Stanley D. Certified reference materials in analytical chemistry – A century of NIST contribution. **Accreditation and Quality Assurance**, Springer-Verlag, v. 6, n. 3, p. 95-99, 2001.

RAYNER, Dave. **Survey of international activities in Internet-enabled metrology**. National Physical Laboratory Report CMSC 21/03, mai/2003. ISSN 1471-0005.

Rede Baiana de Metrologia (RBME). **Reconhecimento da Competência**. Disponível em <[http://www.fieb.org.br/rbme/pag\\_int01.asp](http://www.fieb.org.br/rbme/pag_int01.asp)>. Acesso em 27/02/2006.

Rede de Tecnologia Rio de Janeiro (REDETEC). **Processo de afiliação a Rio-Metrologia**. Disponível em <<http://www.redetec.org.br/publicue/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=91>>. Acesso em 27/02/2006.

Rede Metrológica de Minas Gerais (RMMG). **Laboratórios Homologados**. Disponível em <<http://www.rmmg.com.br/homologacao.htm>>. Acesso em 27/02/2006.

Rede Metrológica do Estado de São Paulo (REMESP). **Reconhecimento de Laboratórios**. Disponível em <<http://www.remesp.org.br/modules/reconhecimento/>>. Acesso em 27/02/2006.

Rede Metrológica do Rio Grande do Sul (RMRS). **A Rede**. Disponível em <<http://www.redemetrologica.com.br/>>. Acesso em 27/02/2006.

Rede Metrológica do Rio Grande do Sul (RMRS). **CD ROM**. Metrologia: a base física da qualidade. 2005.

RIBEIRO, José Luis Duarte (Ed); MILAN, Gabriel Sperandio (Ed). **Planejando e conduzindo entrevistas individuais**. Porto Alegre: FEENG/UFRGS, 2004.

RICHARDSON, Roberto Jarry. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3 ed. Porto Alegre: Atlas, 1999.

SANTANA, Márcio A.A.; KAKIZAKI, Mauro; GUIMARÃES, Patrícia L.O. Proposta para transmissões de certificados de calibração via Internet utilizando criptografia e assinatura digital. In: Metrologia 2003, Recife. **CD ROM**. Pernambuco. Set/2003.

SIEGEL, Sidney; CASTELLAN JR., N. John. **Estatística não-paramétrica para ciências do comportamento**. Porto Alegre: Bookman Companhia Ed. 2ª ed. 2006.

SILVA, José Ricardo da. **Crítérios para avaliação da competência dos institutos nacionais de metrologia**. Dissertação de Mestrado Profissional em Sistemas de Gestão. Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2004.

- Sistema Interamericano de Metrologia (SIM). **Who we are?** Disponível em <[http://www.sim-metrologia.org.br/whoweare/sm\\_whoare.html](http://www.sim-metrologia.org.br/whoweare/sm_whoare.html)>. Acesso em 24/11/2004.
- SOARES, Maurício Araújo. **Análise comparativa dos requisitos do ABNT guia 58 e da ISO/IEC 17011: Proposta de Modelo.** Dissertação de Mestrado Profissional em Sistemas Integrados de Gestão. Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2004.
- Sociedade Brasileira de Patologia Clínica / Medicina Laboratorial (SBPC/ML). **Quem somos?** Disponível em <<http://www.sbpc.org.br/t9.jsp?pageid=101&siteid=1>> Acesso em 17/10/2005.
- Sociedade Brasileira de Patologia Clínica / Medicina Laboratorial (SBPC/ML). **Regulamento do PALC.** Disponível em <[http://www.sbpc.org.br/files/pdf/Regulamento\\_PALC\\_versao2004.pdf](http://www.sbpc.org.br/files/pdf/Regulamento_PALC_versao2004.pdf)>. Acesso em 03/01/2006.
- Southern African Development Community Cooperation on Measurement Traceability (SADCMET). **SADCMET Aims.** Disponível em <<http://www.sadcmnet.org/>>. Acesso em 24/11/2004.
- Standards Council of Canada (SCC). **Proficiency testing by interlaboratory comparisons.** CAN-P-43, 2001.
- Standards Council of Canada (SCC). **The Benefits of Accreditation for Developing Countries.** Disponível em <[http://www.scc.ca/en/publications/policy\\_papers/benefits\\_accre\\_dev\\_e.pdf](http://www.scc.ca/en/publications/policy_papers/benefits_accre_dev_e.pdf)>. Acesso em 29/10/2004.
- STUART, M.; SQUIRRELL, A. e BESLEY, L. Reference material requirements for laboratories and role of accreditation bodies. **Accreditation and Quality Assurance**, Springer-Verlag, v. 9, n. 4-5, p. 209-215, 2004.
- THEISEN, Álvaro. **Validação do mapeamento da estrutura que fornece confiança às medições.** Porto Alegre, 2006. Entrevista concedida a Morgana Pizzolato em 12/06/2006.
- THOLEN, Daniel W. Impact of international standards and initiatives on proficiency testing for medical laboratories. **Accreditation and Quality Assurance**, Springer-Verlag, v. 9, n. 11-12, p. 653-656, 2004.
- VISSER, Robert George. Is accreditation useful for quality improvement? **Accreditation and Quality Assurance**, Springer-Verlag, v. 4, n. 3, p. 108-110, 1999.
- WILLINK, R. On interpretation and analysis of a degree of equivalence. **Metrologia**, United Kingdom, v. 40, n. 2, p. 9-17, 2003.
- World Standards Service Network (WSSN). **International Standardizing Bodies.** Disponível em <[http://www.wssn.net/WSSN/listings/links\\_international.html](http://www.wssn.net/WSSN/listings/links_international.html)>. Acesso em 07/02/2006.
- World Trade Organization (WTO). **Members and Observers.** Disponível em <[http://www.wto.org/english/thewto\\_e/whatis\\_e/tif\\_e/org6\\_e.htm](http://www.wto.org/english/thewto_e/whatis_e/tif_e/org6_e.htm)>. Acesso em 27/10/2006.
- World Trade Organization (WTO). **The World Trade Organization.** Disponível em <[http://www.wto.org/english/res\\_e/doload\\_e/inbr\\_e.pdf](http://www.wto.org/english/res_e/doload_e/inbr_e.pdf)>. Acesso em 21/12/2005.

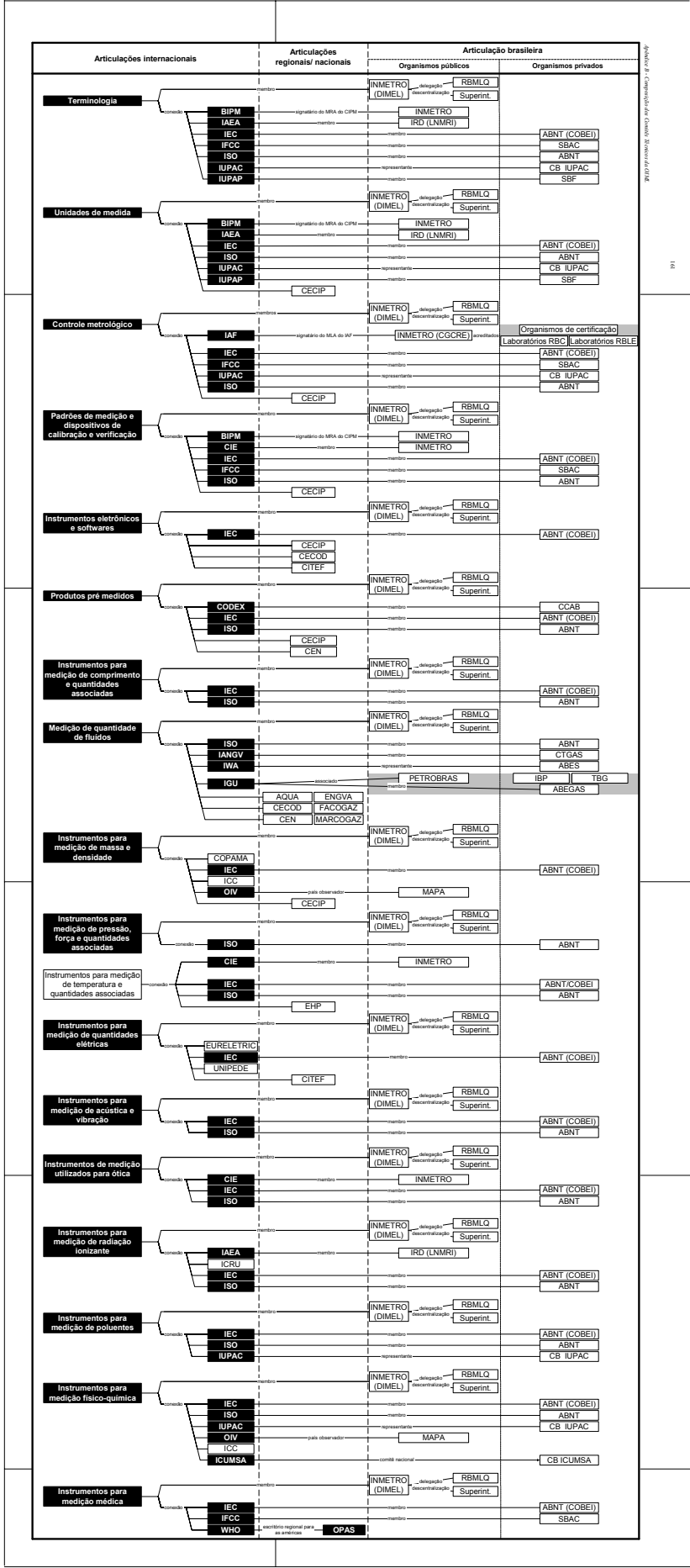
## APÊNDICES

*Apêndice A - Planilha de Excel com dados sobre os organismos relacionados na estrutura global que fornece confiança às medições*

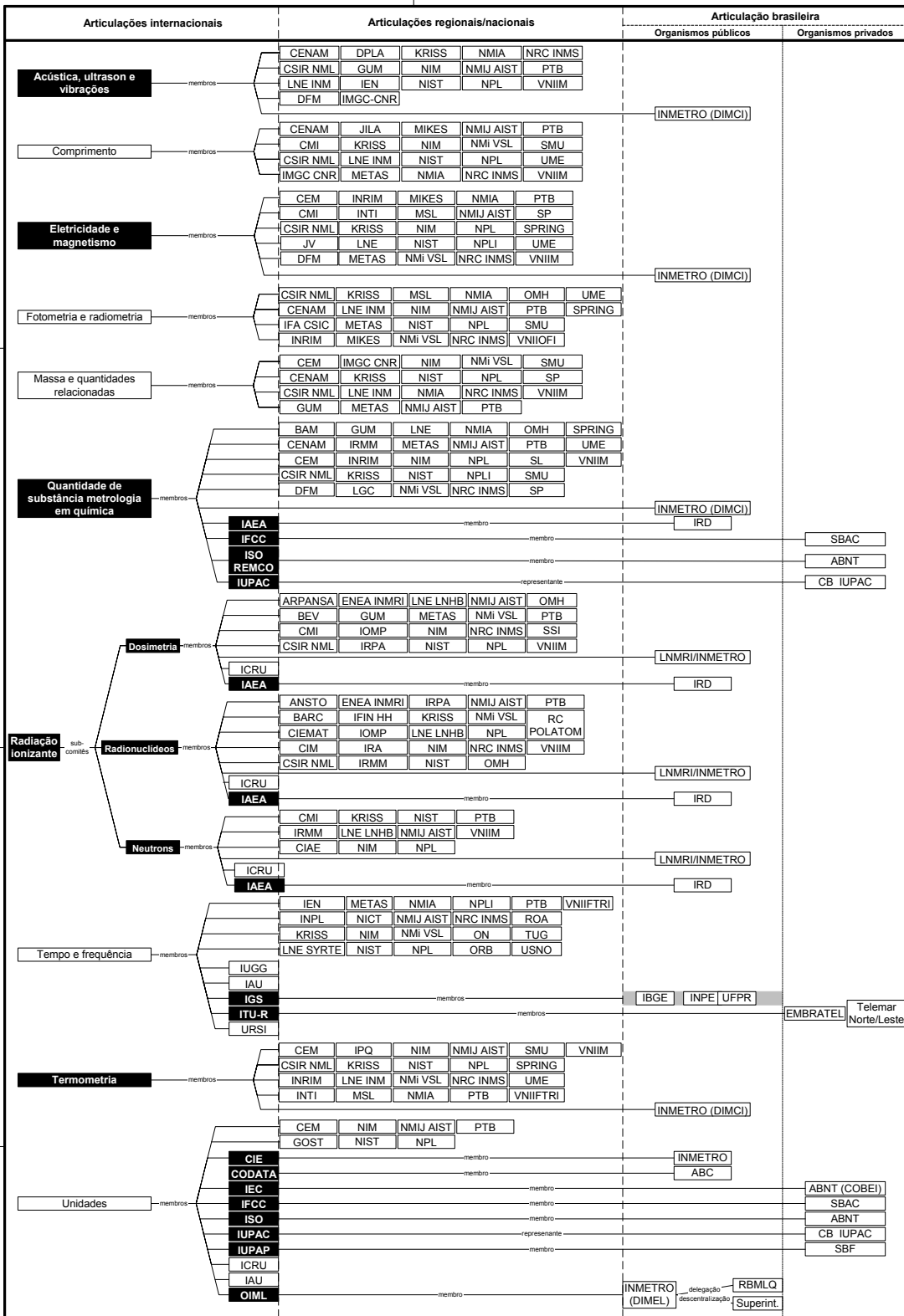
*Apêndice B - Composição dos Comitês Técnicos da OIML*

*Apêndice C - Composição dos Comitês Consultivos do CIPM*

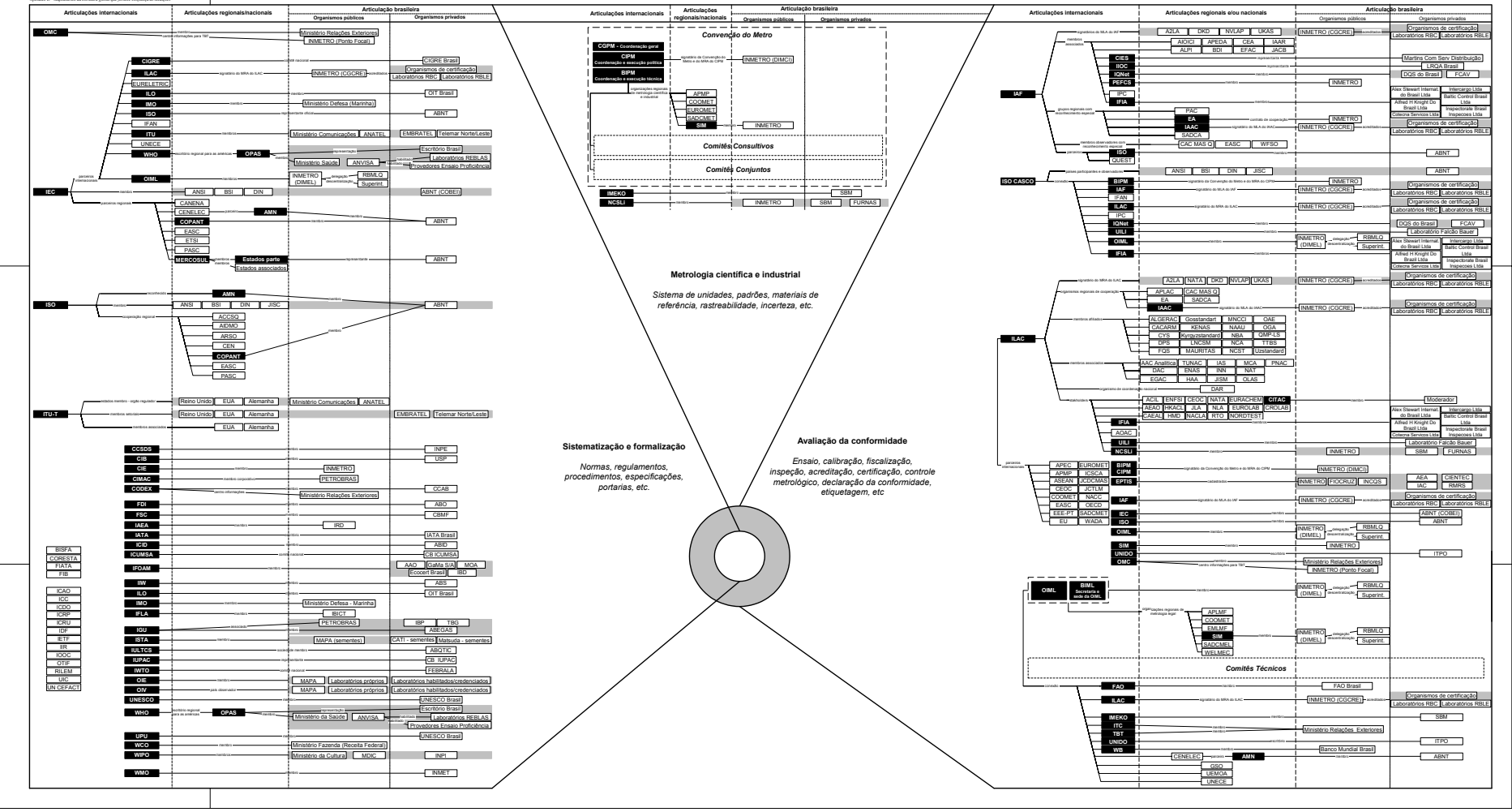
*Apêndice D - Mapeamento da estrutura global que fornece confiança às medições*







Articulação do Sistema Nacional de Metrologia Científica e Industrial



### *Apêndice E - Relato das entrevistas individuais realizadas com os especialistas*

**Entrevistado 1:** Entidade: LABELO, PUC-RS; Data: 12/06/2006; Áreas do mapeamento em ordem decrescente de conhecimento: avaliação da conformidade; normalização e/ou regulamentação; metrologia científica, industrial e legal.

#### **Considerações do entrevistado 1:**

- dar maior destaque aos organismos de normalização mais importantes, com mais atuação (IEC, ISO e ITU);
- a ANATEL deve se relacionar com a IUT – T;
- não sabe se é possível misturar OMC com a IEC, a ISO e a ITU, pois ela não é normalizadora, ela administra relações de conflito, apesar de que, se um país é associado a OMC, ele fica sujeito aos regulamentos internacionais definidos por ela;
- na área elétrica, a tendência são as *peer evaluations*;
- o Brasil e a América Latina têm uma atuação muito deficitária na área da avaliação da conformidade, seu histórico é de 5 ou 6 anos, as leis desta área ainda não são todas exigidas;
- os países mais desenvolvidos em avaliação da conformidade são EUA, Alemanha, Inglaterra, França e Itália;
- no Brasil, a avaliação da conformidade é compulsória para pneus, brinquedos, produtos elétricos e alguns produtos de saúde;
- falta estrutura laboratorial para realizar os ensaios de avaliação da conformidade, as empresas não estão preparadas e tem pouco interesse, as normas de avaliação são pouco divulgadas;
- na área de metrologia científica, o Brasil deveria participar de mais fóruns de forma a conhecer o que está sendo desenvolvido por outros países, realizar trocas e parcerias;
- a produção científica brasileira é muito voltada para casos de comparação interlaboratorial;
- o mapeamento sistematizou o conhecimento existente sobre a estrutura metrológica mundial;
- o Brasil cresceu muito na área da metrologia científica nos últimos 13 anos, apesar de ainda estar longe do ideal, praticamente não existem demandas não atendidas no que se refere a laboratórios acreditados e rastreabilidade das grandezas;

- considera muito importante existir um equilíbrio entre qualidade e quantidade de laboratórios acreditados;
- a incerteza de medição é importante para aprovar ou não um equipamento de medição quando de sua calibração, na área de ensaios considera que sua importância é menor;
- o mapeamento pode auxiliar no diagnóstico da situação brasileira de forma a planejar ações para ampliar sua participação nos fóruns internacionais com conseqüente do desenvolvimento do país no contexto apresentado no trabalho.

**Entrevistado 2:** Entidade: Rede Metrológica do Rio Grande do Sul; Data: 18/07/2006; Áreas do mapeamento em ordem decrescente de conhecimento: metrologia científica, industrial e legal; avaliação da conformidade; normalização e/ou regulamentação.

**Considerações do entrevistado 2:**

- onde aparecem os organismos do meio ambiente? Os organismos de meio ambiente são organismos reguladores na área da metrologia;
- a FEPAM existe no nível estadual, provavelmente são coordenadas pelo ministério do meio ambiente;
- o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) tem uma rede de laboratórios que é auditada (com base em regulamentos), esses laboratórios que realizam ensaios em alimentos, bebidas. Essa rede de laboratórios seria designada como ROLA;
- ligada ao Ministério da Saúde existe a ANVISA que tem uma rede de laboratórios reconhecidos por esta, a REBLAS;
- os laboratórios associados a RMRS que realizam ensaios em alimentos, bebidas, etc. precisam atender diferentes regulamentos dos diferentes Ministérios;
- os Ministérios e/ou agências reguladoras exigem dos laboratórios que desejam ser reconhecidos por esses, diferentes requisitos (regulamentos, normas, etc.). Essa falta de unificação dificulta o trabalho dos laboratórios e encarecem o processo de regulamentação já, que muitos deles precisam ser habilitados por mais de um ministério uma vez que realizam ensaios que são regulamentados por diferentes ministérios;
- devem ser relacionados, no mapeamento, os organismos acreditados pelo INMETRO para realizar avaliação da conformidade (por exemplo, as certificadoras de sistemas de gestão). Ligados a estes organismos estão todos aqueles que são certificados, como por exemplo, a RMRS;

- a RBC e RBLE devem aparecer ligadas ao INMETRO, pois são as redes de laboratórios de calibração e de laboratórios de ensaio;
- a capacidade laboratorial instalada no Brasil hoje ultrapassa a casa de 40.000 laboratórios;
- sugere colocar no mapeamento o movimento nacional para a qualidade, ou seja, organismos como por exemplo, o PGQP;
- a RMRS já encaminhou para o ILAC a documentação necessária para ser membro e signatária do MRA do ILAC;
- no mundo, o processo de acreditação, está caminhando para a privatização. Uma situação assim traria como vantagens a redução do quadro de servidores e o aumento da agilidade do processo de acreditação, ficando apenas o controle da atividade com uma organização pública;
- através dos organismos apresentados no mapeamento referente a metrologia científica e industrial, é possível chegar a toda indústria privada;
- o IPEM, que faz parte da RBMLQ, é ligado ao governo de cada estado, é uma delegação do INMETRO para o estado realizar a fiscalização metrológica. Em alguns estados como o RS e GO, não existem o IPEM e sim uma superintendência do INMETRO;
- a descrição do mapeamento deveria indicar claramente onde o Brasil não está inserido e deveria buscar inserção;
- entende que o conhecimento desse mapeamento é de importância para todos os envolvidos (no âmbito do Brasil), por exemplo, os ministérios, o CBM, o INMETRO. O conteúdo do mapeamento deveria ser considerado na definição das estratégias para a metrologia brasileira, visto que ele permite enxergar a inserção brasileira na metrologia. Entende que o mapeamento permite conhecer a importância da inserção brasileira nos organismos de metrologia mundiais;
- sugere comparar a inserção brasileira com a África do Sul, Holanda, Noruega, Suíça, a América do Sul, países que estão em desenvolvimento e numa situação muito similar ao Brasil na metrologia;
- este mapeamento deve ser discutido nos organismos brasileiros relacionados a metrologia para que o resultado da pesquisa seja plenamente aproveitado.

**Entrevistado 3:** Entidade: INMETRO; Data: 15/08/2006; Áreas do mapeamento em ordem decrescente de conhecimento: metrologia científica, industrial; normalização e/ou regulamentação (internacional); avaliação da conformidade; metrologia legal.

**Considerações do entrevistado 3:**

- muitos dos colaboradores do INMETRO fazem parte da ABNT, e existe uma parceria muito forte entre INMETRO e ABNT;
- embora o Brasil não seja um membro da UNECE, esta tem chamado o INMETRO para participar como observadores e apresentaram a metodologia de trabalho utilizada no âmbito do Mercosul;
- os Escritórios Regionais do INMETRO passarão a ser designados como Superintendências pela nova estrutura organizacional;
- colocar no mapeamento os organismos de normalização nacionais mais importantes (ASTM, ANSI, DIN, BSI);
- o mapeamento conseguiu colocar no papel todas as articulações envolvidas com a metrologia;
- o Brasil tem reconhecimento do seu sistema de acreditação da EA através do INMETRO (CGCRE);
- todos os acordos de reconhecimento mútuo e bilaterais, memorandos de entendimento, os protocolos de intenção, acordos de cooperação, acordos de assistência técnica são coordenados pela CAINT;
- a metrologia no Brasil tem sido muito mais industrial do que científica, nos últimos tempos tem-se dado ênfase ao desenvolvimento também na metrologia científica. Agora o Brasil começa a ter representatividade técnica e o estado da arte nos métodos de medições e realizações das grandezas;
- INMETRO (Jorge Cruz) faz parte de um sub-comitê de força e torque; (Iakira) faz parte do CC de fotometria e radiometria; (Valente) faz parte do CC de comprimento;
- para a área de articulação internacional do INMETRO o mapeamento apresentado na tese é de extrema importância.

**Entrevistado 4:** Entidade: INMETRO; Data: 15/08/2006; Áreas do mapeamento em ordem decrescente de conhecimento: metrologia científica e industrial; normalização e/ou regulamentação; avaliação da conformidade; metrologia legal.

**Considerações do entrevistado 4:**

– a grande parte dos outros INM é o que a DIMCI é, ou seja, são focalizados na metrologia científica e industrial. Esse formato dá, ao INMETRO, certa complexidade visto que ele atua na metrologia legal, na avaliação da conformidade, acreditação e qualidade;

– a DIMCI deve decidir sobre quais são padrões primários e incertezas necessários ao país (de preferência com níveis de incerteza baixo) e ainda ser um lócus de conhecimento em metrologia para apoiar a indústria no que diz respeito a competitividade e tecnologia;

– os padrões que a DIMCI possui vão servir para as calibrações realizadas no Brasil, para os ensaios de proficiência que os laboratórios brasileiros participam, para as comparações chave que a própria DIMCI participa;

– além das participações comentadas pelos entrevistados anteriores nos comitês consultivos do BIPM, existe a participação no CC em termometria. A intenção do INMETRO é participar em todos os CC, pois essa participação facilita a realização de intercomparações de ensaios de proficiência e garante ao Brasil inserção internacional;

– o Brasil poderia se candidatar a participar dos comitês conjuntos, ainda não participa, pois até hoje não houve a necessidade;

– concorda com a colocação dos entrevistados anteriores de acrescentar as instituições que não são ligadas a Convenção do Metro, a NCSLI e o IMEKO;

– sugere usar como tradução da expressão em inglês “liaison” a palavra em português “conexão”;

– é muito importante ter o conhecimento dessa estrutura para conhecer a inserção brasileira, através dele será possível tomar decisões a respeito de definições estratégicas da inserção brasileira. Através dessa estrutura é possível conhecer os organismos que atuam na metrologia nos âmbitos internacional, nacional, regional. O mapeamento envolve as áreas importantes relacionadas a metrologia e ajuda a entender todo o processo. É importante conhecer como os parceiros do Brasil no Mercosul estão inseridos e como estamos quando comparados com os EUA, por exemplo.

**Entrevistado 5:** Entidade: INMETRO; Data: 16/08/2006; Áreas do mapeamento em ordem decrescente de conhecimento: metrologia legal; metrologia científica e industrial; normalização e/ou regulamentação.

**Considerações do entrevistado 5:**

– a OIML é um fórum que discute e elabora normas sobre instrumentos de medição, ou seja, normas metrológicas. O INMETRO é membro da OIML, mas não assina o acordo de reconhecimento mútuo da OIML. O Brasil ainda não assinou esse acordo com a OIML, pois considera que a indústria ainda não está pronta para cumprir as exigências do acordo;

– a estrutura do INMETRO (DIMEL) agora possui duas superintendências (Rio Grande do Sul e Goiás) e os IPEM estaduais que fazem parte da RBMLQ. Está sendo criada no INMETRO uma estrutura para coordenar a RBMLQ. Permanecem as duas superintendências porque os estados não se interessaram em criar seu próprio IPEM. Isso significa que os IPEM têm a delegação do INMETRO para realizar a fiscalização das atividades metrológicas, que é executada pelo governo de cada estado;

– existe um tipo de acordo ou reconhecimento entre o ILAC e a OIML, esse acordo ou reconhecimento diz que esses organismos reconhecem a atividade de avaliação da conformidade uma da outra;

– na Metrologia Legal a avaliação da conformidade é chamada de apreciação de mapeamento e é realizada, no Brasil, com base em regulamentos técnicos. Além da apreciação de mapeamento inicial, que aprova que o instrumento seja comercializado, ainda existe a verificação, que é o acompanhamento freqüente e que é realizada pelos IPEM estaduais;

– o relacionamento entre as agências reguladoras brasileiras e o INMETRO é muito grande, pois é INMETRO é um instrumento para estas. As agências reguladoras estabelecem a obrigação do uso de determinados instrumentos, o INMETRO cria o regulamento técnico que definirá as características do instrumento. O INMETRO reúne a agência reguladora e o fabricante do instrumento de medição para que o uso e o regulamento técnico desse instrumento sejam definidos em conjunto;

– a forma que a avaliação da conformidade se realiza, é baseada na forma utilizada pela metrologia legal;

– a calibração realizada pela metrologia legal é baseada numa faixa, que é considerada boa, é como se fosse o zero do instrumento, mas numa faixa;



- na avaliação da conformidade pode ser acrescentada a OIML como orientadora e relacionar com o país, pois o controle metrológico é uma forma de avaliação da conformidade;
- toda regulamentação deve estar de acordo com o Acordo de Barreiras Técnicas da OMC. Quando os países elaboram seus regulamentos eles devem observar o Acordo de Barreiras Técnicas. A OMC participa das reuniões da OIML para verificar o alinhamento dos regulamentos emitidos pela OIML;
- acreditava que o INMETRO (DIMEL) participe de todos os Comitês Técnicos, mas fez a verificação e confirmou que realmente não consta como país participante do comitê técnico de instrumentos de medição de temperatura. O Brasil só vai à reunião dos comitês quando existe um texto que ele não concorda, quer modificar ou tem grande interesse que seja aprovado. Em alguns casos os representantes dos fabricantes de instrumentos de medição são levados às reuniões dos comitês técnicos;
- a metrologia legal tem uma comissão de metrologia no âmbito do Mercosul para ajustar os regulamentos técnicos entre os países participantes;
- considera o mapeamento realizado importante para o conhecimento da estrutura que fornece confiança às medições.

**Entrevistado 6:** Entidade: INMETRO; Data: 17/08/2006; Áreas do mapeamento em ordem decrescente de conhecimento: metrologia científica e industrial; normalização e/ou regulamentação; avaliação da conformidade; metrologia legal.

**Considerações do entrevistado 6:**

- entende a metrologia legal como uma avaliação da conformidade. A base do fornecimento da confiança às medições é dada pela metrologia científica e industrial, pois a metrologia legal verifica conformidade dos instrumentos de medição;
- a participação nos comitês consultivos significa estar próximo de quem atua no estado da arte das medições, se o INMETRO pretende fazer uma metrologia mais científica do que industrial ele deve procurar participar mais desses comitês. Fazer mais metrologia científica significa desenvolver a padronização das grandezas e métodos de medição primários. A participação nos comitês consultivos permite ampliar as relações e abrir espaço para a inserção brasileira desenvolver trabalhos em parcerias com instituições que trabalham na fronteira do conhecimento;

– este material poderá servir de base para o entendimento de toda a estrutura que envolve a metrologia, facilita até o conhecimento do próprio INMETRO. Ele coloca luz em vários pontos que parecem ser claros, mas na verdade são desconhecidos.

**Entrevistado 7:** Entidade: INMETRO; Data: 18/08/2006; Áreas do mapeamento em ordem decrescente de conhecimento: avaliação da conformidade; normalização e/ou regulamentação; metrologia científica e industrial; metrologia legal.

**Considerações do entrevistado 7:**

- existem fóruns de normalização particulares como, por exemplo, o EUREPGAP, que é o fórum dos atacadistas (Carrefour, por exemplo);
- um dos projetos estratégicos do INMETRO é fazer um levantamento dos principais parceiros na área de avaliação da conformidade. Esse mapeamento serve como base para esse levantamento.

**Entrevistado 8:** Entidade: INMETRO; Data: 18/08/2006; Áreas do mapeamento em ordem decrescente de conhecimento: avaliação da conformidade; normalização e/ou regulamentação; metrologia científica e industrial; metrologia legal.

**Considerações do entrevistado 8:**

- sugere colocar a metrologia antes da avaliação da conformidade, no mapeamento;
- colocou que a ISO e a IEC trabalham juntas e sugere ver a possibilidade de colocar as duas juntas;
- não é necessário colocar as subdivisões do SIM no mapeamento. As subdivisões regionais existem para facilitar os agrupamentos dos países;
- existe um novo comitê consultivo de materiais; existe um novo comitê brasileiro de regulamentação, ligado ao SINMETRO;
- o mapeamento serve como referência, como base para iniciar o entendimento do processo metrológico, ainda está complexo, pois a estrutura é muito grande. O mapeamento é bem interessante, vai a fundo nos organismos que fazem parte da estrutura. Este trabalho permite uma visão da estrutura metrológica que até hoje ninguém fez.

**Apêndice F - Tabela de contingência dos países que participam dos organismos que atuam em sistematização e formalização com articulação internacional**

Legenda:  País da América do Sul e/ou Latina

\* Estado parte do Mercosul

\*\* Estado associado ao Mercosul

Países	Organismos de sistematização e formalização com articulação internacional					
	IEC	ISO	ITU-T	OMC	Total da linha	Ordenação
EUA	1	1	72	1	75	1
Japão	1	1	29	1	32	2
Itália	1	1	16	1	19	3
Alemanha	1	1	15	1	18	4
China	1	1	14	1	17	5
Reino Unido	1	1	14	1	17	5
França	1	1	11	1	14	6
Canadá	1	1	7	1	10	7
Índia	1	1	6	1	9	8
África do Sul	1	1	4	1	7	9
Bélgica	1	1	4	1	7	9
Coréia do Norte	1	1	5	0	7	9
Holanda	1	1	4	1	7	9
Espanha	1	1	3	1	6	10
Finlândia	0	1	4	1	6	10
Indonésia	1	1	3	1	6	10
Malásia	1	1	3	1	6	10
México	1	2	2	1	6	10
Nigéria	1	2	2	1	6	10
Polônia	1	1	3	1	6	10
Quênia	1	1	3	1	6	10
Singapura	1	2	2	1	6	10
Suíça	1	1	3	1	6	10
Arábia Saudita	1	1	2	1	5	11
Brasil*	1	1	2	1	5	11
Colômbia**	1	1	2	1	5	11
Filipinas	1	1	2	1	5	11
Israel	1	1	2	1	5	11
Noruega	1	1	2	1	5	11
Omã	0	1	3	1	5	11
Paquistão	1	1	2	1	5	11
Suécia	1	1	2	1	5	11
Turquia	1	1	2	1	5	11
Austrália	1	1	1	1	4	12
Chile**	0	1	2	1	4	12
Dinamarca	1	1	1	1	4	12
Emirados Árabes Unidos	0	1	2	1	4	12
Eslováquia	1	1	1	1	4	12
Grécia	1	1	1	1	4	12
Hungria	1	1	1	1	4	12
Jamaica	0	1	2	1	4	12
Luxemburgo	1	1	1	1	4	12
Portugal	1	1	1	1	4	12
República Tcheca	1	1	1	1	4	12
Romênia	1	1	1	1	4	12
Sérvia	1	1	2	0	4	12
Sri Lanka	1	1	1	1	4	12
Zimbábue	0	1	2	1	4	12

Argentina*	1	1	0	1	3	13
Áustria	1	0	1	1	3	13
Barém	0	1	1	1	3	13
Bósnia Herzegovina	1	1	1	0	3	13
Bulgária	1	1	0	1	3	13
Catar	0	1	1	1	3	13
Coréia do Sul	1	1	0	1	3	13
Costa do Marfim	0	1	1	1	3	13
Croácia	1	1	0	1	3	13
Cuba	0	1	1	1	3	13
El Salvador	1	1	0	1	3	13
Eslovênia	1	1	0	1	3	13
Estônia	1	1	0	1	3	13
Gana	0	1	1	1	3	13
Guiana	0	1	1	1	3	13
Haiti	0	0	2	1	3	13
Irã	1	1	1	0	3	13
Irlanda	1	1	0	1	3	13
Islândia	1	1	0	1	3	13
Jordânia	0	1	1	1	3	13
Kuwait	0	1	1	1	3	13
Lesoto	0	1	1	1	3	13
Letônia	1	1	0	1	3	13
Lituânia	1	1	0	1	3	13
Macedônia	1	1	0	1	3	13
Malta	1	1	0	1	3	13
Marrocos	0	1	1	1	3	13
Nova Zelândia	1	0	1	1	3	13
Paraguai*	0	1	1	1	3	13
Peru**	0	1	1	1	3	13
Ruanda	1	1	0	1	3	13
Rússia	0	1	2	0	3	13
Senegal	0	1	1	1	3	13
Tailândia	1	1	0	1	3	13
Togo	0	1	1	1	3	13
Trindade e Tobago	0	1	1	1	3	13
Tunísia	1	1	0	1	3	13
Venezuela**	0	1	1	1	3	13
Albânia	0	1	0	1	2	14
Algéria	0	1	1	0	2	14
Angola	0	1	0	1	2	14
Antigua e Barbudas	0	1	0	1	2	14
Bangladeche	0	1	0	1	2	14
Barbados	0	1	0	1	2	14
Benim	0	1	0	1	2	14
Bielo-Rússia	1	1	0	0	2	14
Bolívia**	0	1	0	1	2	14
Botsuana	0	1	0	1	2	14
Brunei	0	1	0	1	2	14
Burquina Faso	0	1	0	1	2	14
Burundi	0	1	0	1	2	14
Camarões	0	0	1	1	2	14
Camboja	0	1	0	1	2	14
Cazaquistão	1	1	0	0	2	14
Chipre	1	0	0	1	2	14
Costa Rica	0	1	0	1	2	14
Dominica	0	1	0	1	2	14
Egito	0	1	0	1	2	14
Equador**	0	1	0	1	2	14
Fiji	0	1	0	1	2	14
Geórgia	0	1	0	1	2	14

Granada	0	1	0	1	2	14
Guatemala	0	1	0	1	2	14
Guiné Bissau	0	1	0	1	2	14
Honduras	0	1	0	1	2	14
Hong Kong	0	1	0	1	2	14
Madagascar	0	1	0	1	2	14
Malauí	0	1	0	1	2	14
Mali	0	1	0	1	2	14
Mianmar	0	1	0	1	2	14
Moçambique	0	1	0	1	2	14
Moldávia	0	1	0	1	2	14
Mongólia	0	1	0	1	2	14
Namíbia	0	1	0	1	2	14
Nepal	0	1	0	1	2	14
Nicarágua	0	1	0	1	2	14
Panamá	0	1	0	1	2	14
Papua Nova Guiné	0	1	0	1	2	14
Quirguistão	0	1	0	1	2	14
República Dominicana	0	1	0	1	2	14
Santa Lúcia	0	1	0	1	2	14
São Vicente e Grenadinas	0	1	0	1	2	14
Suazilândia	0	1	0	1	2	14
Sudão	0	1	1	0	2	14
Tanzânia	0	1	0	1	2	14
Ucrânia	1	1	0	0	2	14
Uganda	0	1	0	1	2	14
Uruguai*	0	1	0	1	2	14
Vietnã	1	1	0	0	2	14
Zâmbia	0	1	0	1	2	14
Afeganistão	0	1	0	0	1	15
Armênia	0	0	0	1	1	15
Azerbaijão	0	1	0	0	1	15
Belize	0	0	0	1	1	15
Butão	0	1	0	0	1	15
Congo	0	0	0	1	1	15
Eritreia	0	1	0	0	1	15
Etiópia	0	1	0	0	1	15
Gabão	0	0	0	1	1	15
Gâmbia	0	0	0	1	1	15
Iêmen	0	1	0	0	1	15
Iraque	0	1	0	0	1	15
Líbano	0	1	0	0	1	15
Líbia	0	1	0	0	1	15
Maurícias	0	0	0	1	1	15
Mauritânia	0	0	1	0	1	15
Palestina	0	1	0	0	1	15
Rep. Democ. Congo	0	1	0	0	1	15
São Cristóvão e Neves	0	0	0	1	1	15
Seychelles	0	1	0	0	1	15
Síria	0	1	0	0	1	15
Suriname	0	0	0	1	1	15
Taiwan	0	0	0	1	1	15
Tajiquistão	0	1	0	0	1	15
Turquemenistão	0	1	0	0	1	15
Uzbequistão	0	1	0	0	1	15
<b>Total de participantes no organismo (coluna)</b>	<b>67</b>	<b>152</b>	<b>298</b>	<b>136</b>	<b>653</b>	<b>----</b>
<b>Total de países</b>	<b>67</b>	<b>149</b>	<b>74</b>	<b>136</b>	<b>----</b>	<b>----</b>

**Apêndice G - Tabela das distâncias métricas dos países que participam dos organismos que atuam em sistematização e formalização com articulação internacional**

Legenda:  País da América do Sul e/ou Latina

\* Estado parte do Mercosul

\*\* Estado associado ao Mercosul

Grupo	País	Dimensão 1	Dimensão 2
	Mauritânia	-1,2777	0,3219
	EUA	-1,1881	0,2675
	Japão	-1,0678	0,1943
	Itália	-0,9243	0,1069
	Alemanha	-0,9046	0,0950
GP1	China	-0,8827	0,0816
	Reino Unido	-0,8827	0,0816
	França	-0,7980	0,0301
	Coréia do Norte	-0,6733	-0,3699
	Canadá	-0,6062	-0,0866
	Índia	-0,5316	-0,1320
	Haiti	-0,4496	0,5746
	Finlândia	-0,4460	0,4702
	Rússia	-0,4423	0,3658
GP2	Bélgica	-0,3184	-0,2617
	Holanda	-0,3184	-0,2617
	África do Sul	-0,3184	-0,2617
	Omã	-0,2796	0,4998
	Sérvia	-0,2200	-0,8888
GP3	Espanha	-0,1585	-0,3589
	Indonésia	-0,1585	-0,3589
	Malásia	-0,1585	-0,3589
	Polônia	-0,1585	-0,3589
	Quênia	-0,1585	-0,3589
	Suíça	-0,1585	-0,3589
	Camarões	-0,0355	0,7009
GP4	Chile**	-0,0301	0,5443
	Emirados Árabes Unidos	-0,0301	0,5443
	Jamaica	-0,0301	0,5443
	Zimbábue	-0,0301	0,5443
GP5	Algéria	-0,0247	0,3878
	Sudão	-0,0247	0,3878
GP6	Arábia Saudita	0,0653	-0,4951
	Brasil*	0,0653	-0,4951
	Colômbia**	0,0653	-0,4951
	Filipinas	0,0653	-0,4951
	Israel	0,0653	-0,4951
	Noruega	0,0653	-0,4951
	Paquistão	0,0653	-0,4951
	Suécia	0,0653	-0,4951
	Turquia	0,0653	-0,4951
GP7	Áustria	0,1253	-1,0837
	Nova Zelândia	0,1253	-1,0837
GP8	Bósnia Herzegovina	0,1325	-1,2924
	Irã	0,1325	-1,2924
GP9	México	0,2591	-0,3370
	Nigéria	0,2591	-0,3370
	Singapura	0,2591	-0,3370
GP10	Barém	0,3858	0,6185
	Catar	0,3858	0,6185
	Costa do Marfim	0,3858	0,6185

	Cuba	0,3858	0,6185
	Gana	0,3858	0,6185
	Guiana	0,3858	0,6185
	Jordânia	0,3858	0,6185
	Kuwait	0,3858	0,6185
	Lesoto	0,3858	0,6185
	Marrocos	0,3858	0,6185
	Paraguai*	0,3858	0,6185
	Peru**	0,3858	0,6185
	Senegal	0,3858	0,6185
	Togo	0,3858	0,6185
	Trindade e Tobago	0,3858	0,6185
	Venezuela**	0,3858	0,6185
GP11	Austrália	0,4010	-0,6994
	Dinamarca	0,4010	-0,6994
	Eslováquia	0,4010	-0,6994
	Grécia	0,4010	-0,6994
	Hungria	0,4010	-0,6994
	Luxemburgo	0,4010	-0,6994
	Portugal	0,4010	-0,6994
	República Tcheca	0,4010	-0,6994
	Romênia	0,4010	-0,6994
	Sri Lanka	0,4010	-0,6994
	Chipre	0,8268	-1,7865
GP12	Bielo-Rússia	0,8376	-2,0996
	Cazaquistão	0,8376	-2,0996
	Ucrânia	0,8376	-2,0996
	Vietnã	0,8376	-2,0996
GP13	Argentina*	0,9606	-1,0398
	Bulgária	0,9606	-1,0398
	Coréia do Sul	0,9606	-1,0398
	Croácia	0,9606	-1,0398
	El Salvador	0,9606	-1,0398
	Eslovênia	0,9606	-1,0398
	Estônia	0,9606	-1,0398
	Irlanda	0,9606	-1,0398
	Islândia	0,9606	-1,0398
	Letônia	0,9606	-1,0398
	Lituânia	0,9606	-1,0398
	Macedônia	0,9606	-1,0398
	Malta	0,9606	-1,0398
	Ruanda	0,9606	-1,0398
	Tailândia	0,9606	-1,0398
	Tunísia	0,9606	-1,0398
GP14	Armênia	1,2066	1,0798
	Belize	1,2066	1,0798
	Congo	1,2066	1,0798
	Gabão	1,2066	1,0798
	Gambia	1,2066	1,0798
	Maurícias	1,2066	1,0798
	São Cristóvão e Neves	1,2066	1,0798
	Suriname	1,2066	1,0798
	Taiwan	1,2066	1,0798
GP15	Albânia	1,2175	0,7667
	Angola	1,2175	0,7667
	Antigua e Barbudas	1,2175	0,7667
	Bangladeche	1,2175	0,7667
	Barbados	1,2175	0,7667
	Benim	1,2175	0,7667
	Bolívia**	1,2175	0,7667
	Botsuana	1,2175	0,7667

Brunei	1,2175	0,7667
Burquina Faso	1,2175	0,7667
Burundi	1,2175	0,7667
Camboja	1,2175	0,7667
Costa Rica	1,2175	0,7667
Dominica	1,2175	0,7667
Egito	1,2175	0,7667
Equador**	1,2175	0,7667
Fiji	1,2175	0,7667
Geórgia	1,2175	0,7667
Granada	1,2175	0,7667
Guatemala	1,2175	0,7667
Guiné Bissau	1,2175	0,7667
Honduras	1,2175	0,7667
Hong Kong	1,2175	0,7667
Madagascar	1,2175	0,7667
Malauí	1,2175	0,7667
Mali	1,2175	0,7667
Mianmar	1,2175	0,7667
Moçambique	1,2175	0,7667
Moldávia	1,2175	0,7667
Mongólia	1,2175	0,7667
Namíbia	1,2175	0,7667
Nepal	1,2175	0,7667
Nicarágua	1,2175	0,7667
Panamá	1,2175	0,7667
Papua Nova Guiné	1,2175	0,7667
Quirguistão	1,2175	0,7667
República Dominicana	1,2175	0,7667
Santa Lúcia	1,2175	0,7667
São Vicente e Grenadinas	1,2175	0,7667
Suazilândia	1,2175	0,7667
Tanzânia	1,2175	0,7667
Uganda	1,2175	0,7667
Uruguai*	1,2175	0,7667
Zâmbia	1,2175	0,7667
GP16		
Afeganistão	1,2283	0,4536
Azerbaijão	1,2283	0,4536
Butão	1,2283	0,4536
Eritreia	1,2283	0,4536
Etiópia	1,2283	0,4536
Iêmen	1,2283	0,4536
Iraque	1,2283	0,4536
Líbano	1,2283	0,4536
Líbia	1,2283	0,4536
Palestina	1,2283	0,4536
Rep. Democ. Congo	1,2283	0,4536
Seychelles	1,2283	0,4536
Síria	1,2283	0,4536
Tajiquistão	1,2283	0,4536
Turquemenistão	1,2283	0,4536
Uzbequistão	1,2283	0,4536



**Apêndice H - Tabela de contingência dos países que participam dos organismos que atuam em avaliação da conformidade com articulação internacional**

Legenda:  País da América do Sul e/ou Latina

\* Estado parte do Mercosul

\*\* Estado associado ao Mercosul

Países	Organismos que atuam em avaliação da conformidade com articulação internacional					Total da linha	Ordenação
	IAF	ILAC	ISO CASCO	OIML			
Alemanha	1	4	1	1	7	1	
EUA	1	4	1	1	7	1	
Japão	2	2	1	1	6	2	
Canadá	1	2	1	1	5	3	
China	2	2	0	1	5	3	
Coréia do Norte	2	1	1	1	5	3	
Finlândia	1	1	2	1	5	3	
Itália	1	2	1	1	5	3	
Argentina*	1	1	1	1	4	4	
Austria	1	1	1	1	4	4	
Bélgica	1	1	1	1	4	4	
Brasil*	1	1	1	1	4	4	
Dinamarca	1	1	1	1	4	4	
Egito	1	1	1	1	4	4	
Eslováquia	1	1	1	1	4	4	
Eslovênia	1	0	2	1	4	4	
Espanha	1	1	1	1	4	4	
França	1	1	1	1	4	4	
Grécia	1	1	1	1	4	4	
Holanda	1	1	1	1	4	4	
Índia	1	1	1	1	4	4	
Indonésia	1	1	1	1	4	4	
Irlanda	1	1	1	1	4	4	
Malásia	1	1	1	1	4	4	
México	1	1	1	1	4	4	
Noruega	1	1	1	1	4	4	
Polônia	1	1	1	1	4	4	
África do Sul	1	1	0	1	3	5	
Austrália	1	1	0	1	3	5	
Coréia do Sul	1	0	1	1	3	5	
Cuba	0	1	1	1	3	5	
Filipinas	1	1	1	0	3	5	
Irã	1	0	1	1	3	5	
Israel	0	1	1	1	3	5	
Malta	0	0	2	1	3	5	
Maurícias	1	0	1	1	3	5	
Nova Zelândia	1	1	0	1	3	5	
Paquistão	1	0	1	1	3	5	
Albânia	0	0	1	1	2	6	
Algéria	0	0	1	1	2	6	
Arábia Saudita	0	0	1	1	2	6	
Barbados	0	0	1	1	2	6	
Bielo-Rússia	0	0	1	1	2	6	
Bósnia Herzegovina	0	0	1	1	2	6	
Botsuana	0	0	1	1	2	6	
Bulgária	0	0	1	1	2	6	
Catar	0	0	1	1	2	6	
Chipre	0	0	1	1	2	6	

Costa Rica	0	0	1	1	2	6
Croácia	0	0	1	1	2	6
Estônia	0	0	1	1	2	6
Etiópia	0	0	1	1	2	6
Hong Kong	0	0	1	1	2	6
Hungria	0	0	1	1	2	6
Islândia	0	0	1	1	2	6
Kuwait	0	0	1	1	2	6
Letônia	0	0	1	1	2	6
Lituânia	0	0	1	1	2	6
Luxemburgo	1	0	0	1	2	6
Marrocos	0	0	1	1	2	6
Moçambique	0	0	1	1	2	6
Moldávia	0	0	1	1	2	6
Mongólia	0	0	1	1	2	6
Omã	0	0	1	1	2	6
Armênia	0	0	1	0	1	7
Azerbaijão	0	0	1	0	1	7
Bangladeche	0	0	0	1	1	7
Barém	0	0	0	1	1	7
Benim	0	0	0	1	1	7
Bolívia**	0	0	1	0	1	7
Brunei	0	0	1	0	1	7
Burquina Faso	0	0	0	1	1	7
Camboja	0	0	0	1	1	7
Cazaquistão	0	0	0	1	1	7
Chile**	1	0	0	0	1	7
Colômbia**	0	0	1	0	1	7
Comores	0	0	0	1	1	7
Emirados Árabes Unidos	1	0	0	0	1	7
Equador**	0	0	1	0	1	7
Fiji	0	0	0	1	1	7
Gabão	0	0	0	1	1	7
Gana	0	0	0	1	1	7
Guatemala	0	0	0	1	1	7
Iraque	0	0	1	0	1	7
Jamaica	0	0	1	0	1	7
Jordânia	0	0	0	1	1	7
Libano	0	0	1	0	1	7
Líbia	0	0	0	1	1	7
Macedônia	0	0	1	0	1	7
Madagascar	0	0	0	1	1	7
Mônaco	0	0	0	1	1	7
Namíbia	0	0	1	0	1	7
Nepal	0	0	0	1	1	7
Nicarágua	0	0	0	1	1	7
Nigéria	0	0	1	0	1	7
Palestina	0	0	1	0	1	7
Panamá	0	0	0	1	1	7
Papua Nova Guiné	0	0	0	1	1	7
Paraguai*	0	0	0	1	1	7
Peru**	0	0	0	1	1	7
<b>Total de participantes no organismo (coluna)</b>	<b>41</b>	<b>42</b>	<b>75</b>	<b>84</b>	<b>242</b>	<b>----</b>
<b>Total de países</b>	<b>38</b>	<b>32</b>	<b>72</b>	<b>84</b>	<b>----</b>	<b>----</b>

*Apêndice I - Tabela das distâncias métricas dos países que participam dos organismos que atuam em avaliação da conformidade com articulação internacional*

Legenda:  País da América do Sul e/ou Latina

\* Estado parte do Mercosul

\*\* Estado associado ao Mercosul

<b>Grupo</b>	<b>País</b>	<b>Dimensão 1</b>	<b>Dimensão 2</b>
GP1	Chile**	-1,6821	0,0450
	Emirados Árabes Unidos	-1,6821	0,0450
	China	-1,2511	0,3442
GP2	Alemanha	-1,0684	-0,0375
	EUA	-1,0684	-0,0375
	Filipinas	-0,8894	-0,6232
	Japão	-0,8870	-0,0283
GP3	África do Sul	-0,8847	0,5665
	Austrália	-0,8847	0,5665
	Nova Zelândia	-0,8847	0,5665
GP4	Canadá	-0,7280	-0,0430
	Itália	-0,7280	-0,0430
	Coréia do Norte	-0,6806	-0,0293
GP5	Argentina*	-0,4302	-0,0478
	Áustria	-0,4302	-0,0478
	Bélgica	-0,4302	-0,0478
	Brasil*	-0,4302	-0,0478
	Dinamarca	-0,4302	-0,0478
	Egito	-0,4302	-0,0478
	Eslováquia	-0,4302	-0,0478
	Espanha	-0,4302	-0,0478
	França	-0,4302	-0,0478
	Grécia	-0,4302	-0,0478
	Holanda	-0,4302	-0,0478
	Índia	-0,4302	-0,0478
	Indonésia	-0,4302	-0,0478
	Irlanda	-0,4302	-0,0478
	Malásia	-0,4302	-0,0478
	México	-0,4302	-0,0478
	Noruega	-0,4302	-0,0478
	Polônia	-0,4302	-0,0478
	Luxemburgo	-0,3674	0,8616
	Finlândia	-0,1575	-0,4165
GP6	Cuba	-0,0129	-0,0788
	Israel	-0,0129	-0,0788
GP7	Coréia do Sul	0,0662	-0,0559
	Irã	0,0662	-0,0559
	Maurícias	0,0662	-0,0559
	Paquistão	0,0662	-0,0559
	Eslovênia	0,2830	-0,5147
GP8	Armênia	0,9333	-1,8909
	Azerbaijão	0,9333	-1,8909
	Bolívia**	0,9333	-1,8909
	Brunei	0,9333	-1,8909
	Colômbia**	0,9333	-1,8909
	Equador**	0,9333	-1,8909
	Iraque	0,9333	-1,8909
	Jamaica	0,9333	-1,8909
	Líbano	0,9333	-1,8909
	Macedônia	0,9333	-1,8909
	Namíbia	0,9333	-1,8909

	Nigéria	0,9333	-1,8909
	Palestina	0,9333	-1,8909
	Malta	0,9380	-0,7012
GP9	Albânia	0,9403	-0,1064
	Algéria	0,9403	-0,1064
	Arábia Saudita	0,9403	-0,1064
	Barbados	0,9403	-0,1064
	Bielo-Rússia	0,9403	-0,1064
	Bósnia Herzegovina	0,9403	-0,1064
	Botsuana	0,9403	-0,1064
	Bulgária	0,9403	-0,1064
	Catar	0,9403	-0,1064
	Chipre	0,9403	-0,1064
	Costa Rica	0,9403	-0,1064
	Croácia	0,9403	-0,1064
	Estônia	0,9403	-0,1064
	Etiópia	0,9403	-0,1064
	Hong Kong	0,9403	-0,1064
	Hungria	0,9403	-0,1064
	Islândia	0,9403	-0,1064
	Kuwait	0,9403	-0,1064
	Letônia	0,9403	-0,1064
	Lituânia	0,9403	-0,1064
	Marrocos	0,9403	-0,1064
	Moçambique	0,9403	-0,1064
	Moldávia	0,9403	-0,1064
	Mongólia	0,9403	-0,1064
	Omã	0,9403	-0,1064
GP10	Bangladeche	0,9474	1,6781
	Barém	0,9474	1,6781
	Benim	0,9474	1,6781
	Burquina Faso	0,9474	1,6781
	Camboja	0,9474	1,6781
	Cazaquistão	0,9474	1,6781
	Comores	0,9474	1,6781
	Fiji	0,9474	1,6781
	Gabão	0,9474	1,6781
	Gana	0,9474	1,6781
	Guatemala	0,9474	1,6781
	Jordânia	0,9474	1,6781
	Líbia	0,9474	1,6781
	Madagascar	0,9474	1,6781
	Mônaco	0,9474	1,6781
	Nepal	0,9474	1,6781
	Nicarágua	0,9474	1,6781
	Panamá	0,9474	1,6781
	Papua Nova Guiné	0,9474	1,6781
	Paraguai*	0,9474	1,6781
	Peru**	0,9474	1,6781

**Apêndice J - Tabela de contingência dos países que participam dos organismos que atuam em metrologia científica e industrial com articulação internacional**

Legenda:  País da América do Sul e/ou Latina

\* Estado parte do Mercosul

\*\* Estado associado ao Mercosul

Países	Organismos de metrologia científica e industrial com articulação internacional				
	Convenção do Metro	IMEKO	MRA do CIPM	Total da linha	Ordenação
França	1	1	10	12	1
Dinamarca	1	0	10	11	2
Espanha	1	1	7	9	3
Finlândia	1	1	7	9	3
Chile**	0	0	7	7	4
República Tcheca	1	1	5	7	4
Eslovênia	1	1	4	6	5
Portugal	1	1	4	6	5
Reino Unido	1	1	4	6	5
Ucrânia	1	0	5	6	5
Alemanha	1	1	3	5	6
Cuba	1	0	4	5	6
Grécia	1	1	3	5	6
Lituânia	1	0	4	5	6
Polônia	1	1	3	5	6
Romênia	1	1	3	5	6
Suíça	1	1	3	5	6
Taiwan	1	0	4	5	6
Austrália	1	0	3	4	7
Brasil*	1	1	2	4	7
Costa Rica	1	0	3	4	7
Itália	0	1	3	4	7
Japão	0	1	3	4	7
México	1	1	2	4	7
Tailândia	1	1	2	4	7
África do Sul	1	1	1	3	8
Áustria	1	1	1	3	8
Canadá	0	1	2	3	8
China	0	1	2	3	8
Croácia	1	1	1	3	8
Egito	1	1	1	3	8
Eslováquia	1	1	1	3	8
EUA	1	0	2	3	8
Holanda	1	1	1	3	8
Hungria	1	1	1	3	8
Noruega	1	0	2	3	8
Quênia	1	1	1	3	8
Rússia	1	1	1	3	8
Suécia	1	1	1	3	8
Turquia	1	1	1	3	8
Uruguai*	1	0	2	3	8
Argentina*	1	0	1	2	9
Bélgica	0	1	1	2	9
Bielo-Rússia	1	0	1	2	9
Bulgária	0	1	1	2	9
Cazaquistão	1	0	1	2	9
Coréia do Norte	1	1	0	2	9
Coréia do Sul	1	0	1	2	9

Equador**	1	0	1	2	9
Estônia	1	0	1	2	9
Filipinas	1	0	1	2	9
Hong Kong	1	0	1	2	9
Índia	1	0	1	2	9
Indonésia	1	0	1	2	9
Israel	0	1	1	2	9
Jamaica	1	0	1	2	9
Letônia	1	0	1	2	9
Malásia	1	0	1	2	9
Malta	1	0	1	2	9
Nova Zelândia	1	0	1	2	9
Panamá	1	0	1	2	9
Singapura	0	0	2	2	9
Vietnã	1	0	1	2	9
Albânia	0	1	0	1	10
Antigua e Barbudas	0	0	1	1	10
Barbados	0	0	1	1	10
Belize	0	0	1	1	10
Dominica	0	0	1	1	10
Granada	0	0	1	1	10
Guiana	0	0	1	1	10
Irã	1	0	0	1	10
Iraque	0	0	1	1	10
Macedônia	1	0	0	1	10
Nigéria	0	1	0	1	10
Paquistão	1	0	0	1	10
República Dominicana	1	0	0	1	10
Santa Lúcia	0	0	1	1	10
São Cristóvão e Neves	0	0	1	1	10
São Vicente e Grenadinas	0	0	1	1	10
Sérvia	0	0	1	1	10
Suriname	0	0	1	1	10
Trindade e Tobago	0	0	1	1	10
Venezuela**	1	0	0	1	10
<b>Total de participantes no organismo (coluna)</b>	<b>59</b>	<b>36</b>	<b>164</b>	<b>259</b>	<b>----</b>
<b>Total de países</b>	<b>59</b>	<b>36</b>	<b>74</b>	<b>----</b>	<b>----</b>

**Apêndice K - Tabela das distâncias métricas dos países que participam dos organismos que atuam em metrologia científica e industrial com articulação internacional**

Legenda:  País da América do Sul e/ou Latina

\* Estado parte do Mercosul

\*\* Estado associado ao Mercosul

Grupo	País	Dimensão 1	Dimensão 2
GP1	Antigua e Barbudas	-1,0660	0,3216
	Barbados	-1,0660	0,3216
	Belize	-1,0660	0,3216
	Dominica	-1,0660	0,3216
	Granada	-1,0660	0,3216
	Guiana	-1,0660	0,3216
	Iraque	-1,0660	0,3216
	Santa Lúcia	-1,0660	0,3216
	São Cristóvão e Neves	-1,0660	0,3216
	São Vicente e Grenadinas	-1,0660	0,3216
	Sérvia	-1,0660	0,3216
	Suriname	-1,0660	0,3216
	Trindade e Tobago	-1,0660	0,3216
	Chile**	-1,0660	0,3216
Singapura	-1,0660	0,3216	
	Dinamarca	-0,8501	0,0734
	Ucrânia	-0,6702	-0,1335
GP2	Cuba	-0,5910	-0,2245
	Lituânia	-0,5910	-0,2245
	Taiwan	-0,5910	-0,2245
	França	-0,5534	0,2741
GP3	Austrália	-0,4722	-0,3610
	Costa Rica	-0,4722	-0,3610
GP4	Espanha	-0,3825	0,2583
	Finlândia	-0,3825	0,2583
GP5	EUA	-0,2743	-0,5885
	Noruega	-0,2743	-0,5885
	Uruguai*	-0,2743	-0,5885
	República Tcheca	-0,1872	0,2402
GP6	Itália	-0,1218	0,8618
	Japão	-0,1218	0,8618
GP7	Eslovênia	-0,0407	0,2267
	Portugal	-0,0407	0,2267
	Reino Unido	-0,0407	0,2267
GP8	Argentina*	0,1216	-1,0435
	Bielo-Rússia	0,1216	-1,0435
	Cazaquistão	0,1216	-1,0435
	Coréia do Sul	0,1216	-1,0435
	Equador**	0,1216	-1,0435
	Estônia	0,1216	-1,0435
	Filipinas	0,1216	-1,0435
	Hong Kong	0,1216	-1,0435
	Índia	0,1216	-1,0435
	Indonésia	0,1216	-1,0435
	Jamaica	0,1216	-1,0435
	Letônia	0,1216	-1,0435
	Malásia	0,1216	-1,0435
	Malta	0,1216	-1,0435
	Nova Zelândia	0,1216	-1,0435
	Panamá	0,1216	-1,0435
Vietnã	0,1216	-1,0435	

GP9	Alemanha	0,1644	0,2077
	Grécia	0,1644	0,2077
	Polónia	0,1644	0,2077
	Romênia	0,1644	0,2077
	Suíça	0,1644	0,2077
GP10	Canadá	0,1929	1,0419
	China	0,1929	1,0419
GP11	Brasil*	0,4720	0,1793
	México	0,4720	0,1793
	Tailândia	0,4720	0,1793
GP12	Bélgica	0,8223	1,4021
	Bulgária	0,8223	1,4021
	Israel	0,8223	1,4021
GP13	Áustria	0,9846	0,1318
	Croácia	0,9846	0,1318
	Egito	0,9846	0,1318
	Eslováquia	0,9846	0,1318
	Holanda	0,9846	0,1318
	Hungria	0,9846	0,1318
	Quênia	0,9846	0,1318
	Rússia	0,9846	0,1318
	Suécia	0,9846	0,1318
	Turquia	0,9846	0,1318
	África do Sul	0,9846	0,1318
	GP14	Irã	1,3092
Macedônia		1,3092	-2,4086
Paquistão		1,3092	-2,4086
República Dominicana		1,3092	-2,4086
Venezuela**		1,3092	-2,4086
	Coréia do Norte	2,0100	0,0370
GP15	Nigéria	2,7107	2,4826
	Albânia	2,7107	2,4826



**Apêndice L - Tabela de contingência dos países que participam dos Comitês Consultivos do CIPM**

Legenda:  País da América do Sul e/ou Latina  
 \* Estado parte do Mercosul  
 \*\* Estado associado ao Mercosul

Países	Comitês Consultivos do CIPM												Total da linha	Ordenação
	CCAUV	CCEM	CCL	CCM	CCPR	CCQM	CCRI I	CCRI II	CCRI III	CCT	CCTF	CCU		
EUA	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	14	1
Rússia	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	14	1
Alemanha	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	13	2
China	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	13	2
Japão	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	13	2
Reino Unido	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	13	2
França	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	11	3
Austrália	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	10	4
Canadá	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	10	4
Coréia do Sul	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	10	4
Holanda	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	10	4
Itália	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	10	4
África do Sul	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	9	5
Espanha	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	9	5
Suíça	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	9	5
Turquia	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	8	6
Brasil*	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	7	7
Singapura	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	7	7
Eslováquia	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	6	8
Índia	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	6	8
México	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	5	9
Polônia	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	5	9
República Tcheca	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	5	9
Hungria	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	4	10
Suécia	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	4	10
Áustria	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	3	11

Finlândia	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	11
Nova Zelândia	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	3	11
Argentina*	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	12
Dinamarca	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	12
Portugal	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	12
Bélgica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	13
Bulgária	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	13
Irlanda	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	13
Israel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	13
Noruega	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	13
Romênia	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	13
<b>Total de participantes no organismo (coluna)</b>	<b>21</b>	<b>26</b>	<b>22</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>28</b>	<b>19</b>	<b>21</b>	<b>11</b>	<b>23</b>	<b>25</b>	<b>7</b>	<b>246</b>	<b>----</b>
<b>Total de países</b>	<b>20</b>	<b>26</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>26</b>	<b>19</b>	<b>21</b>	<b>10</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>7</b>	<b>---</b>	<b>---</b>

**Apêndice M - Tabela das distâncias métricas dos países que participam dos Comitês Consultivos do CIPM**

Legenda:  País da América do Sul e/ou Latina  
 \* Estado parte do Mercosul  
 \*\* Estado associado ao Mercosul

<b>Grupo</b>	<b>País</b>	<b>Dimensão 1</b>	<b>Dimensão 2</b>
GP1	Bélgica	-3,7391	-2,4085
	Israel	-3,7391	-2,4085
	Áustria	-3,0202	-0,9435
	Polônia	-1,1938	0,7574
	Romênia	-0,8641	2,8639
	Japão	-0,3219	-0,0674
	Índia	-0,3082	-0,0045
	Hungria	-0,2779	1,3685
	EUA	-0,2531	-0,0877
	Suíça	-0,1932	0,1158
	África do Sul	-0,1074	0,1785
	República Tcheca	-0,0662	1,4210
	China	-0,0403	0,2705
	GP2	Reino Unido	-0,0125
Alemanha		-0,0125	0,2094
França		-0,0053	0,1036
GP3	Canadá	0,0019	-0,0844
	Holanda	0,0019	-0,0844
	Itália	0,0019	-0,0844
	Austrália	0,0019	-0,0844
	Espanha	0,0253	0,0015
	Suécia	0,0463	0,9887
	Coréia do Sul	0,1524	-0,0847
	Rússia	0,1642	-0,2002
	Irlanda	0,2837	1,1896
	Brasil*	0,2936	0,6158
	Turquia	0,3082	-0,7118
	Singapura	0,3619	-0,8356
	México	0,7334	-0,2917
	Eslováquia	0,7756	-0,6515
	Dinamarca	0,9175	0,9065
	Bulgária	0,9864	-2,4505
	Finlândia	1,0814	-0,0982
Portugal	1,3722	-2,1680	
Nova Zelândia	1,4535	-0,6094	
Noruega	1,5514	0,6233	
Argentina*	1,6547	-0,6311	