

Pedro Paulo Almeida Silva

**Metrologia nas normas,
normas na metrologia**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Programa de Pós-Graduação em
Metrologia para Qualidade Industrial

Rio de Janeiro
abril de 2003



Pedro Paulo Almeida Silva

METROLOGIA NAS NORMAS, NORMAS NA METROLOGIA

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Metrologia, área de concentração em Metrologia para Qualidade Industrial, Centro Técnico-Científico da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio). Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. Maurício Nogueira Frota

Orientador

Programa de Pós-Graduação em Metrologia para a Qualidade Industrial
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-Rio

Engº. José Augusto A. K. Pinto de Abreu

Co-orientador

Sextante Ltda.

Prof. Pierre Ohayon

Faculdade de Administração e Ciências Contábeis
Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ

Profa. Vania Maria Rodrigues Hermes de Araújo

Sociedade Brasileira de Metrologia – SBM

Prof. David S. Kupfer

Faculdade de Economia

Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ

Prof. Ney Augusto Dumond

Coordenador Setorial do

Centro técnico Científico – PUC-Rio

Rio de Janeiro, 24 de abril de 2003



Pedro Paulo Almeida Silva

METROLOGIA NAS NORMAS, NORMAS NA METROLOGIA

Estudo de caso: pesquisa de demanda por normalização em metrologia

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Metrologia, área de concentração em Metrologia para Qualidade Industrial, Centro Técnico-Científico da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio).

Orientador: Maurício Nogueira Frota, Ph.D.

Co-Orientador: José Augusto A. K. Pinto de Abreu, M.C.

Rio de Janeiro
abril de 2003

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador.

Pedro Paulo Almeida Silva

Graduado em Matemática pela Universidade do Grande Rio (UNIGRANRIO), 1998. Docência do Ensino Superior pela Universidade Candido Mendes (UCAM), 2000. Membro da Divisão de Normalização em Metrologia da Sociedade Brasileira de Metrologia (SBM).

Ficha Catalográfica

Silva, Pedro Paulo Almeida

Metrologia nas normas, normas na metrologia / Pedro Paulo Almeida Silva; Orientador: Professor Doutor Maurício Nogueira Frota. Co-orientador: Mestre em Ciência José Augusto A. K. Pinto de Abreu, consultor. – Rio de Janeiro: PUC, Centro Técnico-Científico da PUC-Rio, 2003.

v., 1 f.: 476 il.; 29,7cm

1. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Metrologia, área de concentração normalização em metrologia, Centro Técnico-Científico da PUC-Rio.

Inclui referências bibliográficas.

1. Metrologia. 2. Níveis de normalização. 3. Normas Técnicas. 4. Padronização. 5. Regulamentação Técnica. 6. Demanda por normalização. 7. Normalização em metrologia.

**"... há um tempo de plantar com as mãos,
mas há um tempo de plantar as mãos..."**

Do livro Bar Don Juan de Antônio Callado

(Menção de Reinaldo Dias Ferraz de Souza – MCT, estimulador da formação de recursos humanos em normalização. Ferraz foi o inspirador do presente tema de pesquisa de mestrado "*metrologia nas normas, normas na metrologia*", proposto ao PósMQI/PUC-Rio como subsídio à estruturação de um comitê técnico para normalização em metrologia na estrutura orgânica da ABNT)

Agradecimentos

Ao orientador Professor Doutor Maurício Nogueira Frota, orientador e coordenador do Programa de Pós-Graduação em Metrologia da PUC-Rio, pelo apoio, dedicada orientação presente em todos os momentos de concepção, reflexão e desenvolvimento da presente dissertação de mestrado, registrando-se, a confiança depositada e o permanente estímulo ao meu desenvolvimento profissional.

Ao co-orientador Engenheiro José Augusto A. K. Pinto de Abreu, profissional da normalização, pela colaboração.

Ao senhor Mário Gilberto Cortopasi, à época presidente da *International Organization for Standardization* (ISO), pelo apoio institucional, acesso a informações na ISO e motivação para levar a cabo a implementação de um comitê técnico para normalização em metrologia na estrutura organizacional da ABNT.

Ao presidente do Comitê Brasileiro de Normalização (CBN), Manuel Fernando Lousada Santos, pelas inteligentes contribuições na proposta de criação do ABNT/CB de Normalização em Metrologia.

Aos profissionais do *American National Standards Institute* (ANSI/EUA), na pessoa do entusiasta profissional Reinaldo Balbino de Figueiredo, pelas informações fornecidas relacionadas ao *modus operandi* do sistema americano de normalização e outros fóruns internacionais de normalização, gentilmente recebendo o orientador do trabalho em missão técnica realizada no ANSI.

Aos profissionais da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), pelo apoio no desenvolvimento do presente trabalho, facilitando acesso ao sistema de informação da ABNT, destacando-se a desprendida colaboração de Heitor Estevão (Secretário Técnico do CB-25), Márcia Cristina de Oliveira (Gerente de Normalização); Mozart Silva Filho (Coordenador de Projetos de Normalização); Janaína da Silva Mendonça (Analista de Informações e Sistemas em Normalização) que facilitaram o nosso acesso ao acervo documental da ABNT.

Ao representante do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) no Conselho Deliberativo da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT/CD), Reinaldo Dias Ferraz de Souza, por sua articulação com o especialista do então ISO/TAG 4 responsável pela estruturação do acervo normativo em metrologia na ISO e pela sua decisiva ação de fazer incluir recomendações de fortalecimento da normalização setorial em metrologia no Plano Nacional de Metrologia (PNM), decisão que motivou o desenvolvimento da presente dissertação de mestrado e a definição do seu título.

Ao Secretário Técnico do programa de ajuda aos países em desenvolvimento (ISO/TAG 4) da *International Organization for Standardization* (ISO), Anwar All Tawir, pelo proveitoso debate realizado na Alemanha com o orientador deste trabalho sobre a relevância da normalização técnica em metrologia.

Ao Instituto Macaé de Metrologia e Tecnologia (IIMT) na pessoa de seu diretor-presidente Eduardo Neiva, da primeira safra de excelentes mestres do Programa de Pós-Graduação em Metrologia para a Qualidade Industrial da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PósMQI/PUC-Rio), os agradecimentos pelo apoio na identificação das demandas por normalização em metrologia para o setor de petróleo e gás.

Ao Craig Gulka, *Business Manager da National Conference of Standards Laboratories (NCSL), organização congênere da Sociedade Brasileira de Metrologia nos Estados Unidos da América do Norte e Canadá*, pela orientação sobre o papel da NCSL no desenvolvimento de normas em metrologia e sua cooperação com o ANSI.

Aos Organismos Nacionais de Normalização (ONN) e Órgãos Técnicos (ABNT/CB, ONS e ABNT/CEET) da ABNT que, encaminharam sugestões e/ou responderam o questionário da demanda por normas em metrologia que subsidiou a parte da pesquisa desenvolvida na ambiência dos fóruns técnicos da ABNT.

À Sociedade Brasileira de Metrologia (SBM), por ter hospedado toda a atividade de desenvolvimento da presente dissertação, pela confiança na proposta formulada e pelo apoio decisivo de levar a termo a responsabilidade de implementar e operacionalizar um fórum brasileiro na estrutura da ABNT para fortalecer o sistema de normalização em metrologia, atendendo proposições formuladas pelo Plano nacional de Metrologia.

À CAPES, pela bolsa concedida e financiamento da participação do autor no Programa de Mestrado da PUC-Rio.

À PUC-Rio, pelo ambiente favorável no desenvolvimento deste trabalho e pela bolsa concedida após termino do apoio CAPES.

À secretária do Mestrado em Metrologia para a Qualidade Industrial da PUC-Rio, Eliane Albernaz, pelo permanente suporte administrativo e presteza com que sempre atende nossas demandas.

Aos meus colegas do PósMQI/PUC-Rio, por colaborarem na manutenção do ambiente criativo e agradável que juntos compartilhamos no acolhedor *campus* da PUC-Rio, ambiente de estímulo e inovação.

Aos professores pelos ensinamentos e aos funcionários pelo desprendido suporte.

Aos professores que participaram da Comissão Examinadora.

Aos amigos Cesar Leopoldo de Souza, Roberto Lessa Figueiredo e Luciana Alves de Almeida, sempre presentes nessa fascinante e desafiadora caminhada.

Ao amigo e Professor Jonas Luiz Pedroza, pelo estímulo constante.

Aos parentes que de uma forma ou outra participaram do processo de motivação.

Aos especialistas, Gustavo P. Ripper (LAVIB/INMETRO), Ronaldo da Silva Dias (LAVIB/INMETRO), José Carlos Valente (LAMIN/INMETRO), Valnei Smarçaro da Cunha (DIQUIM/INMETRO) e Galeze Moraes dos Santos (LACEN/ELETRONORTE) pela contribuição no esforço de identificação de demandas específicas por normalização em metrologia.

Aos dedicados Professor Doutor Pierre Ohayon (FACC/UFRJ), Professora Doutora Vania Maria Rodrigues Hermes de Araújo (SBM) e Engenheiro Marco Antônio Abi-Ramia (SBM/MG) pela decisiva contribuição na análise da pesquisa de demanda por normalização em metrologia e por revisões de partes deste trabalho.

Ao Professor Doutor David S. Kupfer (IE/UFRJ) pela inteligente orientação na classificação dos ABNT/CB segundo sua categorização por setores/gêneros associados e por nos motivar a uma reflexão inovadora sobre normalização.

Para não correr o risco de omissão, reiteramos os agradecimentos a todos os especialistas e colaboradores que de forma direta ou indireta colaboraram para o desenvolvimento do presente trabalho.

Àqueles que por resistirem à criação do Comitê Brasileiro de Normalização em Metrologia (ABNT/CB-53), por nos induzirem a formular com maior motivação.

Resumo

Silva, Pedro Paulo Almeida; Frota, Maurício Nogueira; Abreu, José Augusto A. K. Pinto de. **Metrologia nas Normas, Normas na Metrologia**. Rio de Janeiro, 2003. 476p. Dissertação de Mestrado em Metrologia – Centro Técnico-Científico, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

A presente dissertação de mestrado intitulada “*Metrologia nas normas, normas na metrologia*” foi motivada por recomendações explícitas contidas no Plano Nacional de Metrologia (PNM) – transformado em instrumento da política metrológica brasileira, por força de Resolução Interministerial do CONMETRO, que propôs ações de fortalecimento do sistema brasileiro de normalização, priorizando a implementação de um comitê brasileiro para normalização em metrologia na estrutura orgânica da ABNT.

Entendidas como funções complementares da tecnologia industrial, metrologia e normalização são tratadas não apenas como insumos essenciais para desenvolvimento da competitividade industrial e melhoria da qualidade de vida, mas, também, como elementos indissociáveis no equacionamento de vulnerabilidades que restringem o acesso de produtos brasileiros a mercados competitivos em decorrência de barreiras técnicas ao comércio internacional. Assim, no contexto das recomendações apontadas pelo PNM, a pesquisa de mestrado contemplou: **(i)** estudo do *modus operandi* dos organismos internacionais de normalização, para se perceber a forma pela qual o “insumo metrológico” é agregado às normas internacionais; **(ii)** análise das práticas vivenciadas por organismos nacionais de normalização de países mais industrializados, objetivando apreender suas experiências no desenvolvimento de normas em metrologia; **(iii)** entrevista junto a especialistas atuantes em metrologia e em normalização, objetivando definir um padrão de atuação para se equacionar a normalização técnica setorial no Brasil; **(iv)** caracterização dos principais fatos marcantes que impactaram o alavancamento da normalização técnica no País, provendo subsídio para equacionamento dos óbices ainda existentes e **(v)** análise das carências e vulnerabilidades do sistema brasileiro de normalização, assim

consolidando conhecimento e uma visão crítica para planejamento da pesquisa de mestrado que se constituiu na concepção e formulação das bases conceituais de um comitê técnico para normalização em metrologia, proposto para ser implementado na estrutura orgânica da ABNT, entendido como estratégia de fortalecimento do sistema brasileiro de normalização e **(vi)** pesquisa de demanda por normalização em metrologia. Objetivando diferenciar as demandas por normalização em metrologia das demandas por metrologia na normalização, a pesquisa foi desenvolvida no contexto de três ambientes: **(a)** junto aos comitês brasileiros de normalização (ABNT/CB) e organismos de normalização setorial (ONS) que integram a estrutura orgânica da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), com o propósito de conhecer necessidades específicas de metrologia na atividade de normalização bem como as dificuldades relacionadas ao uso e aplicação de fundamentos da metrologia como insumo ao processo de normalização técnica; **(b)** junto a especialistas de metrologia e normalização, para subsidiar o desenvolvimento de uma interface técnica de cooperação e **(c)** junto a fóruns especialistas de metrologia, para se identificar demandas por normalização, identificadas ao longo das respectivas cadeias hierárquicas de disseminação das unidades de base e derivadas do Sistema Internacional de Unidades (SI). Adicionalmente às bases de dados (caracterização de demandas por normalização em metrologia) que foram consolidadas pelo presente trabalho e que levaram à ampla reflexão sobre a correlação existente entre “*metrologia nas normas e normas na metrologia*”, destacam-se os seguintes resultados que também emergiram da presente dissertação de mestrado: **(i)** desenvolvimento de uma nova área de concentração em “normalização técnica”, criada no Programa de Pós-Graduação em Metrologia da PUC-Rio; **(ii)** indução de um processo para geração de conhecimento e formação de recursos humanos em normalização; **(iii)** a recente criação do ABNT/CB-53, “Comitê Brasileiro de Normalização em Metrologia”, cuja gênese, concepção, estruturação e implantação teve origem no presente trabalho de mestrado em metrologia e que, de forma oficial, disponibiliza para a sociedade brasileira um fórum técnico para normalização em metrologia, decisão essa já aprovada e homologada pelos Conselhos Técnicos e Deliberativos

da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Assim, a presente dissertação de mestrado, não apenas explicitou demandas concretas por normalização em metrologia como, no curso de operação do comitê concebido, certamente, haverá de contribuir de forma decisiva para o fortalecimento do sistema brasileiro de normalização em metrologia, já que norma técnica constituísse em insumo estratégico ao desenvolvimento industrial e sócio-econômico brasileiro.

Palavras-chave:

1. Metrologia. 2. Níveis de normalização. 3. Normas Técnicas. 4. Padronização. 5. Regulamentação Técnica. 6. Demanda por normalização. 7. Normalização em metrologia.

Abstract

Silva, Pedro Paulo Almeida; Frota, Maurício Nogueira; Abreu, José Augusto A. K. Pinto de. **Metrologia nas Normas, Normas na Metrologia**. Rio de Janeiro, 2003. 476p. Dissertação de Mestrado – Centro Técnico-Científico, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The present master's degree dissertation entitled "*Metrology in standards, standards in metrology*" was motivated by explicit recommendations included in the National Metrology Plan (PNM) – which became an instrument of the Brazilian metrology policy, by force of a Interministerial Decision from CONMETRO, that had proposed specific actions to strengthen the Brazilian system of standardization, prioritizing the implementation of a technical committee for standardization in metrology within the ABNT structure.

As complementary functions of industrial technology, metrology and standardization are treated not only as essential inputs necessary for the development of industrial competitiveness and quality of life enhancement, but also as intrinsic elements in equating vulnerabilities which restrict access of Brazilian products to competitive markets because of technical barriers to international trade. Thus, within the context of recommendations made by PNM, this master's degree research considered: (i) a study of the *modus operandi* of international standardization organizations, so as to perceive the way through which "metrology inputs" are added to international standards; (ii) an analysis of practices by national standardization organizations in industrialized countries so as to capture their experience in developing metrology standards; (iii) interviews with active experts in metrology and standardization with the purpose of defining a performance pattern in order to equate technical standards of industry in Brazil; (iv) a description of the most outstanding facts which had an impact on leveraging technical standardization in the country, providing subsidies to equate existing obstacles; (v) an analysis of the shortages and vulnerabilities of the Brazilian standardization system, thus consolidating knowledge and a critical vision in

order to plan this master's dissertation which consisted of conceiving and formulating the conceptual fundamentals of a technical committee for standardization in metrology, to be implemented in ABNT's organic structure, as a strategy to enhance the Brazilian standardization system, and (vi) standardization demand research in metrology. With the aim of distinguishing the demand for standardization in metrology from the demand for metrology in standardization, this research was developed along three different lines: (a) at Brazilian standardization committees (ABNT/CB) and industry standardization organizations (ONS) which make up the organic structure of the Brazilian Association for Technical Standards (ABNT), so as to know the specific needs for metrology in standardization activities, as well as, the difficulties related to the use and application of metrology fundamentals as inputs to the technical standardization process; (b) with metrology and standardization experts in order to subsidize the development of the interface of a new cooperation rationale, and (c) research in forum specialized in metrology so as to identify standardization demands, pointed out throughout respective dissemination hierarchical chains of base units and derived from the International System of Units (SI). In addition to the data bank which was consolidated by study and research developed and which led to a broad reflection on the existing correlation between "*metrology in standards and standards in metrology*", the following results, which also came out of this master's degree dissertation, can be highlighted: (i) development of a new concentration area in "technical standardization", created for the Post Graduate Program in Metrology at the Catholic University (PUC-Rio) in Rio de Janeiro; (ii) introduction of a process to build knowledge and development of human resources in standardization; (iii) the recent creation of ABNT/CB-53, the "Brazilian Committee for Standardization in Metrology", whose genesis, conception, framework and implementation came out of the current master's degree work in metrology and which, officially, supplies Brazilian society with a technical forum for standardization in metrology. This decision has already been approved and ratified by the Technical and Deliberative Bodies of the Brazilian Association for Technical Standards (ABNT). Thus, this Master dissertation not

only has identified concrete demands on metrology standardization but also shall contribute, through the technical committee conceived, to the enhancement of the Brazilian standardization system in metrology, since technical standard is considered an strategic input to the industrial and socioeconomic development.

Keywords:

1. Metrology. 2. Levels of Standardization. 3. Technical standards. 4. Standardization. 5. Technical regulation. 6. Demand for standardization. 7. Standardization in metrology.

Sumário

Capítulo 1 – Motivação e estrutura	49
1.1 Motivação	49
1.2 Metrologia, normalização e sociedade	51
1.2.1 Oportunidades e desafios.....	55
1.3 Estrutura do trabalho	56
1.3.1 Estrutura dos capítulos.....	57
1.3.2 Referências bibliográficas	60
1.3.3 Estrutura dos apêndices.....	60
1.3.4 Estrutura dos anexos.....	63
Capítulo 2 – Fundamentos e a prática da normalização	65
2.1 Normalização	67
2.1.1 Objetivos da normalização	68
2.1.2 Impactos da normalização.....	68
2.1.3 Benefícios da normalização	70
2.2 Documento normativo	71
2.2.1 Regulamento	71
2.2.2 Regulamento Técnico (RT)	71
2.2.3 Norma técnica	77
2.2.4 Níveis de normalização	78
2.3 A mudança do paradigma da normalização.....	82
2.4 Estrutura do sistema brasileiro de normalização (SBN).....	82
2.4.1 Organismo brasileiro de normalização	84
2.4.2 Órgãos técnicos da ABNT	85
2.4.3 Processo de elaboração de uma norma brasileira	86
2.5 Uso das normas	89
2.5.1 Voluntariedade das normas.....	89

Capítulo 3 – Panoramas da normalização em metrologia	91
3.1 A normalização no âmbito internacional.....	92
3.1.1 International Organization for Standardization (ISO)	93
3.1.1.1 Normalização em metrologia na ISO.....	96
3.1.2 International Electrotechnical Commission (IEC)	96
3.1.2.1 Normalização em metrologia na IEC.....	97
3.1.3 International Commission on Illumination (CIE)	98
3.1.3.1 Normalização em metrologia na CIE.....	100
3.2 A normalização em metrologia: a experiência no âmbito de alguns países.....	100
3.2.1 Características da experiência dos Estados Unidos	101
3.2.1.1 Normalização em metrologia no ANSI.....	105
3.2.2 Características da experiência da Alemanha	105
3.2.2.1 Normalização em metrologia no DIN.....	107
3.2.3 Características da experiência da Itália.....	108
3.2.3.1 Normalização em metrologia no UNI.....	110
3.2.4 Características da experiência da Espanha	110
3.2.4.1 Normalização em metrologia na AENOR	112
3.2.5 Características da experiência do Reino Unido	113
3.2.5.1 Normalização em metrologia no BSI	116
3.2.6 Características da experiência de Portugal	116
3.2.6.1 Normalização em metrologia no IPQ.....	118
3.2.7 Características da experiência da Argentina	118
3.2.7.1 Normalização em metrologia no IRAM	120
Capítulo 4 – Normalização no Brasil: evolução e fatos marcantes	121
4.1 Mensuração da evolução do SBN.....	121
4.2 Fatos Marcantes que impactaram a normalização no Brasil.....	127
4.3 Reflexões sobre os fatos marcantes e a evolução do acervo normativo	142

Capítulo 5 – Normalização e barreiras técnicas	149
5.1 Normalização: ferramenta para redução de barreiras técnicas .	152
5.2 Tendências de internacionalização da normalização	154
5.3 Normalização e o reconhecimento mútuo	156
5.4 Função das normas de produto e processo	157
Capítulo 6 – Metodologia da pesquisa	159
Capítulo 7 – Normalização em metrologia	164
7.1 Normalização em metrologia no País: recomendação do PNM.....	166
7.1.1 Presença de insumos de metrologia nas normas	170
7.1.2 Demanda por normalização em metrologia	172
7.1.2.1 <u>PARTE 1</u> – Pesquisa exploratória junto aos ABNT/CB	173
7.1.2.1.1 Justificativa de um estudo exploratório.....	173
7.1.2.1.2 Caracterização do universo da pesquisa.....	174
7.1.2.1.3 Premissas básicas do estudo.....	176
7.1.2.1.4 Análise dos resultados	179
7.1.2.1.5 Considerações gerais.....	183
7.1.2.2 <u>PARTE 2</u> – Demanda na visão de especialistas: premissas do estudo.....	184
7.1.2.2.1 Instrumento de pesquisa	185
7.1.2.2.2 Reflexão na visão dos especialistas.....	185
7.1.2.2.3 Visão dos especialistas: priorização via Pareto.....	193
7.1.2.2.4 Considerações gerais.....	199
7.1.2.3 <u>PARTE 3</u> – Estudo de caso: a visão setorial da normalização em metrologia.....	200
7.1.2.3.1 O caso da normalização em metrologia dimensional	207
7.1.2.3.2 O caso da normalização em metrologia química.....	213
7.1.2.3.3 O caso da normalização em metrologia de vibrações.....	215
7.1.2.3.4 O caso da normalização em metrologia para o setor de petróleo e gás.....	221
7.1.2.3.5 O caso da normalização em metrologia para o setor de medidores de energia elétrica	224

Capítulo 8 – Concepção e estrutura de um comitê técnico para normalização em metrologia	227
8.1 Justificativa de criação do comitê	230
8.2 Características técnicas da estrutura proposta para o comitê.....	232
8.3 Acervo documental para normalização em metrologia	238
Capítulo 9 – Conclusões e recomendações.....	239
Referências bibliográficas.....	248

Lista de figuras

Figura 1 – Níveis da atividade de normalização	79
Figura 2 – Estrutura do sistema brasileiro de normalização (SBN)	83
Figura 3 – Estrutura orgânica dos ABNT/CB e ONS existentes na ABNT	86
Figura 4 – Caracterização do processo de elaboração de normas técnicas nacionais	87
Figura 5 – Acervo de normas brasileiras (NBR) em vigor, organizado cronologicamente	123
Figura 6a – Acervo de normas brasileiras (NBR) em vigor produzidas pelos órgãos técnicos da ABNT (CB, ONS e CEET, 1 ao 25).....	124
Figura 6b – Acervo de normas brasileiras (NBR) em vigor produzidas pelos órgãos técnicos da ABNT (CB, ONS e CEET, 26 ao 54).....	125
Figura 7 – A internacionalização do processo de normalização, tomando-se como base a normalização DIN/Alemanha	155
Figura 8 – Acervo de NBR que incorporam em seu título e/ou escopo denominações afetas ao tema “metrologia”, elaboradas por ABNT/CB, ONS e ABNT/CEET	171
Figura 9 – Fatores críticos referentes à essencialidade do proposto comitê técnico para normalização em metrologia	196
Figura 10 – Fatores indutores de barreira ao funcionamento do proposto comitê técnico para normalização em metrologia	197
Figura 11 – Fatores críticos referentes aos principais insumos à identificação dos fatos marcantes na normalização	198
Figura 12 – Estojo de 49 blocos-padrão, cada um materializando em mm medidas da grandeza comprimento	210
Figura 13: Estrutura proposta para o ABNT/CB de Normalização em Metrologia.....	234

Lista de quadros e tabelas

Quadro 1 – Comparação entre a produção de normas técnicas de alguns países	144
Quadro 2 – Evidência da produção de normas técnicas dos 10 maiores PIB do mundo	145
Quadro 3 – A função das normas de produto e processo	158
Quadro 4 – Classificação “ horizontal-vertical” dos ABNT/CB respondentes.....	176
Quadro 5 – Classificação de setores por gêneros associados	178
Quadro 6 – Distribuição adotada para classificar os Comitês Técnicos respondentes da pesquisa	178
Quadro 7 – Estrutura hierárquica para realização e disseminação da grandeza comprimento.....	211
Quadro 8 – Demanda por normalização em metrologia dimensional.	213
Quadro 9 – Demanda por normalização em metrologia química.....	215
Quadro 10 – Estrutura hierárquica para realização e disseminação da grandeza aceleração.	218
Quadro 11 – Normas utilizadas freqüentemente em metrologia de vibrações.	220
Quadro 12 – Demanda por normalização em metrologia para o setor de petróleo e gás.....	222

Apêndices e anexos

Apêndice A – A experiência da ISO	258
Apêndice B – A experiência da IEC	266
Apêndice C – A experiência da CIE	271
Apêndice D – A experiência dos EUA.....	277
Apêndice E – A experiência da Alemanha	300
Apêndice F – A experiência da Itália	306
Apêndice G – A experiência da Espanha.....	330
Apêndice H – A experiência do Reino Unido	349
Apêndice I – A experiência de Portugal	392
Apêndice J – A experiência da Argentina	398
Apêndice K – A experiência do Brasil	401
Apêndice L – Instrumento de coleta de dados da pesquisa exploratória.....	418
Apêndice M – Questionário orientador subsidiário da pesquisa de mestrado	426
Apêndice N – Identificação dos fatores críticos.....	445
Anexo 1 – Processo de elaboração de normas internacionais (ISO)	448
Anexo 2 – Estrutura organizacional da ISO	450
Anexo 3 – Âmbito de atuação dos ABNT/CB e ONS.....	452
Anexo 4 – Número de títulos de normas que incorporam denominações de metrologia nos ONN e OIN pesquisados	460
Anexo 5 – Publicações estimuladas pelo Banco Mundial.....	462
Anexo 6 – Setores brasileiros mais impactados pela metrologia.....	466
Anexo 7 – Organizações que endossaram a proposta de criação do comitê técnico para normalização em metrologia	469
Anexo 8 – Acervo documental.....	471

Abreviaturas e siglas utilizadas

ABIMAQ – Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABNT/CB – Comitê Brasileiro da estrutura orgânica da Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABNT/CEET – Comissão de Estudo Especial Temporária da ABNT

ABRAVA – Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento

AEB – Agência Espacial Brasileira

AEN/CTN – Comitês Técnicos de Normalização da AENOR/Espanha

AFNOR – Association Française de Normalisation

ALCA – Área de Livre Comércio das Américas

AMN – Associação Mercosul de Normalização

ANA – Agência Nacional de Águas

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

ANP – Agência Nacional do Petróleo

ANSI – American National Standards Institute

ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

APN – Aprovação de Normas

ASAC – Asian Standards Advisory Committee

ASD – Accredited Standards Developers

ASMO – Arab Organization for Standardization and Metrology

ASQC – American Society for Quality Control

ASTM – American Society for Testing and Materials

BIPM – Bureau International des Poids et Mesures

BIRD – Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento (conhecido também como Banco Mundial)

BISFA – International Bureau for the Standardization of Man-Made Fibres

BS – British Standards

BSI – British Standards Institution

C&T – Ciência e Tecnologia

CAC – Codex Alimentarius Commission
CANPAT – Campanha Nacional de Prevenção de Acidentes do Trabalho
CASCO – Committee on Conformity Assessment
CB – Comitê Brasileiro
CBC – Comitê Brasileiro de Certificação
CBM – Comitê Brasileiro de Metrologia
CBN – Comitê Brasileiro de Normalização
CCAB – Comitê Codex Alimentarius do Brasil
CCITT – International Telegraph and Telephone Consultative Committee
CCSDS – Consultative Committee for Space Data Systems
CCT – Comissão Técnica Central
CD – Committee Draft
CDC – Código de Defesa do Consumidor
CE – Comissões de Estudos
CEB – Companhia Energética de Brasília
CEEE – Companhia Estadual de Energia Elétrica
CELESC – Centrais Elétricas de Santa Catarina S. A.
CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais
CEN – European Committee for Standardization
CENELEC – European Committee for Electrotechnical Standardization
CENPES – Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo A. Miguez de Mello
CERTI – Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras
CESP – Companhia Energética de São Paulo
CHESF – Companhia Hidro Elétrica do São Francisco
CIB – International Council for Research and Innovation in Building and Construction
CIE – International Commission on Illumination
CIP – Conselho Interministerial de Preços
CNAE – Classificação Nacional de Atividades Econômicas
CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear
CNI – Confederação Nacional da Indústria
CNN – Comitê Nacional de Normalização
CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CNQ – Conselho Nacional da Qualidade
COCTA – Comissão de Organização do Centro Técnico de Aeronáutica

CODEX – Codex Alimentarius Commission
COE – Comissão de Orientação Estratégica
COMPI – Unidade de Competitividade da CNI
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONCLA – Comissão Nacional de Classificação
CONMETRO – Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
COPANT – Comissão Pan-Americana de Normas Técnicas
CPFL – Companhia Paulista de Força e Luz
CT – Comissões Técnicas do IPQ/Portugal
CT – Comitê Técnico
DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito
DIN – Deutsch Institut für Normung
DIS – Draft International Standard
DISC – Delivering Information Solutions to Customers
DOU – Diário Oficial da União
EA – European Co-operation for Accreditation
ECISS – European Committee for Iron and Steel Standardization
ECS – European Committee for Standardization
ELETOBRAS - Centrais Elétricas Brasileiras S. A.
ELETRONORTE – Centrais Elétricas do Norte do Brasil
ELETROPAULO – Eletricidade de São Paulo S.A.
EMBRACO – Empresa Brasileira de Compressores S.A.
EMBRAER - Empresa Brasileira de Aeronáutica S.A.
ENISO/IEC – Norma Européia equivalente à norma ISO/IEC
ESCELSA – Espírito Santo Centrais Elétricas S. A.
ETS – Norma Européia de Telecomunicações
ETSI – European Telecommunications Standards Institute
EU – European Union
EUA – Estados Unidos da América
FCO – Fundação Christiano Ottoni
FDIS – Final Draft International Standard
FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos
FMI – Fundo Monetário Internacional
FNDCT – Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

GATT – General Agreement on Tariffs and Trade (Acordo Geral sobre Tarifas e Comércio)

GEIPOP - Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes

GT – Grupo de Trabalho

IAF – International Accreditation Forum

IATA – International Air Transport Administration

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IBP – Instituto Brasileiro do Petróleo

IBQN – Instituto Brasileiro para Qualidade Nuclear

ICAITI – Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial

ICONTEC – Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación

IDEC – Instituto de Defesa do Consumidor

IEC – International Electrotechnical Commission

IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers

ILAC – Interational Laboratory Accreditation Cooperation

ILO – International Labor Organization

IMEKO – International Measurement Confederation

IMMT – Instituto Macaé de Metrologia e Tecnologia

IMO – International Maritime Organization

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial

INN – Instituto Nacional de Normalización (Chile)

INPM – Instituto Nacional de Pesos e Medidas

INT – Instituto Nacional de Tecnologia

INTN – Instituto Nacional de Tecnología y Normalización (Paraguai)

IPEM – Institutos de Pesos e Medidas

IPQ – Instituto Português da Qualidade

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo

IRAM – Instituto Argentino de Normalización

IRD – Instituto de Radioproteção e Dosimetria

ISA – International Federation of National Standardizing Associations

ISIC – International Standard Industrial Classification

ISO – International Organization for Standardization

ISO/TAG 4 Metrology – ISO - Technical Advisory Group in Metrology

ISO-GUM – ISO - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement

ITA – Instituto Tecnológico da Aeronáutica
ITU: International Telecommunication Union
ITU-T – ITU - Telecommunication Standardization Sector
LACTEC - Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento
MCT – Ministério da Ciência e Tecnologia
MEC – Ministério da Educação e dos Desportos
MERCOSUL – Mercado Comum do Cone Sul
MET – Ministério do Trabalho e Emprego
MIC – Ministério da Indústria e do Comércio
MRA – Mutual Recognition Arrangement
NAFTA – North American Free Trade Agreement
NBR – Norma Brasileira
NBR ISO – Norma Brasileira baseada na Norma ISO
NBR NM – Normas Brasileira baseada na Norma Mercosul
NBR NM ISO – Norma Brasileira baseada na Norma Mercosul baseada na Norma ISO
NCSL International – National Conference of Standards and Laboratories - International
NIST – National Institute of Standards and Technology
NP – Norma Portuguesa
NPEN – Versão Portuguesa de Norma Européia
NPENISO – Versão Portuguesa da Norma internacional adotada pelo CEN
NPENV – Versão Portuguesa de Pré-Norma Européia
NPES – The Association for Suppliers of Printing, Publishing and Converting Technologies
NPHD – Versão Portuguesa do Documento Harmonizado Europeu
NR – Normas Regulamentadoras
NSSN – National Resource for Global Standards
NTTAA – National Technology Transfer Advancement Act
OC/13 – Standards Policy and Strategy Committee
OEN – Organismos de Estudos de Normas
OIC – Organização Internacional do Comércio
OIN – Organismo Internacional de Normalização
OMC – Organização Mundial do Comércio
ONN – Organismo Nacional de Normalização

ONS – Organismos de Normalização Setorial
ORN – Organismo Regional de Normalização
P&D – Pesquisa e Desenvolvimento
PADCT – Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico
PAN – Programa Anual de Normalização
PASC – Pacific Area Standards Congress
PAT – Programa de Alimentação do Trabalhador
PBDCT – Plano Básico de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
PBN – Plano Brasileiro de Normalização
PBQP – Programa Brasileiro para Qualidade e Produtividade
PEE – Programa Especial de Exportações
PEGQ – Projeto de Especialização em Gestão da Qualidade
PETROQUISA – PETROBRAS Química S.A.
PME – Pequenas e Médias Empresas
PNM – Plano Nacional de Metrologia
PNS – Programa de Normalização Setorial
PósMQI – Pós-graduação em Metrologia para a Qualidade Industrial
PROGEX – Programa de Apoio Tecnológico às Exportações
PTB – Physicalische Technische Bundesanstalt
PUC-Rio – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
PUC-RS – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
RBC – Rede Brasileira de Calibração
REBLAS – Rede Brasileira de Laboratórios Analíticos em Saúde
REDETEC – Rede Tecnologia do Estado do Rio de Janeiro
REMESP – Rede Metroológica do Estado de São Paulo
RH-Metrologia – Recursos Humanos-Metrologia
RNML – Rede Nacional de Metrologia Legal
RT – Regulamento Técnico
SBM – Sociedade Brasileira de Metrologia
SBMICRO – Sociedade Brasileira de Microbiologia
SBN – Sistema Brasileiro de Normalização
SC – Subcomitê (ou Subcommittee)
SCC – Standards Council of Canada
SDO – Standard Developer Organization

SEMADS – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Rio de Janeiro

SEMI – Semiconductor Equipment and Materials International

SENAI-DN – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial-Departamento Nacional

SI – Sistema Internacional de Unidades

SIDERBRAS - Siderurgia Brasileira S.A.

SINDIMAQ – Sindicato da Indústria de Máquinas e Equipamentos

SINDRATAR – Sindicato da Indústria de Refrigeração, Aquecimento e Tratamento de Ar no Estado de São Paulo

SINMETRO – Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial

SMT – Secretaria Municipal de Transporte de Queimados

SNDCT – Sistema Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

SPQ – Sistema Português da Qualidade

SS/7 – General Metrology, Quantities, Units & Symbols

SSST – Secretaria de Segurança e Saúde no Trabalho

STI – Secretaria de Tecnologia Industrial

SUNAMAN - Superintendência Nacional da Marinha Mercante

TAG – Technical Advisory Group

TBT Agreement – Agreement on Technical Barriers to Trade (Acordo sobre Barreiras Técnicas ao Comércio)

TC – Technical Committee

TI – Tecnologia da Informação

TIB – Tecnologia Industrial Básica

TMB – Technical Management Board

UN-BC/PETROBRÁS – Unidade de Negócios - Bacia de Campos / PETROBRÁS

UNI – Enti Nazionali Italizano de Unificazione

USNC – U. S. National Committee

USNCTA – U.S. National Committee Technical Advisors

USP-IEE – Instituto de Eletrotécnica e Energia da USP

USTAGs – U. S. Technical Advisory Groups

VIM – Vocabulário Internacional de Termos Fundamentais e Gerais de Metrologia

WD – Working Draft

WG – Working Group