

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM METROLOGIA CIENTÍFICA E INDUSTRIAL

**CONTRIBUIÇÕES À CERTIFICAÇÃO PROFISSIONAL E À
QUALIFICAÇÃO PÓS-TÉCNICA EM METROLOGIA**

**Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina para
obtenção do grau de Mestre em Metrologia**

Autor - Robson Marcus Wanka, Eng.

Orientador – Prof. Gustavo Daniel Donatelli, Dr. Eng.

FLORIANÓPOLIS

SANTA CATARINA - BRASIL

2005

CONTRIBUIÇÕES À CERTIFICAÇÃO PROFISSIONAL E À QUALIFICAÇÃO PÓS-TÉCNICA EM METROLOGIA

ROBSON MARCUS WANKA

**Essa dissertação foi julgada adequada para a obtenção do grau de
“MESTRE EM METROLOGIA”
e aprovada na sua forma final pelo
Programa de Pós-graduação em Metrologia Científica e Industrial**

**Prof. Gustavo Daniel Donatelli, Dr. Eng.
Orientador**

**Prof. Marco Antônio Martins Cavaco, Ph.D.
Coordenador do Programa de Pós-graduação**

Prof. Carlos Alberto Schneider, Dr. Ing.

Prof. Maurício Nogueira Frota, Ph.D.

Sr. Wayne Brod Beskow, Dr. Eng.

Eng. João Roberto Lorenzetti, M. Sc.

*Dedico esta dissertação à minha família,
que com muito amor, carinho e compreensão,
sempre me apoiou na concretização desse
sonho.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus, pela vida, pela oportunidade desse estudo, pelas amizades formadas e pela concretização de mais um sonho.

Agradeço ainda:

- ✓ Aos meus pais, que sempre acreditaram em mim e muitas vezes renunciaram seus sonhos para que os meus, se tornassem realidade;
- ✓ Especialmente à minha mãe, Lacy Pereira, pela educação, amor, carinho, apoio e compreensão em todos os momentos de minha vida;
- ✓ A minha irmã, Saray Pereira Wanka, à minha talentosa sobrinha, Maria Eduarda Wanka dos Santos e a minha querida vovozinha, Maria Cecília Rodrigues.
- ✓ A todos os familiares e amigos que sempre torceram pelo sucesso dessa conquista;
- ✓ À UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina, por proporcionar uma ótima infra-estrutura e corpo docente, digno das melhores instituições de ensino;
- ✓ A todos os professores do POS-MCI, especialmente ao Prof. Gustavo Donatelli, orientador e amigo, que me acolheu como orientado e com muita dedicação sempre me motivou, apoiou e incentivou na conclusão desse trabalho.
- ✓ Ao Professor Carlos Alberto Schneider, pelas informações e contribuições prestadas, principalmente no apoio da divulgação da pesquisa de mercado junto aos membros da SBM.
- ✓ A POS-MCI, LABMETRO, Fundação CERTI;
- ✓ A FEESC, pelo financiamento e incentivo durante o primeiro ano do curso;
- ✓ Ao SENAI-Blumenau, especialmente ao Vilde J. Leoni, pelas facilidades oferecidas que permitiram concretizar esse estudo.

Não existe discípulo superior ao mestre. Todo discípulo perfeito deverá ser como o mestre.

Lucas, 6:40

RESUMO

Wanka, Robson Marcus. **Contribuições à certificação profissional e à qualificação pós-técnica em metrologia.** Florianópolis, 2005. 138 p. Dissertação (Mestrado em Metrologia) Curso de Pós-Graduação em Metrologia Científica e Industrial. Universidade Federal de Santa Catarina.

Orientador: Gustavo Daniel Donatelli, Dr. Eng.
Defesa: 25/02/2005

Com a globalização aumenta a competitividade do mercado, exigindo um esforço expressivo das indústrias através da expansão e modernização de seus processos e produtos, buscando melhor tecnologia, produtividade, preço e qualidade. Pelo fato da metrologia estar presente em praticamente todos os setores da economia, contribuindo para os avanços tecnológicos e para a competitividade global, fica evidente a necessidade de se focar na formação, qualificação e certificação de profissionais especializados em metrologia. Dentro deste contexto, este trabalho apresenta os resultados de um estudo desenvolvido para fomentar a formação, capacitação e certificação dos técnicos que atuam nos diversos segmentos da metrologia. Propõe-se como objeto de pesquisa identificar o estado da arte dos cursos de metrologia e das certificações pessoais em metrologia, assim como sistematizar através de uma pesquisa de opinião nacional, as necessidades exigidas pelos técnicos que desenvolvem atividades relacionadas à metrologia e controle da qualidade. Outro objetivo deste trabalho é contribuir para a acreditação da SBM pelo INMETRO, como organismo de Certificação de Pessoas em Metrologia no Brasil, atendendo aos requisitos da Norma Brasileira NBR ISO/IEC 17024:2004. Contempla-se ao final do trabalho um modelo de curso pós-técnico em metrologia em concordância com as necessidades identificadas pela pesquisa de opinião citada acima, que vise à formação e a capacitação dos técnicos atuantes nas diversas áreas da metrologia e dos profissionais que voluntariamente almejam a *Certificação Pessoal de Metrologista*.

Palavras-chaves: Educação em Metrologia, Certificação de Pessoas, Curso Pós-técnico e NBR ISO/IEC 17024:2004.

ABSTRACT

Wanka, Robson Marcus. **Contributions to professional certification and to pos-technical qualification in metrology.** Florianópolis, 2005. 138 p. Dissertation (Master Degree in Metrology) Pos-graduation course in Scientific and Industrial Metrology. Federal University of Santa Catarina.

Leader: Dr. Gustavo Daniel Donatelli
Defense: 25/02/2005

With the globalization, the market competitiveness increases, demanding an expressive effort from industries through the expansion and improvement of their processes and products, looking for better technology, productivity, price and quality. As metrology is present in almost all sectors of the economy, contributing to technological advances and to global competitiveness, there is a need in to focalize in the formation, qualification and specialized professional certification in metrology. Inside this context, this work presents the results from a study developed to foment the formation, capacitation and certification of the technicians that operate in several segments of the metrology. One of the aims of this research is to identify the state of the art of the courses and personal certification in metrology and at the same time systematize through a national opinion research some of the requirements demanded by the technicians that develop activities related to metrology and quality control. Other goal of this work is to contribute to the accreditation of SBM by INMETRO, like an organism for the Personal Certification of Metrology in Brazil, attending the requirements of Brazilian Norm NBR ISO/IEC 17024:2004. It is contemplated at the end of work a model of the pos-technical course in metrology in agreement with the requirements identified by the opinion research above refered, that aims the formation and capacitation of the technicians acting in the several areas of metrology and the professionals that voluntarily long for the *Metrologist Personal Certification*.

Keyword: Metrology Education, Personnel Certification, Pos-technical Course and NBR ISO/IEC 17024:2004.

SUMÁRIO

RESUMO	<i>vi</i>
ABSTRACT	<i>vii</i>
SUMÁRIO	<i>viii</i>
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	<i>xii</i>
LISTA DE TABELAS	<i>xiii</i>
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	<i>xiv</i>
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Contextualização e Proposta de Trabalho	4
1.2 Objetivos	6
1.3 Justificativa, Relevância e Fatores Motivadores	6
1.4 Metodologia	7
1.5 Resultados Esperados	7
1.6 Estrutura de Apresentação do Trabalho	8
2 EDUCAÇÃO EM METROLOGIA NO BRASIL	10
2.1 Breve Histórico da Educação em Metrologia no Brasil	11
2.2 Esforço Brasileiro na Educação em Metrologia	13
2.2.1 A Metrologia nos Cursos do SENAI.....	17
2.2.2 Curso Técnico em Metrologia - CECO.....	18
2.2.3 Curso Técnico em Metrologia para Gestão da Qualidade (CEFETEQ).....	20
2.2.4 Curso de Nível Básico em Metrologia - UFRGS.....	20
2.2.5 Curso Pós-técnico de Instrumentação – SENAI - MG.....	20
2.3 Treinamentos Industriais em Metrologia	21
2.4 Resumo da Situação no que Diz Respeito à Formação de Recursos Humanos em Metrologia no Brasil	22

3	<i>CERTIFICAÇÃO DE PESSOAS EM METROLOGIA</i>	25
3.1	Certificações Internacionais em Destaque	26
3.2	A Norma Brasileira NBR ISO/IEC 17024:2004	31
3.2.1	Escopo da Norma.....	31
3.2.2	Requisitos para os Organismos de Certificação	32
3.2.3	Requisitos para Pessoas Empregadas ou Contratadas pelo Organismo de Certificação.....	33
3.2.4	Processo de Certificação	34
3.3	Acreditação de OPCs ao INMETRO	35
3.4	Estado Atual da Acreditação de OPCs no Brasil	38
3.5	MLA – Acordo Multilateral de Reconhecimento & MRA – Acordo de Reconhecimento Mútuo	41
3.6	Certificação de Pessoas em Metrologia	44
4	<i>PESQUISA DE OPINIÃO</i>	46
4.1	Estrutura da Pesquisa de Opinião	46
4.1.1	Dados do Entrevistado	48
4.1.2	Sobre a Formação Específica em Metrologia do Entrevistado	48
4.1.3	Sobre o Curso Pós-técnico em Metrologia.....	49
4.2	Resultados da Pesquisa de Opinião	49
5	<i>PROPOSTA DE CERTIFICAÇÃO DE PESSOAS EM METROLOGIA</i>	59
5.1	Proposta de Estrutura Básica do Sistema de Certificação de Pessoas em Metrologia	60
5.1.1	Principais Documentos da Certificação	62
5.2	Proposta do Manual de Certificação de Pessoas em Metrologia (NA-001)	62
5.2.1	Definições Básicas	62
5.2.2	Categorias e Níveis de Certificação.....	63
5.2.3	Pré-requisitos para a Certificação	64
5.2.4	Documentos Necessários para Certificação	64

5.2.5	Atribuições da Pessoa Certificada	65
5.2.6	Valores dos Exames de Certificação.....	65
5.2.7	Datas de Exames e Cancelamento de Exames	65
5.2.8	Tipos de Exames de Certificação.....	66
5.2.9	Local dos Exames	67
5.2.10	Considerações Relativas ao Exame	67
5.2.11	Resultados dos Exames de Certificação.....	68
5.2.12	Reexames.....	68
5.2.13	Revisão dos Exames	68
5.2.14	Taxa da Certificação	68
5.2.15	Renovação da Certificação	68
5.2.16	Recertificação	69
5.2.17	Solicitação da Recertificação ou Renovação.....	69
5.2.18	Suspensão da Certificação.....	69
5.2.19	Revogação da Certificação	70
5.2.20	Apelação.....	71
5.3	Proposta de Reconhecimento de Centros de Exames e Certificação em Metrologia (DC-001)	71
5.4	Proposta de uma Primeira Categoria de Certificação em Metrologia	71
5.4.1	Âmbito de Trabalho do Técnico Metrologista Certificado	73
5.4.2	Competências Profissionais do Técnico Metrologista Certificado.....	74
5.4.3	Corpo de Conhecimentos do Técnico Metrologista Certificado	74
5.4.4	Pré-requisitos para se Inscrever no Exame de Certificação	77
5.5	Formação e Certificação de Pessoas	77
6	<i>PROPOSTA DE CURSO PÓS-TÉCNICO EM METROLOGIA</i>	79
6.1	Aspectos Legais da Educação Profissionalizante no Brasil.....	79
6.1.1	Classificação Brasileira de Ocupações: Metrologista.....	84
6.2	Público Alvo.....	85
6.3	Plano de Curso.....	87
6.3.1	Justificativa e Objetivos	87

6.3.2	Requisitos de Acesso	87
6.3.3	Perfil Profissional de Conclusão.....	88
6.3.4	Organização Curricular	89
6.3.5	Critérios de Aproveitamento de Conhecimentos e Experiências Anteriores ...	94
6.3.6	Critérios de Avaliação.....	94
6.3.7	Instalações e Equipamentos.....	95
6.3.8	Pessoal Docente e Técnico	95
6.3.9	Certificados e Diplomas	95
6.4	Análise Financeira.....	96
6.5	Resultados Esperados.....	99
6.6	Desafios Atuais.....	100
7	<i>CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS</i>	<i>102</i>
7.1	Recomendações.....	103
7.2	Aspectos Importantes a Considerar.....	104
7.2.1	Aspectos em Destaque	104
7.3	Sugestões para Trabalhos Futuros.....	105
REFERÊNCIAS	106

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<i>Figura 1:</i>	<i>Superação das barreiras técnicas à exportação^[6]</i>	2
<i>Figura 2:</i>	<i>Experiência dos associados da SBM em ensaios</i>	3
<i>Figura 3:</i>	<i>Experiência dos associados da SBM em calibração, medição e controle</i>	4
<i>Figura 4:</i>	<i>Resultados de uma pesquisa feita entre 500 executivos sobre os fatores de influência na qualidade de produto^[22]</i>	10
<i>Figura 5:</i>	<i>Tipos de certificações da ASQ no Brasil por natureza de escopo</i>	30
<i>Figura 6:</i>	<i>Distribuição das certificações da ASQ no Brasil por natureza de profissional</i>	30
<i>Figura 7:</i>	<i>Formulário da pesquisa de opinião aplicado</i>	47
<i>Figura 8:</i>	<i>Resultados agregados da pesquisa: Conhecimentos específicos em metrologia</i>	50
<i>Figura 9:</i>	<i>Interesse dos entrevistados pelo curso pós-técnico</i>	51
<i>Figura 10:</i>	<i>A importância da certificação de pessoas apontada pelos entrevistados</i>	51
<i>Figura 11:</i>	<i>Quantidade de cursos realizados em metrologia pelos entrevistados</i>	52
<i>Figura 12:</i>	<i>Sugestão de duração do curso pós-técnico em metrologia</i>	53
<i>Figura 13:</i>	<i>Sugestão de carga horária semanal para a realização do curso pós-técnico</i>	53
<i>Figura 14:</i>	<i>Sugestão de dias para a realização do curso pós-técnico</i>	54
<i>Figura 15:</i>	<i>Sugestão de período para a realização do curso pós-técnico</i>	54
<i>Figura 16:</i>	<i>Sugestão de grandezas de interesse a serem abordadas no curso pós-técnico</i>	55
<i>Figura 17:</i>	<i>Histograma do interesse nas grandezas mecânicas</i>	55
<i>Figura 18:</i>	<i>Histograma do interesse nas grandezas geométricas</i>	56
<i>Figura 19:</i>	<i>Histograma do interesse nas grandezas elétricas</i>	56
<i>Figura 20:</i>	<i>Histograma do interesse nas grandezas térmicas</i>	57
<i>Figura 21:</i>	<i>Histograma do interesse nas outras grandezas</i>	57
<i>Figura 22:</i>	<i>Modelo de certificação de pessoas em metrologia</i>	60
<i>Figura 23:</i>	<i>Sistema de certificação de pessoas proposto</i>	61
<i>Figura 24:</i>	<i>Níveis de educação profissional do Brasil</i>	81
<i>Figura 25:</i>	<i>Análise financeira: Pior caso</i>	98
<i>Figura 26:</i>	<i>Análise financeira: Melhor caso</i>	98

LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 1:</i>	<i>Principais cursos de metrologia no Brasil</i>	<i>14</i>
<i>Tabela 2:</i>	<i>Ementa das disciplinas de caráter técnico profissionalizante do CECO</i>	<i>19</i>
<i>Tabela 3.1:</i>	<i>Principais instituições internacionais provedoras de certificação profissional relacionadas à qualidade e metrologia</i>	<i>27</i>
<i>Tabela 3.2:</i>	<i>Documentos básicos para acreditação de organismos de certificação de pessoas</i>	<i>36</i>
<i>Tabela 3.3:</i>	<i>Principais empresas certificadas pela ABRAMAN</i>	<i>40</i>
<i>Tabela 6.1:</i>	<i>Documentos essenciais para o reconhecimento de curso pelo MEC^[137]</i>	<i>80</i>
<i>Tabela 6.2:</i>	<i>Categorias de metrologista de acordo com a CBO</i>	<i>84</i>
<i>Tabela 6.3:</i>	<i>Equivalência da formação em experiência necessária para admissão no curso</i>	<i>88</i>
<i>Tabela 6.4:</i>	<i>Grade curricular proposta</i>	<i>90</i>
<i>Tabela 6.5:</i>	<i>Análise financeira</i>	<i>97</i>

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A2LA – The American Association for Laboratory Accreditation;
ABENDE – Associação Brasileira de Ensaios Não Destrutivos;
ABRAMAN – Associação Brasileira de Manutenção;
ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas;
AC – Agência de Certificação;
ACMC – Association for Coordinate Metrology Canada;
ASQ – American Society for Quality;
ASQL – Auditor de Sistema da Qualidade Laboratorial;
AUKOM – AUusbildung in der KoordinatenMesstechnik;
CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior;
CBAC – Comitê Brasileiro de Avaliação da Conformidade;
CBO – Classificação Brasileira de Ocupações;
CC – Conselho de Certificação;
CEB – Câmara de Educação Básica;
CEC – Centro e Exame de Certificação;
CECO – Colégio Estadual Círculo do Operário;
CEFET – Centro Federal de Educação Tecnológica;
CEP – Controle Estatístico do Processo;
CERTI – Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras;
CIC – Centro para a Inovação e Competitividade;
CNI – Confederação Nacional das Indústrias;
CNE – Conselho Nacional de Educação;
CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico;
CONMETRO – Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial;
CTA – Centro Técnico Aeroespacial;
CTCP – Comitê Técnico de Certificação de Pessoas;
CzSQ – Czech Society for Quality;
DC – Documento Complementar;

DN – Departamento Nacional;
DR – Departamento Regional;
EA – European Cooperation For Accreditation;
EOQ – European Organization for Quality;
EurepGAP – Euro-Retailer Produce Working Group (Eurep) Good Agricultural Practices (GAP);
FBTS – Fundação Brasileira de Tecnologia da Soldagem;
FMEA – Failure Mode and Effect Analysis;
GM – Gerente de Metrologia;
GTLCE – Gerente Técnico de Laboratórios de Calibração e Ensaios;
IAAC – Interamerican Accreditation Cooperation;
IAF – International Accreditation Fórum;
IATCA – International Auditor And Training Certification Association;
IEC – International Electrotechnical Commission;
IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers;
IESAM – Instituto de Estudos Superiores da Amazônia;
IMEKO – International Measurement Confederation;
INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial;
ISO – International Organization for Standardization;
ISO-GUM – Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement;
ISWM – International Society of Weighing & Measurement;
LABMETRO – Laboratório de Metrologia e Automatização da UFSC;
LDB – Lei de Diretrizes e Bases;
LNM – Laboratório Nacional de Metrologia;
MAS – Measurement System Analysis;
MASP – Método de Análise e Solução de Problemas;
MEC – Ministério da Educação e Cultura;
MLA – Multi Lateral Agreement;
MNQ – Metrologia, Normalização e Qualidade;
MRA – Mutual Recognition Arrangements;
NA – Norma Auxiliar;
NATA – National Association of Testing Authorities;

NIE-CGCRE – Norma de Coordenação Geral de Credenciamento;
NIT-DICOR – Norma da Divisão de Credenciamento de Organismos;
OCDE – Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico da União Européia;
OMC – Organização Mundial do Comércio;
OPC – Organismo de Certificação de Pessoas;
PADCT – Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico;
PDCA – Plan, Do, Check, Act;
PEGQ – Programa de Especialização em Gestão da Qualidade;
PSGM – Programa Senai de Gestão da Metrologia;
PMAP – Process Measurement Assurance Program;
PNM – Plano Nacional de Metrologia;
PósMCI – Programa de Pós-graduação em Metrologia Científica e Industrial;
PósMQI – Programa de Pós-graduação em Metrologia para a Qualidade e Inovação;
PUC-RIO – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro;
QFD – Quality function deployment;
RBC – Rede Brasileira de Calibração;
RBLE – Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios;
REBLAS – Rede Brasileira de Laboratórios Analíticos em Saúde;
RELACLE – Associação de Laboratórios Acreditados de Portugal;
RHAЕ – Programa de Capacitação de Recursos Humanos em Atividades Estratégicas;
SANAS – South African National Accreditation System;
SBAC – Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade;
SBM – Sociedade Brasileira de Metrologia;
SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas;
SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial;
SI – Sistema Internacional de Unidades;
SINE – Sistema Nacional de Emprego;
SINMETRO – Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial;
TCC – Trabalhos de Conclusão de Curso;
TECPAR – Instituto de Tecnologia do Paraná;

TIB – Tecnologia Industrial Básica;
TM – Técnico Metrologista;
TMC – Técnico Metrologista em Calibração;
TMCQ – Técnico Metrologista para Controle da Qualidade;
TME – Técnico Metrologista em Ensaios;
TQC – Total Quality Control;
UFF – Universidade Federal Fluminense;
UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais;
UFPA – Universidade Federal da Pará;
UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul;
UFS – Universidade de São Francisco;
UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina;
UNESP – Universidade Estadual Paulista;
VIM – Vocabulário Internacional de Termos Fundamentais e Gerais de Metrologia;
WG – Work Group.

1 INTRODUÇÃO

A competição do mercado exige das indústrias um esforço expressivo para produzir bens e serviços qualitativamente melhores, a um custo cada vez menor. Com a globalização, verifica-se o rompimento das barreiras geográficas, culturais e tarifárias, contribuindo ainda mais para aumento da competitividade no mercado internacional^[1]. Dentre os diversos atributos que permitem uma empresa ou nação ser competitiva, distinguem-se: (i) tecnologia; (ii) produtividade dos processos; (iii) preço, (iv) prazo e; (v) qualidade dos produtos. É nesse contexto, que a metrologia desempenha um dos seus mais significativos papéis^[2].

Diz um tradicional ditado: “Só o que é mensurável pode ser melhorado”^[3]. Melhorar continuamente é o caminho da sobrevivência das empresas, impulsionado pela necessidade de satisfação do cliente, que determina o direcionamento do mercado. Esse princípio vale para todas as empresas que disputam mercados cada vez mais dinâmicos e concorridos, que buscam assegurar sua posição e seu crescimento. Medir, torna-se portanto, um elemento central nas ações em busca da satisfação do cliente e na conquista de novos mercados^[3].

Neste sentido, o presente trabalho apresenta uma proposta preliminar no intento de ampliar a promoção da cultura metrológica brasileira, através da formação e certificação de profissionais atuantes na área de metrologia e controle da qualidade. Ressalta-se, aqui, a importância da capacitação dos agentes integrantes dos processos produtivos industriais, que contribuem diretamente para o crescimento e fortalecimento da indústria, através da incorporação de funções básicas da competitividade: (i) metrologia; (ii) normalização e; (iii) avaliação de conformidade^[4]. A metrologia pode ser considerada a base para a superação de barreiras técnicas ao livre comércio, agregando valor aos produtos e processos, atuando como fator decisivo para a inserção do produto nacional em mercados cada vez mais competitivos^[5], através da aplicação de normas técnicas, regulamentos técnicos e avaliação da conformidade.

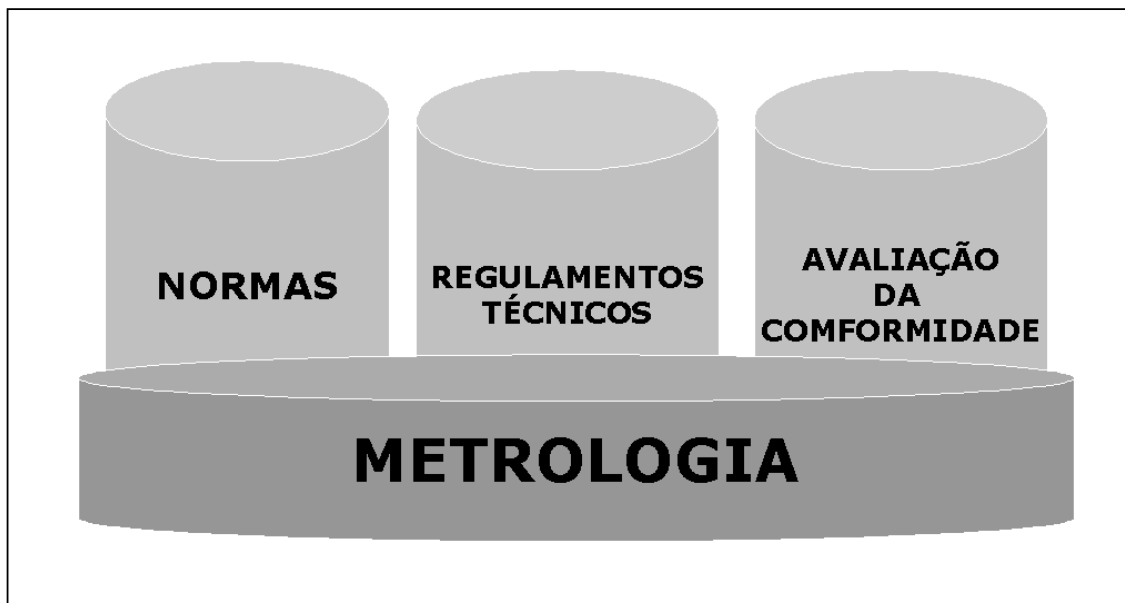


Figura 1: Superação das barreiras técnicas à exportação^[6]

Este trabalho traz contribuições para a implementação prática das recomendações explícitas no Plano Nacional de Metrologia (PNM)^[7], que embora seja de 1998, ainda oferece um horizonte de continuidade para o planejamento estratégico da promoção da cultura metrológica no país, por meio de ações voltadas para as escolas, os órgãos públicos, a área empresarial e o consumidor. O PNM faz menção às carências no sistema brasileiro na formação, capacitação e especialização de recursos humanos na área de metrologia. De forma semelhante ao PNM, as Diretrizes Estratégicas para a Metrologia Brasileira também estabelecem recomendações específicas no que diz respeito à **Educação em Metrologia**^[8].

Sob este aspecto de Educação em Metrologia, procura-se identificar a problemática na formação de recursos humanos (RH) em metrologia no Brasil. Partindo-se do conceito de que o principal foco da metrologia é prover confiabilidade, credibilidade, universalidade e qualidade às medidas^[9], obtêm-se por consequência que a metrologia está presente em quase todos os processos decisórios, abrangendo a indústria, o comércio, a saúde o meio ambiente dentre outros. O autor assume como hipótese que a base industrial brasileira é composta

por técnicos com pouca qualificação, sendo estes de fundamental importância no assessoramento contínuo do processo produtivo, de forma segura e confiável, evitando assim custos e perdas provenientes da falta de qualidade.

Dessa forma, foi solicitado à Sociedade Brasileira de Metrologia (SBM), a relação de todos os seus associados cadastrados até dezembro de 2003, assim como a respectiva área de interesse de cada associado. Após a análise, estratificação e compilação dos dados de interesse, foi possível comprovar a hipótese anterior que a maioria dos associados da SBM são técnicos, que atuam em indústrias e em laboratórios, possuindo pouca experiência nas áreas de calibração e ensaios. As figuras 2 e 3, apresentam a quantidade de associados da SBM que possuem experiência nas áreas de ensaios e de calibração. Portanto, ambas as figuras servem de indicador das áreas nas quais existe oportunidade de capacitação de recursos humanos em ensaios e calibrações no Brasil ^[10].

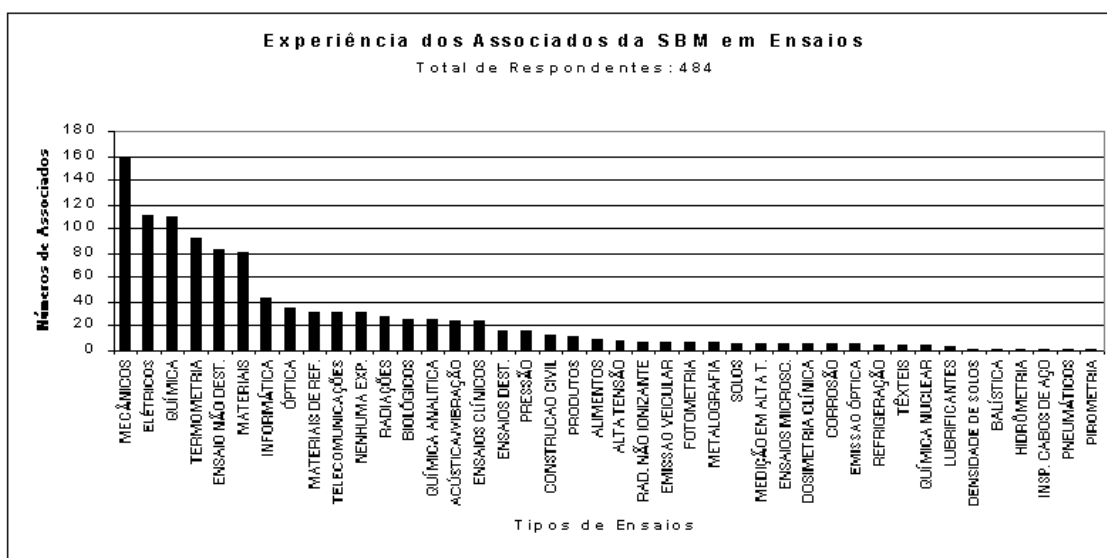


Figura 2: Experiência dos associados da SBM em ensaios

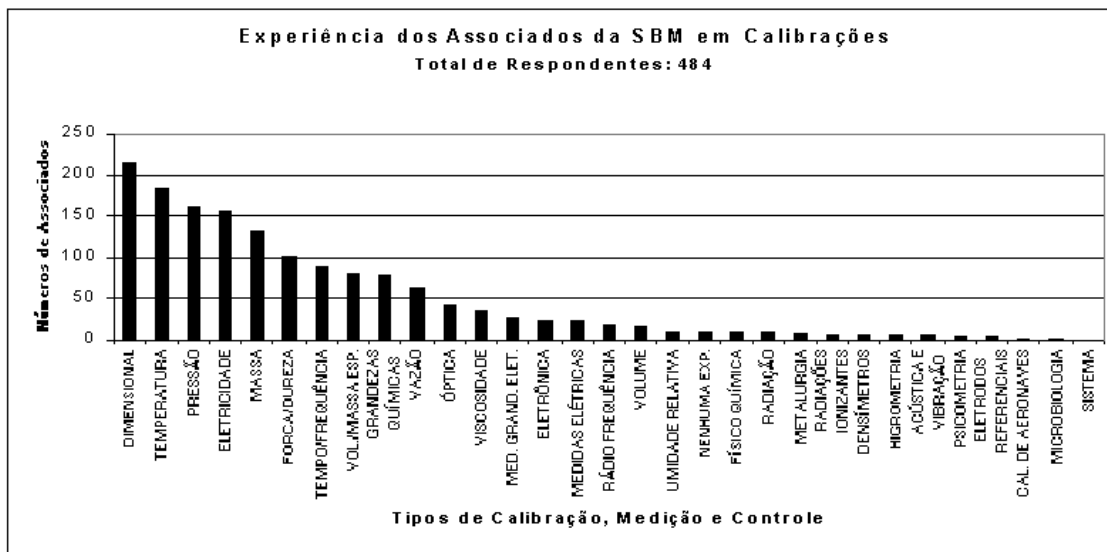


Figura 3: Experiência dos associados da SBM em calibração, medição e controle

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E PROPOSTA DE TRABALHO

Na medida em que há expansão e modernização das indústrias, paralelamente aumenta a necessidade de mão-de-obra cada vez mais especializada, diversificada e qualificada. Junto aos avanços tecnológicos, surge a necessidade de expandir e diversificar a educação em metrologia^[11], principalmente porque a metrologia penetrou em praticamente todos os setores da economia e da vida social dos países, tornando-se, para alguns, “*mais importante para o futuro da sociedade do que para o futuro da ciência*”^[12].

Muitas das atividades realizadas no mundo são baseadas em pessoas, que usam suas competências para o desenvolvimento de tarefas específicas. Essas competências são adquiridas durante toda a vida, baseadas na educação, experiência, treinamento e outros^[13]. A base industrial solicita por um profissional polivalente, capaz de resolver problemas do cotidiano do seu trabalho, mobilizando conhecimentos, habilidades e atitudes.

Criar um diferencial para indústrias através da qualificação dos técnicos que atuam diretamente com a garantia da qualidade do produto ou processo, significa contribuir para o desenvolvimento, valor agregado e competitividade global^[14].

Torna-se então um conceito mundial, a preocupação em suprir a deficiência na qualificação técnica em metrologia^[5]. Em atendimento às necessidades do mercado de trabalho, surge o desenvolvimento de programas de certificação de pessoas, como meio de comprovar a habilidade pessoal^[15], permitindo à sociedade averiguar qual é o profissional mais capacitado para ser utilizado em uma tarefa específica.

A certificação de pessoas ganha destaque por ser um processo voluntário, no qual o profissional ganha um certificado com validade e reconhecimento, além de atualização, complementação e aprimoramento das técnicas aplicadas em seu trabalho^[16], garantindo que o profissional certificado demonstra conhecimento de um determinado acervo pré-estabelecido de conhecimentos básicos e/ou especializados.

Contudo, deve-se atentar aos riscos que podem estar envolvidos na certificação de pessoas que possuem somente os conhecimentos adquiridos na prática do ofício, que muitas vezes podem induzir a não aplicação correta dos conceitos que são fornecidos pela formação específica. Todavia, o autor preocupa-se com a formação que associe a teoria com a prática, de forma orientada para objetivos específicos e concretos. Acredita-se que a forma ideal para se obter a certificação de pessoas seja da seguinte forma: (i) aquisição prévia dos conhecimentos necessários para a prática do trabalho, fornecido por uma instituição reconhecida para tal e; (ii) de forma voluntária, o aluno que almejar a certificação poderá ser submetido ao exame de certificação de pessoas.

Nesse contexto, foi possível verificar a necessidade do desenvolvimento de uma pesquisa de opinião nacional que buscasse identificar o grau de conhecimento dos atuantes em metrologia e controle da qualidade, assim como as necessidades técnicas de cada setor demandante de metrologia. Deste modo, esse trabalho irá contribuir para a certificação profissional e para a qualificação de recursos humanos em metrologia. Contudo, almeja-se a concepção e implantação de um curso de especialização profissional em metrologia (Pós-técnico), que envolva a aplicação prática dos conhecimentos teóricos e que opere em consonância com as necessidades reais de mercado.

1.2 OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho se subdividem em:

- ✓ Levantar nacionalmente a situação dos cursos técnicos, pós-técnicos, tecnológicos e pós-graduações na área de metrologia;
- ✓ Relatar as necessidades das indústrias e laboratórios relativas à metrologia;
- ✓ Identificar o grau de conhecimentos dos atuantes em metrologia;
- ✓ Verificar o universo de aplicações da metrologia frente às indústrias e laboratórios;
- ✓ Estabelecer uma sistemática para a acreditação da SBM pelo INMETRO como organismo certificador de pessoas;
- ✓ Estruturar um manual de certificação de pessoas em metrologia;
- ✓ Elaborar uma proposta de reconhecimento de centros de exames de certificação em metrologia;
- ✓ Sugerir uma categoria de certificação em metrologia;
- ✓ Estruturar um curso de especialização profissional em metrologia, em concordância com os requisitos para a certificação de pessoas e necessidades de mercado;

1.3 JUSTIFICATIVA, RELEVÂNCIA E FATORES MOTIVADORES

Este trabalho justifica-se pela importância que está associada à formação^[17] e certificação de recursos humanos em metrologia no Brasil. Sua relevância está associada à melhoria da qualidade^[18], tendo como consequência a redução de custos, perdas e desperdícios^[19].

O principal fator motivador para o desenvolvimento deste trabalho está relacionado à possibilidade de se desenvolver um estudo que aborde temas atuais com possibilidade de aplicação prática. Outro fator motivador é o fato do autor estar vinculado ao Senai de Blumenau^[20], que é uma instituição fortemente estruturada que presta serviços técnicos e tecnológicos para as indústrias. Por esse e outros motivos, o Senai é um fornecedor ideal para a especialização desses técnicos que

almejam um destaque e crescimento profissional na área de metrologia.

1.4 METODOLOGIA

A metodologia proposta para o desenvolvimento desse trabalho é a seguinte:

- ✓ Desenvolver uma pesquisa de opinião com indústrias e laboratórios para o levantamento das necessidades e dificuldades relacionadas à metrologia;
- ✓ Pesquisar o estado da arte da certificação de pessoas no Brasil e no Mundo, identificando critérios, métodos e normas relacionadas, utilizando a internet e e-mail como principais fontes de informações;
- ✓ Identificar os principais cursos de metrologia no Brasil e no Mundo, através de publicações em periódicos, revistas, sites da internet, livros, dissertações, teses e outros.

1.5 RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se com este trabalho fomentar a acreditação da SBM pelo INMETRO, capacitando-a para desenvolver atividade de certificação de pessoas na área de metrologia em conformidade à Norma Brasileira NBR-ISO/IEC 17024:2004. Ao final deste trabalho propõe-se um modelo de curso de especialização profissional em metrologia em nível Pós-técnico factível de ser implantado em diversas regiões do Brasil, objetivando atender à formação de recursos humanos técnicos especializados em metrologia, em conformidade com os requisitos internacionais da certificação de pessoas. O autor acredita que essa especialização profissional seja o meio mais seguro e confiável de se atingir os requisitos do Técnico Metrologista Certificado (TMC). Indiretamente, este curso servirá como precursor da difusão da cultura metrológica no âmbito dos cursos de nível técnico, assim repercutindo a importância perante o mercado industrial. Acredita-se que hoje em dia não basta apenas ter um diploma para garantir a empregabilidade, mas sim comprovar o “saber fazer”¹. A certificação de pessoas atua como salva guarda para comprovar a qualificação e

¹ Tema debatido na reunião de coordenadores do Senai de Blumenau, na data de 12 de maio de 2004.

habilidades do indivíduo, com respaldo e credibilidade de uma organização reconhecida para tal.

1.6 ESTRUTURA DE APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

O trabalho está estruturado em sete capítulos, distribuídos da seguinte forma:

- ✓ **Capítulo 1: INTRODUÇÃO** – Contextualiza a motivação para desenvolvimento do trabalho, objetivos, justificativas, relevância, metodologia aplicada, resultados esperados. Apresenta também, uma síntese dos conteúdos e estrutura dos sete capítulos que integram a presente dissertação. Este capítulo descreve também a metodologia utilizada na condução deste trabalho, notadamente os preceitos metodológicos que consubstanciaram o desenvolvimento da pesquisa de opinião para a concepção do curso pós-técnico em metrologia.
- ✓ **Capítulo 2: EDUCAÇÃO EM METROLOGIA NO BRASIL** – É apresentado neste capítulo a atual situação dos cursos de metrologia no Brasil, levando-se em consideração as características gerais das instituições de ensino de metrologia. Neste contexto, foram identificados os pontos de destaque dos cursos analisados, para que os mesmos sirvam de base para a estruturação do curso pós-técnico em metrologia.
- ✓ **Capítulo 3: CERTIFICAÇÃO DE PESSOAS EM METROLOGIA** - O terceiro capítulo apresenta a fundamentação teórica sobre a acreditação de organismos e certificação de pessoas, assim como as normas pertinentes a esses processos. Aborda também detalhes e informações sobre a Norma Brasileira NBR ISO/IEC 17024:2004 e acordos de reconhecimento multilateral e de reconhecimento mútuo.
- ✓ **Capítulo 4: PESQUISA DE OPINIÃO** - Neste capítulo é apresentado o resultado da pesquisa de opinião para a estruturação do curso pós-técnico em metrologia e identificação das necessidades de mercado.
- ✓ **Capítulo 5: PROPOSTA DE CERTIFICAÇÃO DE PESSOAS EM METROLOGIA** – São abordados neste capítulo alguns detalhes para implementação da proposta de acreditação da SBM pelo INMETRO,

reconhecendo a sociedade como organismo acreditado de certificação de pessoas em metrologia. Apresenta-se também um manual de certificação de pessoas em metrologia, assim como uma proposta de reconhecimento de centros de exames de certificação em metrologia. É sugerida também, ao término do capítulo, uma proposta de categoria de certificação em metrologia.

- ✓ **Capítulo 6: PROPOSTA DE CURSO PÓS-TÉCNICO EM METROLOGIA** - A proposta detalhada para a estruturação do curso pós-técnico em metrologia é encontrada neste capítulo. São apresentadas as características do sistema proposto, perfil do candidato, aspectos técnicos, grade curricular, plano de curso, bases tecnológicas necessárias, assim como os documentos de interesse, aspectos legais e análise de viabilidade técnica e econômica.
- ✓ **Capítulo 7 – CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS** - São organizadas e sumarizadas, no âmbito das vertentes de análise desenvolvidas, as principais contribuições e conclusões do trabalho. Como reflexões finais, são formuladas recomendações que visam ao fortalecimento do fomento da cultura metrológica nacional. São apresentados também os aspectos relevantes e sugestões de trabalhos futuros referentes a esse tema.
- ✓ **REFERÊNCIAS** - Foram relacionadas todas as obras referenciadas no corpo do trabalho que diretamente subsidiaram o seu desenvolvimento. O trabalho também apresenta uma relação dos principais websites consultados durante a fase de formulação da dissertação, incluídos como parte da referência, apresentando-se como estratégica fonte atualizada de informação permitindo consulta on-line rapidamente atualizável.

2 EDUCAÇÃO EM METROLOGIA NO BRASIL

METROLOGIST

Develops and evaluates calibration systems that measure characteristics of objects, substances, or phenomena, such as length, mass, time, temperature, electric current, luminous intensity, and derived units of physical or chemical measure: Identifies magnitude of error sources contributing to uncertainty of results to determine reliability of measurement process in quantitative terms. Redesigns or adjusts measurement capability to minimize errors. Develops calibration methods and techniques based on principles of measurement science, technical analysis of measurement problems, and accuracy and precision requirements. Directs engineering, quality, and laboratory personnel in design, manufacture, evaluation, and calibration of measurement standards, instruments, and test systems to ensure selection of approved instrumentation. Advises others on methods of resolving measurement problems and exchanges information with other metrology personnel through participation in government and industrial standardization committees and professional societies.^[21]

Em uma pesquisa realizada junto a 500 executivos de sucesso^[22], foi questionado sobre quais seriam os fatores que mais influenciam a qualidade do produto. O resultado da pesquisa é apresentado na Figura 4 em termos percentuais.

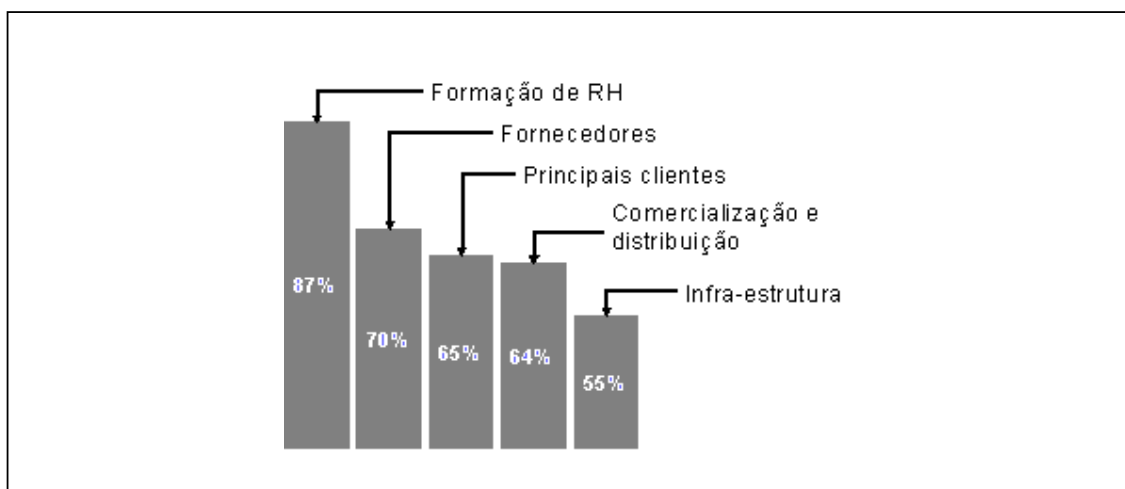


Figura 4: Resultados de uma pesquisa feita entre 500 executivos sobre os fatores de influência na qualidade de produto^[22]

Pode-se observar que o fator “formação dos recursos humanos” obteve o primeiro lugar em importância (87%) seguido pelo fator “fornecedores”. O fator “infra-estrutura”, contrariamente ao esperado, posicionou-se no último lugar. Isso vem ao encontro com a prática de muitas indústrias, que preferem focar seus investimentos em instalações e meios produtivos, descuidando da formação de recursos humanos ou deixando-a para um segundo plano. Diversas desculpas são usadas para justificar essa situação, destacando-se: (i) o custo de cursos e treinamentos; (ii) a inviabilidade de afastar as pessoas de seu ambiente de trabalho e; (iii) a alta rotatividade, que produz a perda do investimento realizado no aprimoramento das competências do colaborador.

No âmbito da metrologia a situação não é diferente. Empresas realizam fortes investimentos em equipamentos de medição, mas não investem adequadamente na formação de metrologistas competentes para operá-los. Os tomadores de decisão acreditam que treinamentos intensivos de curta duração são suficientes para garantir a idoneidade das pessoas envolvidas nos processos metrológicos da empresa.

O autor considera que a formação de recursos humanos é um aspecto chave no desenvolvimento de um país como o Brasil^[23], com forte vocação industrial e de exportador. A seguir, serão descritas de forma sucinta as principais iniciativas nacionais que buscam fomentar a metrologia no Brasil através da formação de pessoas. Ao término deste capítulo, faz-se uma análise para verificar o quanto essas iniciativas são suficientes para sustentar o desenvolvimento industrial brasileiro.

2.1 BREVE HISTÓRICO DA EDUCAÇÃO EM METROLOGIA NO BRASIL

A educação em metrologia no Brasil surgiu, principalmente, de algumas ações governamentais atreladas a processos de fortalecimento da infra-estrutura laboratorial brasileira, com desígnio para o desenvolvimento científico e tecnológico do País^[19]

Após a criação do SINMETRO na década de 70, o esforço para o fortalecimento da metrologia brasileira esteve ligado principalmente à necessidade de implantar o Programa Nuclear Brasileiro. Em 1975, com a construção do campus avançado do Laboratório Nacional de Metrologia (LNM/INMETRO), nasceu o Projeto

Criptônio, primeira iniciativa para formação de recursos humanos em metrologia, objetivando capacitar o próprio INMETRO^[24]. Em meados da década de 80, ocorreu a abertura econômica induzindo o movimento pela qualidade no Brasil. Dessa forma, o investimento em metrologia integrou-se ao movimento pela qualidade, cujo objetivo era prover uma infra-estrutura de serviços voltada à qualidade e à competitividade^[25].

Depois de um longo período de passividade, frearam-se os processos de desenvolvimento de recursos humanos em metrologia, surgindo um novo período de abertura econômica e a necessidade de se atribuir credibilidade ao produto brasileiro, visando atingir mercados externos competitivos e protegidos por barreiras técnicas. Nesta ocasião, a metrologia ganha maior visibilidade e, com o movimento pela qualidade, depende de investimentos em outras funções da tecnologia industrial básica (TIB)^[16], tais como a certificação de produtos e sistemas, a acreditação de laboratórios, de organismos de certificação e as atividades de avaliação da conformidade. Assim, surgiu o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT), que induziu de forma expressiva a capacitação e a formação de recursos humanos em metrologia, normalização e qualidade (MNQ). Foram criados programas e projetos específicos, como o Programa de Especialização em Gestão da Qualidade (PEGQ), o Programa de Capacitação de Recursos Humanos em Atividades Estratégicas (RHAE) e o Programa RH-Metrologia.

O programa RH-Metrologia merece destaque pois teve como objetivo estimular o desenvolvimento de recursos humanos necessários ao crescimento da atividade de metrologia, considerada essencial ao desenvolvimento da competitividade e à transformação da infra-estrutura tecnológica brasileira. Este programa foi financiado por três Ministérios, tendo coordenação conjunta por parte do INMETRO, CAPES e CNPq. No contexto de um edital público, o Programa RH-Metrologia foi responsável pela implantação de dois cursos de mestrado em metrologia, na PUC-RJ e na UFSC. Estes cursos foram projetados para enfatizar o estudo multidisciplinar das diversas áreas da metrologia (elétrica, óptica, temperatura, dimensional, química etc.), estimular a pesquisa nas técnicas de medição e padrões metrológicos e capacitar experimentalmente laboratórios especializados em condição para prover a realização das unidades bases e

derivadas do Sistema Internacional de Unidades (SI). Pode-se atribuir também ao Programa RH-Metrologia a implementação, em março de 2000, do curso "Técnico em Metrologia para a Gestão da Qualidade" do Centro Federal de Educação Tecnológica de Química de Nilópolis (CEFETEQ), no Estado do Rio de Janeiro^[26].

Ao meu ver, a atividade industrial no Brasil passa por uma fase de crescimento, gerado pela recuperação do mercado interno e também pelo aumento das exportações. As exigências dos clientes internacionais, a necessidade de superar barreiras técnicas e, em geral, a multiplicação dos esforços para garantir a qualidade dos produtos e diminuir os custos da falta de qualidade, têm gerado um aumento na demanda de pessoal qualificado em metrologia. Diversas iniciativas privadas estão surgindo para satisfazer essa demanda, geralmente na forma de cursos de qualificação profissional e treinamentos industriais. Diferente das iniciativas governamentais, essas iniciativas privadas dependem mais da demanda regional e sua variação no tempo, tornando-se mais vulneráveis pela necessidade de financiar as atividades através do pagamento de mensalidades e aportes de empresas.

2.2 ESFORÇO BRASILEIRO NA EDUCAÇÃO EM METROLOGIA

Na Tabela 1 foram listadas algumas das principais iniciativas nacionais orientadas à formação de pessoas em metrologia. A seguir serão descritos brevemente os cursos de pós-graduação e graduação relacionados à metrologia no Brasil.

Tabela 1: Principais cursos de metrologia no Brasil

Instituição	Curso	Início	Resultados
Universidade Federal Fluminense – UFF ^[27]	Curso de Pós-graduação em Engenharia de Produção	1990	02 Mestres
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-RIO ^[28]	Metrologia para a Qualidade e Inovação (PósMQI)	1996	60 Mestres
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC ^[29]	Metrologia Científica e Industrial (PósMCI)	1997	58 Mestres
CEFET – MG ^[30]	Especialização em Metrologia	1997	20 (Piloto)
Universidade de São Francisco – USF ^[31]	Metrologia Aplicada aos Materiais: Linha de pesquisa no Mestrado de Ciências dos Materiais	1998	15 Dissertações incorporadas ao mestrado
CECO / INMETRO ^[32]	Curso Técnico em Metrologia	1998	1ª Turma formada em 2001.
CEFETEQ – Nilópolis ^{[33] e [34]}	Curso Técnico em Metrologia para a Qualidade	2000	51 Técnicos
Universidade Federal do Pará – UFPA ^[35]	Especialização em Metrologia	2000	Informação não disponível.
Escola Técnica – UFRGS ^[36]	Curso de Nível Técnico	2002	103 Técnicos
Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG ^{[37] e [38]}	Curso de Especialização em Metrologia	2002	Informação não disponível.
Universidade Estadual Paulista – UNESP ^[39]	Curso de Metrologia Química – Extensão	2002	30 Alunos participantes
Instituto de Estudos Superiores da Amazônia – IESAM ^[40]	Especialização em Metrologia Aplicada à Qualidade	2003	Informação não disponível.
IESA ^[41]	Curso Superior de Gestão da Qualidade em Metrologia	2003	Turma em andamento com 70 alunos

- ✓ Entre 1990 e 1993, o INMETRO, teve dificuldade de compor um concurso público^[42] para contratar profissionais qualificados com formação em metrologia. Visando atender essa necessidade, o Programa de Pós-graduação de Engenharia de Produção do Centro Tecnológico na *Universidade Federal Fluminense* (UFF), formou um convênio com o

INMETRO para implementar naquele mestrado, uma abertura para desenvolvimento de profissionais em metrologia e qualidade, com o foco voltado para as necessidades do INMETRO. Esta iniciativa produziu resultados muito modestos, levando à titulação de apenas um profissional do INMETRO e outro do Laboratório de Metrologia da Marinha.

- ✓ Os cursos de mestrado da *Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro* (PUC-RIO) e da *Universidade Federal de Santa Catarina* (UFSC) iniciaram suas atividades, respectivamente, em 1996 e 1997. Foram estruturados para estabelecer uma interface com empresas e outras organizações empenhadas na busca de soluções para problemas específicos de metrologia, de forma a assegurar a melhoria da qualidade de produtos e aumentar a competitividade das empresas brasileiras. Desde 1981 a UFSC possui teses de Doutorado na área de concentração de Metrologia e Instrumentação que foram desenvolvidas no contexto do Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica da UFSC. A PUC-RIO também possui teses de Doutorado na área de concentração de Metrologia junto à Engenharia, Física e Química.
- ✓ Em janeiro de 1997, o CEFET-MG lança curso de pós-graduação lato sensu de Especialização em Metrologia e Instrumentação com o princípio de aprimorar o conhecimento dos professores do ensino técnico que atuam na área de metrologia. O curso contou com a participação de 20 alunos (docentes do CEFET) e possuía uma carga horária de 360 horas e elaboração de uma monografia para obtenção do certificado Especialista em Metrologia e Instrumentação. O curso foi posteriormente revisado para atender a demanda de profissionais da indústria, entretanto, o número mínimo de participantes não foi alcançado nas quatro vezes em que foi oferecido.
- ✓ A Faculdade de Engenharia da *Universidade São Francisco* (USF), em 1998, criou o Programa de Mestrado em Metrologia. No ano de 2000, tendo reavaliado sua concepção do Mestrado em Metrologia, seguindo os critérios da CAPES, optou pela inserção dos conceitos e aplicações de metrologia no já estruturado *Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência dos Materiais* (PPG-ECM). Nesta nova concepção, foi definido no mestrado do PPG-ECM uma única área de concentração – "**Desenvolvimento e**

Caracterização de Materiais" – e quatro linhas de pesquisa: (i) Desenvolvimento de ligas metálicas para aplicações tecnológicas; (ii) Desenvolvimento de materiais poliméricos com características especiais; (iii) Desenvolvimento de materiais cerâmicos especiais e; (iv) Metrologia aplicada aos materiais. Desta forma, o Mestrado em Metrologia, antes concebido como curso específico, caracteriza-se agora como linha de pesquisa do PPG-ECM enfocando, notadamente, aspectos metrológicos pertinentes à engenharia e ciências de materiais.

- ✓ Em janeiro de 2000, o Instituto de Química da *Universidade Estadual Paulista* (UNESP) organizou um curso de extensão – “*Curso Intersemestral de Metrologia*” – para 30 alunos dos seis cursos de graduação em Química do estado de São Paulo. Estruturado em seis módulos, com carga horária de trinta horas ao longo de seis dias, contemplou conceitos gerais de aplicação em metrologia química e conteúdos específicos sobre a expressão das incertezas da medição associadas às medições em química analítica^[25].
- ✓ Em 2002, a *Universidade Federal de Minas Gerais* (UFMG) criou o programa *lato sensu* de pós-graduação em metrologia, como resultado do convênio firmado entre o Centro de Estudos Metrológicos do *Departamento de Engenharia Mecânica* (DEMEC) da UFMG e o INMETRO.
- ✓ Em 2000, a *Universidade Federal do Pará* (UFPA), juntamente com a *Universidade da Amazônia* (UNAMA) e com o apoio do *Centro Federal de Educação Tecnológica* (CEFET) estruturou um projeto de implantação de um curso de especialização em metrologia, visando prover uma formação voltada para as especificidades e vocações da região norte-nordeste, principalmente os profissionais das *Centrais Elétricas do Norte do Brasil S/A* (Eletronorte). Este curso foi estruturado em 3 períodos consecutivos, exigindo-se uma monografia em tema de interesse do projeto previamente acordado para a conquista do título de *Especialista em Metrologia*. Foi inicialmente prevista uma carga horária de 540 horas-aula, somadas ao tempo dedicado a estudos específicos voltados para a prática laboratorial e para o desenvolvimento da monografia. A grade curricular é composta de disciplinas obrigatórias e eletivas, abordando temas específicos e aplicados (fundamentos da incerteza

da medição, sistema de unidades, padrões e calibração, sistemas de medição, estatística aplicada, planejamento e projeto de experimentos). As disciplinas eletivas são selecionadas de acordo com as linhas de pesquisas pré-definidas nas seguintes áreas de concentração: (i) Normalização e Qualidade Industrial; (ii) Metrologia Dimensional e; (iii) Metrologia voltada para os interesses das medições em Química. Não foi possível neste trabalho, obter evidências da efetiva implementação do curso proposto pela UFPA.

- ✓ O *Instituto de Estudos Superiores da Amazônia* (IESAM) lançou, em 2004, uma Especialização em Metrologia Aplicada à Qualidade, objetivando formar e capacitar recursos humanos especializados em metrologia. O curso possui duração de 13 meses, sendo dez meses para cursar as disciplinas e três meses para a apresentação do trabalho de conclusão de curso.
- ✓ A faculdade IESA criou em 2004 um curso seqüencial na área de Gestão da Qualidade em Metrologia, com duração de dois anos, objetivando formação técnica e científica dos alunos para atuarem como gestor na área de Metrologia nas empresas industriais, comerciais e de serviços.

A seguir serão descritos alguns detalhes dos cursos técnicos e de especialização técnica, de especial interesse para o desenvolvimento desta dissertação.

2.2.1 A Metrologia nos Cursos do SENAI

O Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), órgão vinculado à Confederação Nacional da Indústria (CNI), tem uma estrutura composta de um Departamento Nacional (SENAI DN) e vinte e sete Departamentos Regionais. O SENAI DN coordena a execução da política e das normas definidas pelo Conselho Nacional, estimulando, integrando e apoiando financeiramente os Departamentos Regionais. Estes formam o braço estratégico para prover a formação profissional para o trabalho e os serviços para o desenvolvimento e a competitividade do setor industrial. A organização encontra-se presente em todo o País, atendendo às demandas de múltiplas realidades econômicas e culturais das diferentes regiões

brasileiras.

O desempenho do SENAI no ambiente tecnológico correlaciona-se diretamente com a indução da competitividade no setor industrial. Cada vez mais complexo, dinâmico e seletivo, este ambiente está a exigir do SENAI atenção especial no processo de formação e capacitação profissional, induzindo-o a assumir papel de liderança.

De 1942 a 2003, o SENAI^[43] registrou um número superior a 35 milhões de trabalhadores formados, nas 730 unidades operacionais (311 Unidades Móveis, 38 Centros de Tecnologia, 241 Centros de Educação Profissional e 140 Centros de Treinamento). Interagindo com 29 diferentes setores da indústria, o SENAI oferece aproximadamente 1800 diferentes cursos por ano, além de possuir 122 parceiros internacionais, o que configura e qualifica o SENAI como o maior centro educacional da América Latina. Investindo na concepção de um modelo contínuo de educação profissional, a qualidade SENAI caracteriza-se por proporcionar à sociedade essa modalidade de educação via diferentes instâncias: aprendizagem industrial, qualificação profissional, formação de técnicos, aperfeiçoamento profissional, especialização profissional, formação de tecnólogos e pós-graduação.

A fase dois do Programa RH-Metrologia incorporou de forma explícita em seu planejamento a estruturação de uma rede nacional de formação técnico-profissionalizante em metrologia. O SENAI foi incumbido de coordenar esse processo. No contexto de precursor, o Programa Senai de Gestão da Metrologia (PSGM), investiu na qualidade dos serviços oferecidos, na capacitação do corpo técnico e na implementação da gestão metrológica. Como resultado, 30 laboratórios da Rede SENAI^[44] estão acreditados pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO).

2.2.2 Curso Técnico em Metrologia - CECO

A primeira experiência brasileira na formação de recursos humanos em metrologia, em nível técnico, segue a filosofia da concomitância do ensino médio com a formação profissional. Nesse contexto, foi idealizado e implantado, na “Fase 1” do Programa RH-Metrologia (1995-1998), um Curso Técnico em Metrologia. O

INMETRO foi o agente fomentador desta experiência-piloto, articulada em parceria com o Colégio Estadual Círculo Operário (CECO), sediado nas vizinhanças do Laboratório Nacional de Metrologia (LNM/INMETRO), em Xerém-RJ.

Iniciado em 1998, o curso tem como objetivo formar profissionais em nível médio, qualificados para desenvolver atividades de apoio técnico a laboratórios e especialistas em metrologia. Os alunos formados podem atuar em centros de pesquisa, laboratórios de calibração e de ensaios e em outras instituições que operam no campo da metrologia. Com uma carga horária de 5.920 horas, distribuídas em quatro anos em regime de dedicação integral, reserva-se parte do último ano do curso ao estágio supervisionado, normalmente realizado no próprio INMETRO^[45]. A primeira turma formou-se ao final de 2001, tendo continuidade o processo de formação de recursos humanos^[46].

A Tabela 2 apresenta a ementa das disciplinas que compõem o curso técnico de metrologia do Colégio Estadual Círculo Operário.

Tabela 2: Ementa das disciplinas de caráter técnico profissionalizante do CECO

1ª Série	2ª Série	3ª Série	4ª Série
Introdução à Metrologia Normalização e Qualidade	Estatística Aplicada à Metrologia	Práticas em Instrumentação de Laboratórios II	Práticas em Instrumentação de Laboratórios III
Noções Gerais de Instrumentação	Práticas em Instrumentação de Laboratórios I	Qualidade em Laboratórios	Metrologia Óptica
	Ciência da Computação	Metrologia Acústica e de Vibrações	Metrologia Legal
	Metrologia Mecânica	Metrologia Elétrica	Estágio Supervisionado (Metrologia Básica)
	Qualidade	Metrologia Térmica	

2.2.3 Curso Técnico em Metrologia para Gestão da Qualidade (CEFETEQ)

O Curso Técnico em Metrologia para Gestão da Qualidade iniciou suas atividades em março de 2000, no Centro Federal de Educação Tecnológica de Química (CEFETEQ) de Nilópolis-RJ^[33]. O curso é estruturado em cinco semestres, em sistema modular, possuindo 480 horas de estágio supervisionado^[34]. O objetivo do curso é a formação de profissionais técnicos de nível médio com habilitação em Metrologia para atuar na área industrial, em consonância com as demandas dos setores produtivos. Esse curso aborda os seguintes tópicos: (i) os princípios de calibração; (ii) embasamento para atuar junto aos engenheiros na implantação de sistemas de gestão; (iii) aplicação de normas técnicas, catálogos, manuais e tabelas; (iv) elaboração de gráficos, inventários e controles; (v) leitura e interpretação de resultados de medição; (vi) desenvolvimento e aplicação de técnicas de validação de equipamentos de medição e; (vii) coordenar equipes de trabalho de implantação de programas de confiabilidade metrológica.

2.2.4 Curso de Nível Básico em Metrologia - UFRGS

Caracterizando uma experiência nova, foi desenvolvido no Rio Grande do Sul um curso de nível básico em metrologia, iniciativa da *Escola Técnica*, em parceria com a Escola de Engenharia Núcleo de Multimídia e Ensino a Distância da *Universidade Federal do Rio Grande Sul (UFRGS)*^[36]. Objetivando atender a demanda de empresas e instituições que se atualizam para fazer frente às novas relações econômicas, o curso preocupa-se com a educação profissional em metrologia, ocupando 360 horas/aula, tendo como pré-requisito o ensino médio. É destinado a pessoas que já trabalham ou que buscam qualificação na área de metrologia e qualidade.

2.2.5 Curso Pós-técnico de Instrumentação – SENAI - MG

Dentro do que se pôde pesquisar, verificou-se a existência de um curso pós-técnico em instrumentação, desenvolvido pelo SENAI de Uberaba – MG. Este curso

foi ministrado no período de 15 de setembro de 1997 a 07 de abril de 1998^[47], tendo duração de 3 semestres e possuindo disciplinas de programação, pneumática, hidráulica, eletrônica, eletrotécnica, instrumentação e outras^[48] e ^[49].

2.3 TREINAMENTOS INDUSTRIAIS EM METROLOGIA

Para os fins desta dissertação, adota-se a definição de treinamento fornecida pelo dicionário Novo Aurélio: Século XXI^[50]:

- ✓ *Treinamento*: ato ou efeito de treinar.
- ✓ *Treinar*: Tornar apto, destro, capaz, para determinada tarefa ou atividade; habilitar, adestrar.

A demanda atual de treinamentos em metrologia está intimamente ligada às exigências dos sistemas da qualidade ISO 9000 e ISO/TS 16949. Empresas buscam uma forma de treinar os seus colaboradores, a um custo exequível e minimizando o afastamento dos mesmos de suas tarefas habituais. As características gerais dos treinamentos oferecidos no mercado Brasileiro são:

- ✓ De curta duração (8 a 40) horas e geralmente de caráter intensivo, o qual significa que o curso é ministrado num único módulo compacto;
- ✓ Estão dirigidos ao pessoal técnico que atua nos setores de metrologia e qualidade das empresas;
- ✓ A carga prática raras vezes supera 50% do tempo total, usando-se o resto do tempo para atividades que não requerem interação com o aluno, tais como aulas discursivas;
- ✓ São estabelecidos poucos pré-requisitos explícitos para participar no treinamento;
- ✓ Não estão acompanhados de avaliações de qualquer tipo;
- ✓ Raramente são submetidos a auditorias de primeira, segunda ou terceira parte;
- ✓ A avaliação do curso baseia-se nas opiniões dos próprios alunos, expressas numa planilha;
- ✓ A qualificação do instrutor não é testada nem atestada oficialmente;
- ✓ Os contatos entre o instrutor e os alunos depois de concluído o treinamento

são esporádicos e informais.

Entretanto os treinamentos intensivos constituem atualmente o principal recurso para formação de pessoas em metrologia.

2.4 RESUMO DA SITUAÇÃO NO QUE DIZ RESPEITO À FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS EM METROLOGIA NO BRASIL

A implementação efetiva de uma cultura metrológica na sociedade industrial torna-se exeqüível quando alcançados os níveis de conhecimento específico, desde a educação mais elementar, até a formação dos profissionais mais especializados que atuam na fronteira do conhecimento conduzindo pesquisas de ponta, influenciando o estado da arte do conhecimento, introduzindo inovações, quebrando paradigmas, avançando os limites do domínio do conhecimento em metrologia.

As seções anteriores descreveram brevemente os esforços brasileiros na formação de pessoas em metrologia. O autor descreve concisamente a situação atual pelas frases a seguir:

- ✓ Existem iniciativas já consolidadas para formação em nível de pós-graduação, seja dentro de cursos especializados de pós-graduação em metrologia ou dentro de outros cursos de pós-graduação, em áreas de concentração específicas. Estes profissionais conseguem se colocar no mercado de trabalho, mas sem uma clara visão de carreira de longo prazo. Nas indústrias brasileiras, raramente existem posições de gerência associadas às atividades metrológicas^[19].
- ✓ Existe um progressivo crescimento da oferta privada de cursos de pós-graduação *lato sensu* e especialização em metrologia, dirigida principalmente aos engenheiros que já atuam nas empresas.
- ✓ Poucos esforços sistemáticos são feitos para melhorar o ensino de metrologia nos cursos de graduação; iniciativas existem, mas são isoladas. Algo similar acontece com as disciplinas de formação em metrologia ministradas nos cursos de nível técnico^[44].
- ✓ Existe alguma oferta de cursos profissionalizantes ou pós-técnicos em metrologia. No entanto, os cursos existentes podem ser qualificados de

iniciativas piloto, cuja influência é de caráter puramente local ou regional.

Essa realidade vem ao encontro com o nível de titulação das pessoas que se ocupam efetivamente da operação da metrologia nas empresas Brasileiras: a maioria dos metrologistas industriais possui somente formação técnica^[51]. Eles adquiriram sua capacitação através de experiência prática no trabalho e alguns treinamentos industriais intensivos, com as características detalhadas acima. A realidade dos laboratórios de calibração não é diferente: poucas são as pessoas com titulação em metrologia, mesmo em laboratórios pertencentes às Redes Brasileiras de Calibração e Ensaios. Mesmo assim, esses metrologistas são responsáveis pela rastreabilidade das medições em diversos níveis da pirâmide metrológica e pela seleção e operação de equipamentos complexos de alto custo. Infelizmente, a importância da função que desempenham não é sempre reconhecida, sendo relativamente comum que técnicos metrologistas precisem mudar de setor para conseguir maior reconhecimento e um melhor salário.

De acordo com estudos realizados pelo CNI e SENAI, contemplando a família ocupacional dos técnicos em calibração e instrumentação, verificou-se o vasto e complexo campo de atuação desses profissionais. O conjunto de tarefas e funções relacionadas aos técnicos em calibração e instrumentação é requisitado por praticamente todos os setores econômicos^[51]. Nas tarefas desempenhadas pelos instrumentistas observa-se uma tendência à multifuncionalidade^{[52]e[53]}, já que esses profissionais desempenham diversas atividades industriais, tais como: fabricação, manutenção, projeto, assistência técnica, comercialização e qualidade^[54].

Evidencia-se então que o perfil da demanda pelo profissional técnico do futuro está em anuência com a multifuncionalidade, desde que o mesmo tenha conhecimentos em mecânica, elétrica, informática, eletrônica e outros. Como a metrologia faz parte de uma área tecnológica multi e interdisciplinar, torna-se uma fornecedora ideal para a especialização dos atuais técnicos das diversas áreas do conhecimento, capacitando-os para atender as exigências do mercado ^{[55] e [56]}.

O crescimento industrial está diretamente relacionado à formação de recursos humanos capacitados a melhorar a qualidade de produtos e processos, gerando soluções e reduzindo custos. Para que isso seja possível, existe a necessidade de investimento na formação de recursos humanos que atuem na metrologia das

empresas sem perder de vista sua integração com a garantia da qualidade num sentido amplo, desde o desenvolvimento do produto até a sua colocação no mercado. Considera-se que a formação de pessoas em metrologia precisa ser apoiada numa formação técnica anterior, na qual o aluno adquira conhecimentos e habilidade de uma área específica da tecnologia (e.g. técnico eletrônico, técnico mecânico). Assim, através de um curso pós-técnico ou profissionalizante poder-se-á formar a competência em metrologia sem detrimento da formação que permite interpretar os fenômenos envolvidos na área de aplicação da medição e também na própria técnica de medição. O curso deveria ser ministrado nas diversas regiões produtivas, mantendo uma estrutura comum, porém orientada às necessidades da indústria local. Sendo assim, necessitaria numa primeira instância, permitir a requalificação dos técnicos atuantes na indústria, fomentando sua hierarquização e valorização.

Neste contexto, um curso profissionalizante subdividido em módulos, que contemple aulas práticas e projetos que integrem as disciplinas estudadas no decorrer do curso, assim como um trabalho final voltado à resolução de um problema real existente na empresa na qual o aluno trabalha, torna-se uma proposta ideal.

3 CERTIFICAÇÃO DE PESSOAS EM METROLOGIA

Como preceito básico, cabe destacar que a certificação de competência profissional refere-se à avaliação da conformidade de natureza voluntária.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas^[57] (ABNT) define Certificação como sendo um conjunto de atividades desenvolvidas por um organismo independente da relação comercial com o objetivo de atestar publicamente, por escrito, que determinado produto, processo ou serviço está em conformidade com os requisitos especificados^[58].

Em particular, a certificação de pessoas pode ser entendida como:

“... o reconhecimento formal dos conhecimentos, habilidades, atitudes e competências do trabalhador, requeridos pelo sistema produtivo e definidos em termos de padrões ou normas acordadas previamente, independentemente da forma como foram adquiridos”^[59].

A certificação proporciona informação objetiva e oportuna sobre o profissional, facilitando e reduzindo custos do processo de recrutamento e seleção. Além disso, fornece um modo de diferenciar formalmente a pessoa certificada de outros atuantes na mesma área temática, não certificados. Indiretamente reforça a confiança do público nos serviços prestados, fomentando um esquema confiável de auto-regulação do próprio mercado. Disponibiliza o mesmo recurso através de um grupo tecnicamente competente, fornecendo um processo de avaliação único, transparente e reproduzível, com certificado e respaldo de uma organização competente e reconhecida para tal escopo.

Este capítulo descreverá os resultados de uma pesquisa realizada através de websites para identificar a atual situação dos programas de certificação de pessoas nas áreas de qualidade e de metrologia, no Brasil e no Mundo^[60]. A seguir, abordar-se-á de forma sistemática a estrutura de acreditação de Organismos de Certificação de Pessoas (OPC)^[61] no Brasil, assim como as normas pertinentes a este assunto. Dar-se-á especial ênfase ao procedimento recomendado pela Norma Brasileira NBR

ISO/IEC 17024:2004, recentemente utilizada pelo INMETRO para consubstanciar a acreditação de organismos de certificação de pessoas. No encerramento do capítulo, discute-se sobre a importância do reconhecimento mútuo (internacional) de certificações pessoais e sua aplicabilidade no âmbito da metrologia.

3.1 CERTIFICAÇÕES INTERNACIONAIS EM DESTAQUE

No que concerne a certificação de competência profissional, uma das principais iniciativas mundiais ocorreu em junho de 2001, pela American Society for Quality (ASQ), quando esta organização desenvolveu um estudo para analisar o trabalho do técnico em calibração. Objetivou com esse estudo identificar e validar os conhecimentos e/ou dons dessa atividade, estabelecendo empiricamente fundamentos para o desenvolvimento de um programa de certificação de técnicos de calibração^[62].

Contrariamente ao que poderia ser esperado, face à importância da metrologia para o comércio entre países, a pesquisa permitiu identificar um número relativamente pequeno de certificações internacionais em metrologia. Por essa razão decidiu-se estender a mesma, incluindo também informação sobre algumas certificações na área qualidade. Alguns dos resultados podem ser observados na Tabela 3.1 (certificações em metrologia destacadas em **negrito**):

Tabela 3.1: Principais instituições internacionais provedoras de certificação profissional relacionadas à qualidade e metrologia

Instituição	Certificações Oferecidas	Início	Resultados
American Society for Quality (ASQ) ^{[63], [64], [65] e [66]}	Auditor da Qualidade; Engenheiro da Qualidade; Auxiliar para Melhoria da Qualidade; Gerente da Qualidade; Técnico da Qualidade; Técnico de Calibração; Inspetor Mecânico ; Engenheiro da Confiabilidade; Faixa Preta - Seis Sigmas; Engenheiro da Qualidade de Software	1968	Mais de 85000 profissionais certificados
European Organization for Quality (EOQ) ^{[67] e [68]}	Auditor da Qualidade; Profissional da Qualidade; Gerente de Sistema da Qualidade; Gerente de Sistema Ambiental; Gerente de Saúde e Segurança; Auditor Ambiental; Líder de Gestão da Qualidade Total; Assessor de Gestão da Qualidade Total; Auditor de Saúde e Segurança; Gerente de Processos; Consultor de Sistema de Gestão	1994	Informação não disponível.
Czech Society for Quality (CzSQ) ^[69]	Gerente da Qualidade; Profissional da Qualidade; Gerente da Qualidade de Laboratórios ; Técnico da Qualidade, Auditor da Qualidade; Avaliador de Propriedades Perigosas de Rejeitos; Gerente de Amostragem; Gerente de Metrologia ; Líder de Gestão da Qualidade Total	1994	Informação não disponível.
RELACRE ^[70] (Associação de Laboratórios Acreditados de Portugal)	Auditor de Laboratórios	1999	4 Profissionais certificados
Ngee Ann Polytechnic ^[71]	Metrologista para Garantia da Qualidade	1999	Informação não disponível.
ACMC ^{[72] e [73]} e AUKOM ^[74]	Medição Dimensional por Máquina de Medição por Coordenadas	2000	Informação não disponível.
International Society of Weighing & Measurement (ISWM) ^[75]	Profissional de Pesagem	2003	7 Profissionais certificados

Existem ainda outras instituições de certificação de pessoas nas áreas qualidade e metrologia^{[72], [73], [74], [75], [76], [77], [78], [79], [80] e [81]}, porém as destacadas acima são as que parecem apresentar a melhor estrutura, organização, qualificação e marketing.

Neste nível é importante observar que parecem existir dois critérios diferenciados para certificar pessoas em metrologia. O primeiro deles diz respeito a certificações genéricas, independentes da grandeza e do setor econômico de aplicação, como é o caso do “Técnico de Calibração Certificado” da ASQ. O segundo critério está relacionado a certificações muito mais específicas, como é o caso das outorgadas por AUKOM e APMC na área medição por coordenadas e do “Metrologista para Garantia da Qualidade” do Ngee Ann Polytechnic. Este último apresenta um curso orientado para a certificação pessoal, curso este composto de três módulos, sendo os dois primeiros de disciplinas obrigatórias (1º - Sistema de Garantia da Qualidade e 2º - Metrologia, Calibração e Gerenciamento de Laboratórios) e o último módulo focado na área de interesse do candidato à certificação (Dimensional, Mecânica, Temperatura e Elétrica). Ao término dos três módulos, o candidato é submetido à avaliação para a obtenção da certificação pessoal na área de interesse.

Em princípio não parece existir interferência entre ambos os critérios, assim como também não existem relações de precedência.

Outro detalhe interessante que se pode notar é que existe uma oferta relativamente alta de certificações relacionadas ao ambiente dos laboratórios de calibração e ensaios (e.g. o *Técnico de Calibração* da ASQ, o *Auditor de Laboratórios* de RELACRE e o *Gerente da Qualidade de Laboratórios* da CzSQ).

Isso pode justificar-se pelo reconhecimento da importância dada à formação de pessoas no escopo da acreditação de laboratórios segundo a Norma Brasileira NBR ISO/IEC 17025:2001, essencial para o processo de reconhecimento mútuo.

Por último, deve-se observar que existe uma forte relação entre as certificações em qualidade e as certificações em metrologia. Poucas das certificações enumeradas são outorgadas por associações ou organismos de caráter puramente metrológico.

No Brasil, possuem particular relevância as certificações outorgadas pela

American Society for Quality (ASQ). Esta instituição define certificação (de pessoas) como : "... o reconhecimento formal que um indivíduo tem demonstrado proficiência e compreensão do corpo de conhecimentos específicos"^[63]. Para aderir a alguma das certificações da ASQ é pré-requisito ser associado à instituição, além de realizar um exame de tipo múltipla escolha, obtendo a nota mínima exigida. A ASQ disponibiliza informação sobre os requisitos (corpo de conhecimento), custos, bibliografia recomendada e datas dos exames no seu site na internet <www.asq.org>. Encontra-se também disponível um conjunto de questões similares a aquelas que constituem o exame, para orientar ao interessado. Desde 1968, quando o primeiro exame de certificação foi realizado, mais de 85.000 pessoas já se tornaram certificadas pela ASQ no mundo^[63]. Este é um dos fatores que torna a ASQ uma instituição respeitada internacionalmente na área de certificação de pessoas.

No Brasil, os exames da ASQ são realizados periodicamente em São Paulo, na língua inglesa e em local definido pelo representante da ASQ no Brasil. Para conhecer o status atual das certificações pessoais outorgadas a brasileiros no Brasil, o autor entrou em contato por e-mail em fevereiro de 2004 com o Sr. Evandro Goulart Lorentz, que ocupa o cargo de "Recertification Chair", sendo o único representante formal da ASQ no Brasil. Os dados fornecidos por ele foram dispostos em forma de gráficos, mostrados nas figuras a seguir.

Na Figura 5 pode-se observar que o escopo das certificações outorgadas pela ASQ no Brasil são unicamente da área da qualidade, não se apresentando casos de pessoas certificadas em metrologia e afins (i.e. Técnico de Calibração e Inspetor Mecânico). Também não se observam certificações de pessoas de nível técnico, mas somente no nível profissional. A distribuição entre essas categorias pode ser considerada razoável, pois representa aproximadamente a distribuição dos cargos correspondentes no ambiente produtivo (1 Gerente :: 4 Auditores :: 12 Engenheiros).

A inexistência de certificações de pessoas na área técnica pode estar relacionada com distintos fatores. Na opinião do autor, os principais fatores estão associados aos aspectos financeiros, dificuldade da prova, não somente pelo idioma estrangeiro, mas também pelos conteúdos de caráter teórico, assim como o desconhecimento das vantagens da certificação, tanto para o empregador, como para o empregado.

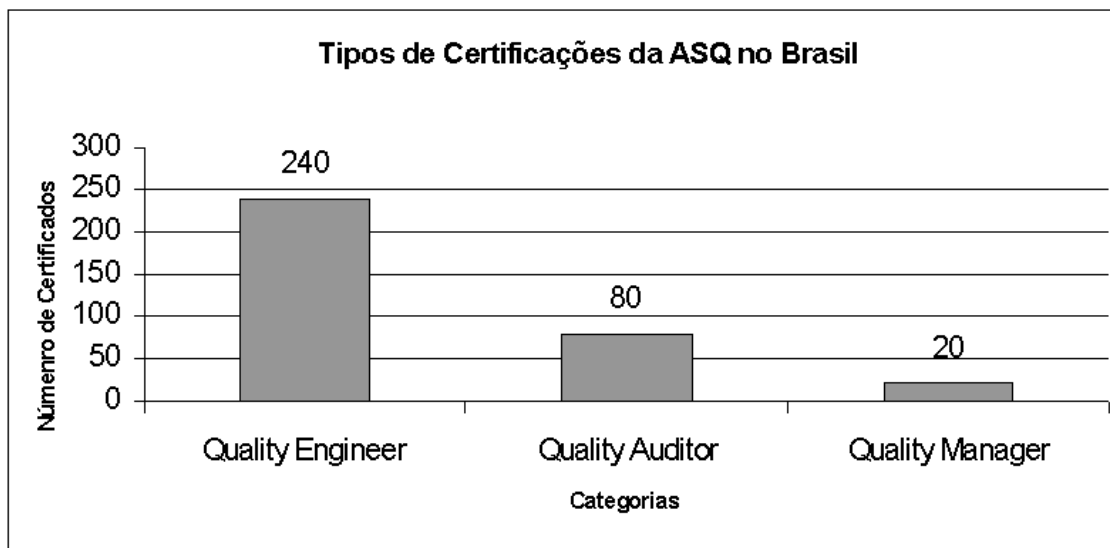


Figura 5: Tipos de certificações da ASQ no Brasil por natureza de escopo

A Figura 6 mostra a distribuição dos profissionais por âmbito de emprego. Pode-se observar que a maioria dos profissionais que obtém a certificação da ASQ atua em empresas públicas e privadas.

Verificou-se que as certificações disponíveis no Brasil são da área da qualidade, não existindo pessoas certificadas na área de metrologia (i.e. Técnico de Calibração e Inspetor Mecânico).

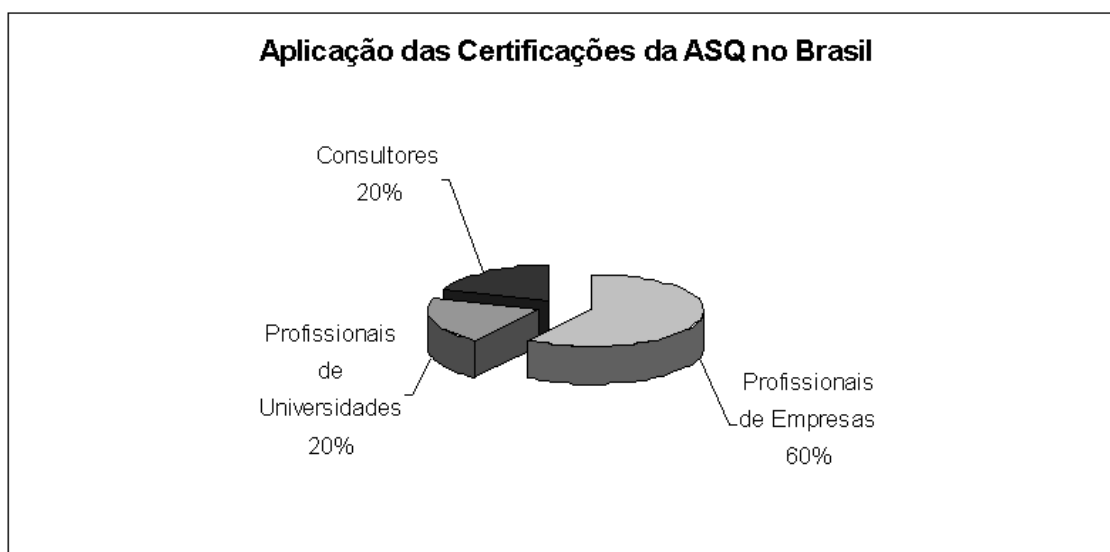


Figura 6: Distribuição das certificações da ASQ no Brasil por natureza de profissional

3.2 A NORMA BRASILEIRA NBR ISO/IEC 17024:2004

Quando se deseja identificar um profissional que demonstre conhecimento em uma determinada competência específica pré-estabelecida, é necessária uma ferramenta de certificação de pessoas que seja embasada em um esquema definido de certificação^[82]. Dessa forma, os programas de certificação de pessoas existem para verificar a habilidade de profissionais em diversas áreas, desde a saúde ao planejamento financeiro.

Objetivando suprir essa necessidade, a ISO/CASCO juntamente com a IEC, decidiram criar um grupo de trabalho (WG 17)^[83] para estabelecer uma nova *Norma de Competência*, que definisse os requisitos para operação de organismos de certificação de pessoas. Foi então que surgiu a ISO/IEC 17024^[85] (General Requirements for Bodies Operating Certification of Persons). Esta norma, publicada internacionalmente pela ISO/IEC^[84] e ^[86] em 2003, foi recentemente adotada em 30 junho de 2004 pela ABNT^[87] (NBR ISO/IEC 17024:2004)^[88] e, estabelece os “Requisitos gerais para os organismos que realizam certificação de pessoas”^[89].

A finalidade desta norma voluntária é estabelecer critérios para orientar os organismos certificadores a avaliar pessoas usando critérios objetivos de competência e para assegurar imparcialidade e reduzir conflitos de interesse^[90]. Com isso pretende-se garantir alguns princípios e procedimentos para que a certificação de pessoas não contenha distorções que firam os direitos humanos, da cidadania, da justiça social e para que seja desenvolvida uma base em normas e práticas internacionais.

3.2.1 Escopo da Norma

A votação da norma ISO/IEC 17024:2002 (E)^[85], na versão “Draft”, teve início em 28/01/2002 e terminou em 28/01/2003, obtendo a aprovação mínima de 75 % para a publicação da mesma. As referências normativas para o desenvolvimento da norma restringiram-se a: (i) ISO/IEC Guide 2:1996^[91] e (ii) ISO 9000:2000^[92].

A Norma Brasileira NBR ISO/IEC 17024:2004 especifica requisitos voluntários para um organismo que certifica pessoas de acordo com requisitos específicos,

incluindo o desenvolvimento e manutenção de um esquema de certificação para pessoas.

3.2.2 Requisitos para os Organismos de Certificação

No quarto capítulo da Norma Brasileira NBR ISO/IEC 17024:2004, encontram-se os “Requisitos para os Organismos de Certificação de Pessoas”, contemplando os detalhes sobre a estrutura organizacional do órgão certificador, assim como informações para o desenvolvimento e manutenção da certificação. Informações tais como: (i) Organismo de certificação; (ii) Estrutura organizacional; (iii) Desenvolvimento e Manutenção de um Esquema de Certificação; (iv) Sistema de gestão; (v) Subcontratação; (vi) Registros; (vii) Confidencialidade e; (viii) Segurança, também podem ser encontrados neste capítulo da norma^[93].

É interessante frisar que essa norma estabelece que o organismo de certificação não poderá usar procedimentos para impedir ou inibir o acesso de candidatos, exceto os providos pela própria norma (4.1.1). Evidencia-se também que somente o organismo de certificação poderá definir as políticas e procedimentos para concessão, manutenção, renovação, extensão, redução do escopo, e suspensão ou cancelamento da certificação (4.1.2).

O organismo de certificação deverá oferecer às partes interessadas uma estrutura que proporcione a confiança na sua competência, imparcialidade e integridade (4.2.1), incluindo seus empregados e seus clientes (4.2.1.a). O organismo de certificação deverá também identificar um gerente responsável por tudo que compete à organização, principalmente:

- ✓ avaliação, certificação e supervisão dos requisitos da norma;
- ✓ formulação de política relacionada ao funcionamento do organismo de certificação quanto à certificação de pessoas;
- ✓ decisões sobre a certificação;
- ✓ implementação de políticas e procedimentos;
- ✓ administração das finanças do organismo de certificação, e;
- ✓ delegação de autoridade para quaisquer comitês ou indivíduos para executarem atividades definidas em seu nome.

O organismo de certificação não poderá oferecer, nem prover treinamento ou ajudar outros na elaboração de tais serviços, salvo se for demonstrado como o treinamento é independente da avaliação e certificação de pessoas, assegurando que a confidencialidade e a imparcialidade não sejam comprometidas (4.2.5).

Também é função do organismo de certificação definir os métodos e mecanismos a serem usados para avaliar a competência dos candidatos, bem como estabelecer políticas e procedimentos apropriados para o desenvolvimento inicial e manutenção contínua desses métodos e mecanismos (4.3.1).

É mister destacar que os critérios pelos quais a competência de uma pessoa é avaliada devem ser somente aqueles definidos pelo organismo de certificação, de acordo com a Norma Brasileira NBR ISO/IEC 17024:2004 e outros documentos pertinentes (4.3.4). Em hipótese alguma a certificação deve ser limitada por razões financeiras ou outras condições restritivas indevidas, como filiação a uma associação ou grupo (4.3.5). Para isso, o organismo de certificação deve avaliar os métodos para exame de candidatos, demonstrando que os exames são justos, válidos e confiáveis (4.3.6).

Deve-se demonstrar, através de registros, que o processo de certificação foi realizado de forma efetiva, especialmente quanto aos formulários de solicitação, relatórios de avaliação, atividades de supervisão e outros documentos relativos à concessão, manutenção, renovação, extensão, redução do escopo, e suspensão ou cancelamento da certificação (4.6.1).

3.2.3 Requisitos para Pessoas Empregadas ou Contratadas pelo Organismo de Certificação

O quinto capítulo da norma apresenta os “Requisitos para pessoas empregadas ou contratadas pelo organismo de certificação”, considerando os aspectos de: (i) Generalidade e; (ii) Requisitos para examinadores.

Cabe ao processo de certificação definir os requisitos de competência das pessoas, empregadas e subcontratadas, envolvidas no processo de certificação (5.1.1), assim como estabelecer e manter documentação atualizada sobre as qualificações pertinentes de cada indivíduo (5.1.4).

Todos os examinadores deverão atender aos requisitos do organismo de certificação com base em normas de competência aplicáveis e outros documentos pertinentes (5.2.1).

3.2.4 Processo de Certificação

O sexto capítulo da norma abrange os detalhes do "Processo de Certificação", tais como: (i) Solicitação; (ii) Avaliação; (iii) Decisão sobre a certificação; (iv) Supervisão; (v) Recertificação e; (vi) Uso de certificados e logomarcas.

É obrigação do organismo de certificação fornecer aos solicitantes uma descrição detalhada e atualizada do processo de certificação, apropriada para cada esquema de certificação, bem como documentos que contenham os requisitos para certificação, os direitos dos solicitantes e os deveres de uma pessoa certificada incluindo, se aplicável, um código de conduta (6.1.1). Compete ao organismo de certificação examinar a competência, com base nos requisitos do esquema de certificação, por exame escrito, oral, prático, observação ou outros meios (6.2.2). Os exames devem ser planejados e estruturados de modo a garantir que todos os requisitos do esquema de certificação sejam verificados de forma objetiva e sistemática, gerando evidência documentada suficiente para confirmar a competência do candidato (6.2.3). A decisão sobre a certificação de um candidato deve ser feita unicamente pelo organismo de certificação, com base nas informações obtidas durante o processo de certificação. Aquelas pessoas que decidem sobre a certificação não poderão ter participado do exame ou treinamento do candidato (6.3.1).

O certificado deverá conter no mínimo as seguintes informações: (i) Nome da pessoa certificada e um número de certificação único; (ii) Nome do organismo que realiza a certificação; (iii) Referência à norma de competência ou outros documentos pertinentes, inclusive edições, em que a certificação se baseia; (iv) Escopo da certificação, incluindo as condições e limites de validade e; (v) Data efetiva da certificação e data de expiração (6.3.3).

O organismo de certificação deve definir um processo de supervisão pró-ativo para monitorar a conformidade da pessoa certificada com as disposições pertinentes

do esquema de certificação (6.4.1). Deve-se também possuir procedimentos e condições para manutenção da certificação de acordo com o esquema de certificação (6.4.2). Torna-se indispensável que o organismo de certificação defina os requisitos de recertificação de acordo com uma norma de competência e outros documentos pertinentes, para assegurar que a pessoa certificada continue a satisfazer os requisitos atualizados da certificação (6.5.1). Todo organismo de certificação que fornece um logotipo ou marca de certificação deve documentar as condições de uso e administrar adequadamente os direitos para utilização e representação (6.6.1).

3.3 ACREDITAÇÃO DE OPCs AO INMETRO

No Brasil, os Organismos de Certificação de Pessoas (OPCs) são organismos que conduzem e concedem a certificação do pessoal utilizado no Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade (SBAC). O órgão responsável pela acreditação de OPCs é o INMETRO. O conceito “Acreditação” é definido como sendo o procedimento pelo qual um organismo autorizado reconhece formalmente que um organismo ou pessoa é competente para desenvolver tarefas específicas^[58].

Para o processo de acreditação de organismos responsáveis por prover a certificação de pessoas, o INMETRO utilizava, até outubro de 2004, os critérios estabelecidos na ABNT ISO/IEC Guia 62, na EN 45013 e nas orientações da IATCA^[94] e IAAC^[95]. Posteriormente, o INMETRO atualizou sua norma interna para a Acreditação de Organismos de Certificação de Pessoas^[96], seguindo os passos da Norma Brasileira NBR ISO/IEC 17024:2004^[88].

Todos os procedimentos para a acreditação de organismos de certificação de pessoas, desde a solicitação até a acreditação, encontram-se estabelecidos na norma interna do INMETRO NIT-DICOR-044^[97]. Os regulamentos para a acreditação de organismos de Certificação de pessoas estão definidos de acordo com a norma interna NIT-DICOR-016^[98]. Informações tais como: (i) Informações Gerais aos Organismos; (ii) Condições Gerais; (iii) Notificação de Mudanças; (iv) Alteração nos Requisitos da Acreditação; (v) Penalidades e; (vi) Cancelamento de Contrato por Solicitação do Organismo, por Insolvência ou por Caso Fortuito ou Força Maior,

podem ser encontrados nesta norma.

Outras informações relacionadas a “Procedimentos para Manutenção, Extensão, Redução, Suspensão, Cancelamento e Transferência da Acreditação” podem ser encontradas na norma interna da coordenação de acreditação do INMETRO NIT-DICOR –031^[99].

Apresentam-se na Tabela 3.2 as normas e formulários necessários para o processo de acreditação de OPCs no Brasil.

Tabela 3.2: Documentos básicos para acreditação de organismos de certificação de pessoas

Normas Internas da Coordenação de Acreditação do INMETRO			
Documento/ NORMA Nº	REV. Nº	DATA/ DATA APROV.	TÍTULO
NIE-CGCRE-006	03	ABR/2003	Tratamento de Reclamações, Apelações e Denúncias.
NIE-CGCRE-140	05	NOV/2003	Preços do Credenciamento para Organismos
NIT-DICOR-004	01	OUT/2004	Critérios para a Acreditação de Organismo de Certificação de Pessoal
NIT-DICOR-016	05	DEZ/2004	Regulamento para o Credenciamento de Organismos
NIT-DICOR-017	01	OUT/2004	Análise da Documentação
NIT-DICOR-018	02	JUL/2004	Auditoria
NIT-DICOR-023	04	DEZ/2004	Condições de Uso da Identificação do Credenciamento de Organismo
NIT-DICOR-030	00	AGO/2004	Auditoria-Testemunha
NIT-DICOR-031	00	AGO/2004	Procedimento para a Manutenção, Extensão, Redução, Suspensão, Cancelamento e Transferência da Acreditação
NIG-DINQP-008	03	JUL/1998	Elaboração de Contrato de Credenciamento
NIT-DICOR-044	01	OUT/2002	Procedimento para o Credenciamento de Organismos de Certificação de Pessoal
NIT-DICOR-035	00	JUN/2003	Tratamento de Não-conformidades críticas detectadas durante processos de credenciamento da Dicor
Formulários			
FOR-CGCRE-308	05	OUT/2004	Solicitação de Acreditação (Credenciamento) de Organismo Application for Bodies Accreditation

Para a obtenção da acreditação de OPC^[96] deve-se primeiramente reunir todos os *Documentos Básicos para a acreditação* e posteriormente deve-se preencher o *Formulário de Solicitação de Acreditação*. Esse formulário deverá ser encaminhado à Divisão de Acreditação de Organismos - INMETRO, acompanhado de toda a documentação pertinente. Após o recebimento, o INMETRO enviará uma solicitação formal de acreditação, se abre um processo para a apreciação preliminar da solicitação e um auditor/avaliador-líder será apontado. Em seguida, examinam-se todos os documentos encaminhados, verificando se os mesmos estão completos e então o auditor/avaliador-líder seleciona a equipe auditora/avaliadora.

O julgamento da documentação, que compreende aspectos legais, financeiros e técnicos, é realizado pela procuradoria geral, pela equipe auditora/avaliadora e por especialistas, quando necessário, de acordo com a finalidade pretendida pelo solicitante.

Depois da análise e aprovação da documentação, é realizada a auditoria ou avaliação local que abrange as instalações da organização e a auditoria-avaliação-testemunha em uma ou mais auditorias de empresas clientes do solicitante. Se existir necessidade para a conclusão desta fase, pode-se realizar uma nova auditoria, para fins de verificação de pendências.

Quando superada a fase de análise dos documentos e a realização da(s) auditoria(s), o processo é encaminhado à Comissão de Acreditação. Essa comissão avalia a conformidade do processo com os procedimentos do INMETRO e recomenda ou não a acreditação ao Coordenador Geral de Acreditação. Assim sendo, a Comissão de Acreditação pode solicitar a participação do executivo “sênior” da organização no processo de acreditação e de um especialista no assunto, para respaldar sua decisão.

A decisão final sobre a aprovação ou não da acreditação é do Coordenador Geral. Supondo-se que o caso seja aprovado, então a acreditação é regida e formalizada através de contrato de acreditação^[100] assinado entre a organização acreditada e o INMETRO, possuindo validade de 4 anos.

Concomitantemente será emitido um certificado de acreditação com os respectivos anexos, que são relacionados os escopos de acreditação.

A *Coordenação Geral de Acreditação* é a unidade organizacional do

INMETRO responsável pela acreditação de organismos de certificação, de inspeção, de verificação de desempenho e de treinamento, bem como pela acreditação de laboratórios de calibração e de ensaios e de outros organismos necessários ao desenvolvimento da infra-estrutura de serviços tecnológicos no País.

A manutenção da acreditação envolve avaliações periódicas, definidas em contrato, com o objetivo de verificar a permanência das condições que validaram a sua concessão. O resultado de cada avaliação é submetido à Comissão de Acreditação e pode, se for o caso, resultar na exclusão de serviços acreditados. Os preços da acreditação estão estabelecidos de acordo com a norma NIE-CGCRE 140^[101], que pode ser obtida nos Documentos Básicos para a acreditação.

Caso o solicitante não concorde com a decisão sobre a acreditação, então se pode encaminhar uma apelação formal ao Coordenador Geral de Acreditação. Pode-se ainda apelar ao presidente do INMETRO e subseqüentemente ao CONMETRO. Todas as apelações e reclamações, apresentadas por organismos de certificação ao INMETRO, ou outras partes interessadas, devem estar fundamentadas e serão tratadas conforme os procedimentos estabelecidos pelo próprio INMETRO.

A organização acreditada só poderá fazer menção à acreditação nos seus documentos de publicidade, correspondência e divulgação de serviços, após a assinatura do contrato de acreditação junto ao INMETRO.

Caso se configure comportamento infrator por parte do solicitante, através do uso ou divulgação da acreditação, a organização acreditada assumirá todo ônus e também estará sujeita às penalidades impostas pelo INMETRO. Dessa forma, em hipótese alguma poderá haver publicidade, envolvendo a acreditação, que seja depreciativa, abusiva, falsa ou extensiva a outros escopos que não tenham sido acreditados pelo INMETRO.

3.4 ESTADO ATUAL DA ACREDITAÇÃO DE OPCs NO BRASIL

De acordo com a pesquisa realizada pelo TECPAR, referente ao “*Estudo da Oferta e da Demanda Nacional de Serviços Tecnológicos*”^[102], observa-se que em 2001 existiam apenas três OPCs no Brasil e atualmente (fevereiro/2005), verificou-se que apenas uma nova organização aderiu ao OPC.

A primeira organização brasileira a ser acreditada junto ao INMETRO na área de certificação de pessoas foi a Fundação Brasileira de Tecnologia da Soldagem (FBTS), situada no Rio de Janeiro. No seu escopo de certificação contempla dois níveis de *Inspetores de Soldagem*^[103].

A Associação Brasileira de Ensaio Não Destrutivos (ABENDE) foi o segundo organismo a solicitar a acreditação na área de certificação de pessoas no Brasil. A ABENDE atua na certificação de inspetores de ensaios não destrutivos para ensaio visual, líquido penetrante, partículas magnéticas, ultra-som, ensaios radiográficos, e correntes parasitas^[104] e ^[105]. O processo de certificação da ABENDE segue uma metodologia um pouco mais complexa, abrangendo método/nível/subnível. Os métodos são definidos de acordo com o escopo da certificação escolhida (ultra-som, ensaio radiográfico, partículas magnéticas e outros). Os níveis são divididos de acordo com a formação do candidato e a experiência que o mesmo possui na área em que almeja a certificação. Já os subníveis são as variantes que podem existir em um método de ensaio, como, por exemplo, é o caso da certificação em partículas magnéticas, que possui dois subníveis para o nível 1, onze subníveis para o nível 2 e apenas um subnível para o nível 3.

O terceiro organismo a solicitar a acreditação de OPC junto ao INMETRO foi o Centro para a Inovação e Competitividade (CIC), que presta serviço de certificação de auditores de sistemas da qualidade e certificação de auditores de sistema de gestão ambiental^[106].

Recentemente (Janeiro/2005) o Centro Técnico Aeroespacial (CTA) foi acreditado junto ao INMETRO como OPC, tendo no seu escopo a Qualificação de Auditor de Sistema de Gestão da Qualidade^[107].

Além dessas iniciativas já consolidadas através da acreditação junto ao INMETRO é interessante destacar o esforço da ABRAMAN na área de certificação de pessoas no setor de manutenção. A Tabela 3.3 apresenta as principais empresas com o seu respectivo número de certificados fornecidos às pessoas certificadas em manutenção pela Associação Brasileira de Manutenção (ABRAMAN). Verifica-se então que até setembro de 2004, a Companhia Siderúrgica de Tubarão^[108] foi a que apresentou o maior número de funcionários certificados na área de manutenção pela ABRAMAN. O investimento em capacitação dos empregados, em 2003, totalizou

cerca de US\$ 3,8 milhões, com 506.720 Homens hora de treinamento, representando 5,9% das horas possíveis de trabalho^[109].

Tabela 3.3: Principais empresas certificadas pela ABRAMAN

Empresas	Setor	Número de Certificados
COMPANHIA SIDERÚRGICA DE TUBARÃO	Siderúrgico	663
MAGNESITA	Serviços	393
PETROBRAS	Petróleo	389
GERDAU AÇOMINAS	Siderúrgico	316
VALLOUREC MANNESMANN	Siderúrgico	275
SAMARCO	Mineração	141
MIN. MORRO VELHO	Mineração	124
MANSERV	Serviços	109
POTENCIAL ENG.	Serviços	86
SENAI	Ensino	78

O Senai também atendeu a uma necessidade concreta da indústria e dos trabalhadores brasileiros, oferecendo ao trabalhador a possibilidade de certificar sua experiência profissional^[44], mesmo que tenha sido obtida de maneira informal. A certificação de pessoas é fundamental tanto para o operário, que se beneficia com o reconhecimento oficial de sua competência, quanto para a empresa, que se coloca em melhores condições para a obtenção de diversos tipos de certificado de qualidade. Coordenado pelo Departamento Nacional, o Sistema SENAI de Certificação de Pessoas foi estruturado de forma a atender à Norma ISO/IEC 17024.

O SENAI/MG inaugurou seu Centro de Exame de Qualificação de Caldeiraria no Centro de Formação Profissional Alvimar Carneiro de Rezende. Foram realizadas 380 certificações de mecânico e eletricista de manutenção, em parceria com a ABRAMAN. Na mesma área, foi inaugurado o Centro de Qualificação de Pessoas

(CEQUAL) no SENAI/ES. Criado para atender às demandas de certificação profissional originada das grandes plantas industriais na área de Caldeiraria, o CEQUAL antecipa a preparação de profissionais que atuarão nas empresas no atendimento à cadeia produtiva de petróleo e gás, que está se consolidando como importante segmento produtivo da economia do estado.

Na área de medicina veterinária existe o Exame Nacional de Certificação Profissional como requisito obrigatório para obtenção de inscrição do profissional no Conselho Federal de Medicina Veterinária e Conselho Regional de Medicina Veterinária, independente do ano de formação, regulamentado pela Resolução nº 691, de 25 de julho de 2001.

Observou-se nesta pesquisa que durante vários anos não houve interesse pela certificação de pessoas, porém é evidente que esse assunto está em destaque atualmente, principalmente pela recente publicação da Norma Brasileira NBR ISO/IEC 17024:2004.

3.5 MLA – ACORDO MULTILATERAL DE RECONHECIMENTO & MRA – ACORDO DE RECONHECIMENTO MÚTUO

MLA e MRA são ferramentas úteis para as políticas de mercado, reguladores, indústrias e organismos de garantia da conformidade. De acordo com o ISO/IEC Guide 2, Padronização e Atividades Relacionadas – Vocabulário Geral, define o MLA como sendo “...acordo de reconhecimento que cobre a aceitação do resultado de um organismo em relação ao outro por mais de dois grupos”^[91]. MLA são acordos voluntários entre organismos de acreditação que operam nas bases do reconhecimento técnico entre os signatários. Isso garante que os procedimentos encontrados nos requisitos são dados por normas. Dessa forma um Acordo Multilateral^[110] é um mecanismo construído na confiança e por isso ajuda a garantir a competência dos organismos de garantia da conformidade através do reconhecimento dos esquemas de certificação dos países signatários desse acordo, facilitando assim o livre comércio no que se refere a organismos acreditados.

O desenvolvimento voluntário de Acordos Multilaterais é espelhado naquele de governo a governo dos Acordos de Reconhecimento Mútuos. Assim sendo, o

MRA é um acordo legalmente obrigatório, negociado entre governos e baseado em regulamento específico de produto. Por exemplo, um MRA permite que produtos e equipamentos de telecomunicações do Canadá sejam testados e certificados em Singapura antes da exportação para esse país.

De acordo com o INMETRO, “os acordos de reconhecimento mútuo entre organismos de acreditação (MRA) são uma das formas mais efetivas de facilitar a eliminação de reavaliações nos países importadores, problema identificado pela Organização Mundial do Comércio (OMC) como umas das mais presenciadas formas de barreiras técnicas ao comércio”.

Os MRAs inicialmente foram estabelecidos, por meio de cooperações regionais e internacionais, acordos que promovem a confiança daqueles que utilizam os resultados dos processos de avaliação da conformidade, principalmente aqueles ligados a laboratórios de calibração.

Hoje em dia o INMETRO mantém acordos de reconhecimento mútuo na atividade de acreditação de laboratórios com os membros da International Laboratory Accreditation Co-operation (ILAC), Interamerican Accreditation Cooperation (IAAC) e European Cooperation For Accreditation (EA). Dessa forma os resultados dos ensaios e calibrações realizados pelos laboratórios acreditados pelo INMETRO passam a ser aceitos pelos demais organismos signatários.

A ILAC^[111] é a cooperação internacional que reúne organismos de acreditação de laboratórios de todo o mundo. O INMETRO é membro da ILAC desde a sua criação, participando inclusive de seu Comitê Executivo, sendo signatário do seu MRA.

O IAAC^[112] é uma cooperação regional que reúne os organismos credenciadores das três Américas. Foi criado em novembro de 1996, por iniciativa do INMETRO nas áreas de laboratórios de ensaio, calibração, de organismos de certificação de sistema, de produtos, de pessoas e de organismos de inspeção. Tem como meta maior a realização do Reconhecimento Mútuo entre os países signatários, quanto às estruturas acima mencionadas. A IAAC realiza anualmente uma Assembléia Geral (GA) na qual são tomadas decisões com respeito às políticas de acreditação.

A EA é a cooperação para acreditação de laboratórios e organismos de

certificação e inspeção que envolve os países membros da Comunidade Européia.

O Inmetro obteve o reconhecimento multilateral em sistemas de gestão da qualidade ISO 9000 em 1999.

Os acordos multilaterais assinados pelos membros do EA tornaram a Europa livre no que diz respeito a sistemas de acreditação de produtos, sistemas da qualidade e certificação pessoal^[113]. Esses acordos são divididos nas seguintes áreas^[114]:

- ✓ Laboratórios de calibração;
- ✓ Laboratórios de ensaios;
- ✓ Organismos de certificação de produtos;
- ✓ Organismos de certificação de sistemas da qualidade;
- ✓ Organismos de certificação de pessoas;
- ✓ Organismos de certificação de sistema de gerenciamento ambiental;
- ✓ Organismos de inspeção.

Participam do acordo multilateral da EA apenas organismos de acreditação oriundos dos países membros da Comunidade Européia^[115]. A EA também mantém acordos bilaterais com organismos credenciadores de países fora da Comunidade Européia, tais como o A2LA (Estados Unidos), o NATA (Austrália) e o SANAS (África do Sul). Um organismo de acreditação que tenha acordo bilateral com a EA não tem obrigação de reconhecer outros organismos que também tenham acordo bilateral com a EA. Em 1998 o INMETRO apresentou requerimento para assinar um acordo bilateral com a EA, somente na área de laboratórios de ensaios e de calibrações.

É interessante destacar que o INMETRO também apresenta acordos de reconhecimento mútuo na atividade de acreditação de organismos com os membros do International Accreditation Forum (IAF), International Aerospace Quality Group (IAQG) e EurepGAP.

O IAF é um foro que congrega os organismos acreditadores de vários países, no âmbito da certificação de sistemas de gestão da qualidade. O IAQG é formado pelos maiores e mais importantes fabricantes e fornecedores do segmento Aeronáutica e Espaço. O EurepGAP é constituído por importadores europeus de frutas e hortaliças frescas.

Como se pode verificar, o INMETRO participa de relevantes acordos de

reconhecimento mútuo na área de acreditação de laboratórios e de organismos, mas nenhum deles na área de certificação de pessoas^[116].

3.6 CERTIFICAÇÃO DE PESSOAS EM METROLOGIA

O recente interesse pela certificação de pessoas está muito ligado à adoção do enfoque de competências, assunto de extrema complexidade. O conceito de competências busca romper com o quadro mais tradicional da qualificação profissional, mais referido a uma determinada ocupação. As competências estão também ligadas à idéia de empregabilidade e por isso devem assumir perfis mais genéricos que incluam conhecimentos, aptidões e atitudes comuns a várias ocupações, que serviriam de base para a flexibilidade do trabalhador e sua melhor inserção no mercado de trabalho.

Do ponto de vista da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico da União Européia (OCDE), boa parte da solução dos problemas de emprego de longo prazo tem a ver com o desempenho de três capacidades básicas: (i) capacidade de inovação; (ii) capacidade de adaptação e; (iii) capacidade de aprendizagem^[118].

Como se pode observar, a certificação de pessoas busca atribuir credibilidade ao perfil do trabalhador, demonstrando além das capacidades técnicas os aspectos cognitivos e outros não menos importantes. Contudo, não se pode pensar na certificação de pessoas de forma isolada sem levar em consideração o treinamento do profissional através de outro organismo competente e independente. É imprescindível uma qualificação adequada, de forma a preparar o profissional para agir com competência e capacitando-o apropriadamente caso opte em fazer o exame de certificação de pessoas. Tendo em vista o vasto campo de atuação da metrologia, constata-se que um organismo de certificação de pessoas em metrologia deve ser estruturado e gerenciado por uma Instituição ou Sociedade fortemente organizada, que detenha interesse, uma efetiva participação e colaboração nas atividades metrológicas nacionais e internacionais.

O processo de acreditação de OPCs é uma tarefa árdua, que exige investimentos e uma equipe atuante que desenvolva e gere os procedimentos

necessários. Entretanto, para que se desenvolva um esquema de certificação de pessoas em consonância com as tendências atuais de mercado, torna-se necessário à implementação de uma pesquisa de opinião de abrangência nacional para tentar identificar e comprovar as deficiências da sociedade brasileira relacionada à qualificação e formação em metrologia.

4 PESQUISA DE OPINIÃO

Para validar as percepções que deram origem a esta dissertação de mestrado e fornecer informação objetiva que permitisse desenhar uma proposta conjunta de formação e certificação de pessoas em metrologia, realizou-se uma pesquisa de opinião envolvendo principalmente os associados da Sociedade Brasileira de Metrologia (SBM), os quais possuem experiência técnica em calibração, medição, controle e ensaios^[119]. Outras pessoas que, não sendo sócias da SBM, desempenham atividades em metrologia e qualidade de indústrias Brasileiras, foram também consultadas.

O presente capítulo apresentará os critérios usados para construir o formulário da pesquisa, de apenas uma página, assim como os resultados obtidos e algumas considerações relevantes observadas na compilação dos dados.

4.1 ESTRUTURA DA PESQUISA DE OPINIÃO


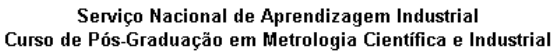

Objetivando tornar a pesquisa mais abrangente e genérica, tentando identificar globalmente o real interesse do entrevistado, adotou-se o seguinte título: *Pesquisa para Implementação de Curso Pós-técnico Metrologia e Controle da Qualidade Industrial*.

Dessa forma, a pesquisa foi organizada com o objetivo principal de verificar o grau dos conhecimentos específicos de metrologia dos atuais técnicos ou laboratoristas que desempenham atividades relacionadas à metrologia. Objetivou-se também avaliar um suposto interesse dos entrevistados no curso a ser oferecido, como também identificar o valor da certificação de pessoas para o mesmo. Com isso, a pesquisa foi estruturada apresentando os seguintes blocos:

- ✓ Dados do entrevistado;
- ✓ Sobre a formação específica em metrologia do entrevistado;
- ✓ Sobre o curso pós-técnico em metrologia.

O formulário da pesquisa é apresentado na Figura 7.

Figura 7: Formulário da pesquisa de opinião aplicado

  		
PESQUISA PARA IMPLEMENTAÇÃO DE CURSO PÓS-TÉCNICO EM METROLOGIA E CONTROLE DA QUALIDADE INDUSTRIAL		
Dados do entrevistado		
Empresa:	Data: / / 2003	
Nome:	Idade:	
Cargo / Atividades:		
e-mail:	Tel.: ()	
Formação:	<input type="checkbox"/> Primeiro Grau <input type="checkbox"/> Segundo Grau <input type="checkbox"/> Segundo Grau Técnico Outros:	
Sobre sua formação específica em metrologia (atual)		
Quantifique de 0 a 10 os seus conhecimentos nos seguintes temas (sendo 10 o máximo).	Ferramentas da qualidade	
	Controle estatístico de processos	
	Planejamento do controle da qualidade industrial	
	Seleção de sistemas de medição	
	Aquisição de sistemas de medição	
	Planejamento da calibração	
	Calibração de instrumentos de medição	
	Avaliação da incerteza de medição	
	Análise de sistemas de medição (MSA - QS 9000)	
	Gestão de laboratórios	
	Sistemas da qualidade laboratorial ISO 17025	
Automação da medição e da calibração		
Quantos cursos de capacitação em temas da metrologia você fez até agora?		
Você considera que os cursos de capacitação disponíveis no mercado são adequados as suas necessidades de formação em metrologia?		SIM () NÃO ()
Sobre o Curso Pós-técnico em Metrologia e Controle da Qualidade Industrial		
Quantifique de 0 a 10 seu interesse em realizar um curso que aborde os temas mencionados acima, e outros não detalhados, numa forma estruturada.		
Quantifique de 0 a 10 o valor que teria para você a obtenção de uma certificação profissional em metrologia, outorgada pela Sociedade Brasileira de Metrologia (SBM).		
Qual seria, na sua opinião, a duração mais adequada para o curso?	06 meses () 12 meses () 18 meses ()	Quantas horas por semana você estaria disposto a se dedicar ao curso? 04 h () 08 h () 12 h ()
Na sua opinião, qual o dia da semana mais adequado para as aulas?	Segunda () Quarta () Sexta () Sábado ()	Na sua opinião, qual o período mais adequado para as aulas? Manhã () Tarde () Noite ()
Você considera interessante a possibilidade de realizar práticas em empresas e laboratórios de calibração e ensaios da região?		SIM () NÃO ()
Você considera importante o apoio da empresa em que você trabalha para sua efetiva participação no curso?		SIM () NÃO ()
Como deveria se expressar esse apoio da empresa?		
Quantifique de 0 a 10 a importância dos seguintes grupos de grandezas para a empresa em que você trabalha.	Grandezas mecânicas (força, pressão, massa, ...)	
	Grandezas geométricas (dimensão, volume, forma, ...)	
	Grandezas elétricas (tensão, corrente, potência, ...)	
	Grandezas térmicas (temperatura, luminosidade, ...)	
	Outras grandezas:	
Observações e Comentários:		

A pesquisa foi realizada por correio eletrônico aos 900 profissionais da área de metrologia que pertencem ao Grupo Calibração do YAHOO-Groups, aos 484 membros estratificados do cadastro da SBM, a 66 empresas da região do Vale do Itajaí do Estado de Santa Catarina e também durante os treinamentos técnicos ministrados pela Fundação CERTI. Em todos os casos, o preenchimento foi realizado sem interferência do autor desta dissertação. Obtiveram-se 125 retornos válidos, sendo essa quantidade considerada suficiente para os propósitos da pesquisa.

4.1.1 Dados do Entrevistado

Neste campo da pesquisa foram adquiridas informações básicas sobre o entrevistado, objetivando identificar se o mesmo possuía o perfil necessário para ser considerado na pesquisa. Definiu-se como critério para inclusão de um formulário o fato de o entrevistado estar atuando diretamente na área de metrologia ou controle da qualidade, não importando a sua formação específica.

Verificou-se que era conveniente investigar o grau de qualificação do entrevistado, ocupação ou atividade que o mesmo exerce no momento, assim como a sua idade.

4.1.2 Sobre a Formação Específica em Metrologia do Entrevistado

No campo de avaliação da formação específica do entrevistado em metrologia, focou-se principalmente na quantificação do conhecimento de determinados temas da grande importância na área de metrologia. Dentre esses temas, adotaram-se: (i) Conhecimentos em Ferramentas da Qualidade; (ii) Controle Estatístico do Processo; (iii) Planejamento do Controle da Qualidade Industrial; (iv) Seleção de Sistemas de Medição; (v) Aquisição de Sistemas de Medição; (vi) Planejamento da Calibração; (vii) Calibração de Instrumentos de Medição; (viii) Avaliação da Incerteza de Medição; (ix) Análise de Sistemas de Medição (MSA); (x) Gestão de Laboratórios, (xi) Sistemas da Qualidade Laboratorial da Norma Brasileira NBR ISO/IEC 17025:2001^[120] e; (xii) Automação da Medição e da Calibração. Os entrevistados foram instruídos para quantificar seus conhecimentos desses temas

através de uma escala de zero a dez pontos, sendo zero para nenhum conhecimento e dez para conhecimento máximo.

Aproveitou-se também para verificar a quantidade de cursos de metrologia que os entrevistados realizaram até o momento da pesquisa, servindo também como indicador do conhecimento na área assim como a atual situação dos cursos disponíveis no mercado.

4.1.3 Sobre o Curso Pós-técnico em Metrologia

Essa parte do formulário de pesquisa objetivou avaliar o interesse do entrevistado pela realização de um curso pós-técnico e verificar qual seria o valor atribuído a uma certificação profissional na área de metrologia outorgada pela SBM.

A pesquisa procurou subsídios para melhor definir a forma de realização do curso, questionando as preferências dos entrevistados sobre os aspectos a seguir: (i) dias da semana para a realização do curso; (ii) duração do curso; (iii) quantidade de horas por semana e; (iv) período para a realização do curso.

Argüiu-se também sobre a possibilidade de se realizar atividades práticas em empresas da região, a fim de associar a teoria com prática de soluções de problemas reais do dia-a-dia. Foi questionado se os entrevistados consideravam importante o apoio da empresa onde eles trabalham para a realização do curso e como esse apoio deveria se expressar. Aproveitou-se também esse momento para identificar as grandezas de maior interesse.

4.2 RESULTADOS DA PESQUISA DE OPINIÃO

Dentro do que foi exposto anteriormente, apresenta-se o resultado da pesquisa de opinião com auxílio das ferramentas da qualidade^{[121],[122],[123]e[124]} para a concepção do curso pós-técnico em metrologia.

Na Figura 8, observam-se os resultados da pesquisa sobre o conhecimento dos entrevistados em diferentes temas importantes de metrologia. Por serem resultados de uma auto-avaliação, devem ser interpretados com cuidado, uma vez que o referencial pode mudar de indivíduo para indivíduo. Assim, uma nota alta pode significar que o entrevistado considera saber bastante do tema em relação a seu

ambiente e não em relação a um referencial absoluto tal como “o conjunto de conhecimentos que compõem o estado da arte no tema”.

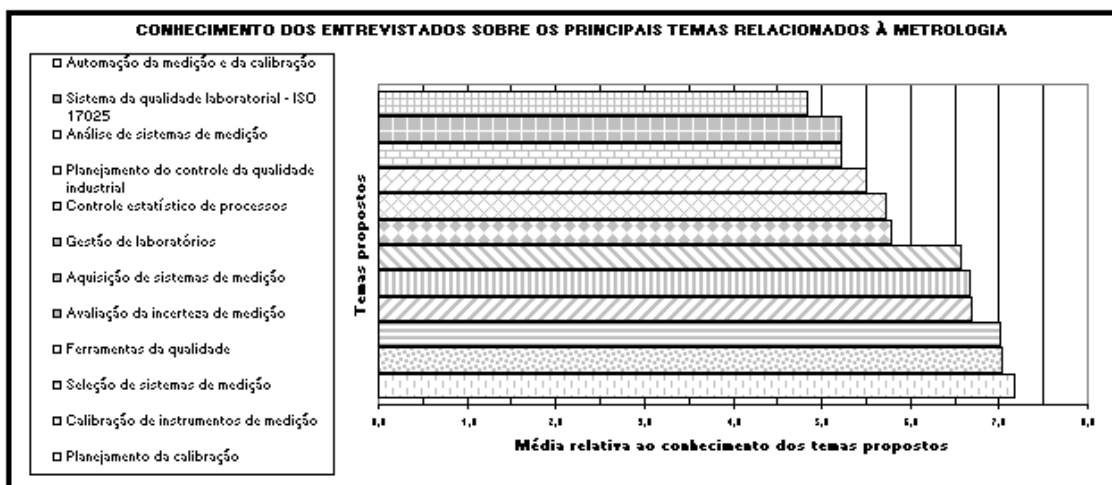


Figura 8: Resultados agregados da pesquisa: Conhecimentos específicos em metrologia

Considerando essa limitação da pesquisa, pode se afirmar que existe carência geral de conhecimentos, visto que, não se obteve nenhuma média (entre entrevistados) superior a sete e meio. O tema que apresentou notas menores foi automação da medição e a calibração. Temas de vital importância, tais como ISO 17025, gestão de laboratórios, controle estatístico de processos, análise dos sistemas de medição e planejamento do controle da qualidade apresentaram médias entre cinco e seis pontos.

Na Figura 9 destaca-se o indicador de interesse dos entrevistados na realização de um curso pós-técnico em metrologia. Obteve-se nota média geral 8,7, sendo que aproximadamente 90% dos entrevistados atribuíram nota 8 ou maior. É interessante destacar que os entrevistados que não expressaram interesse no curso apresentavam idades superiores aos 45 anos.

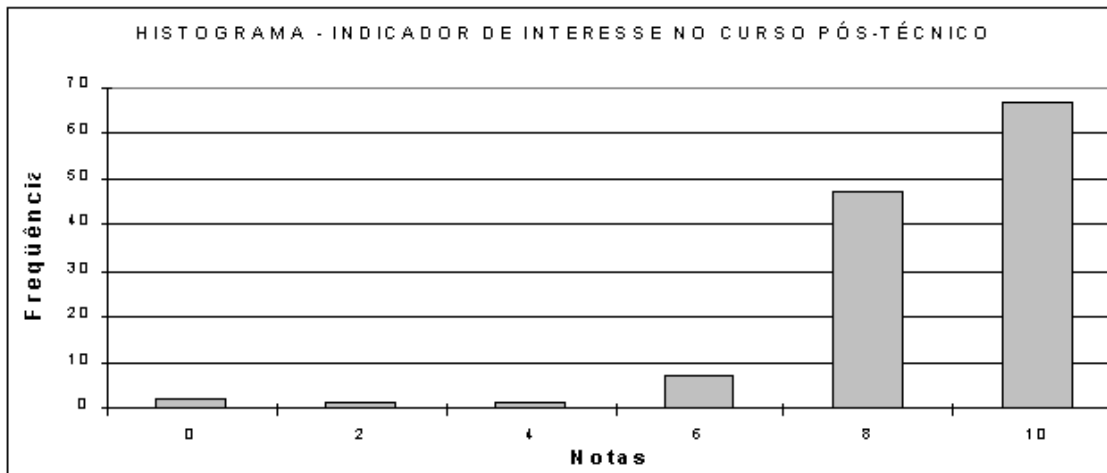


Figura 9: Interesse dos entrevistados pelo curso pós-técnico

Conforme apontado pela Figura 10, constata-se que a maioria dos entrevistados consideram de extrema importância a certificação de pessoas em metrologia. A média geral obtida é 9,36, sendo que aproximadamente 90% dos entrevistados atribuíram nota 8 ou maior. Os entrevistados que expressaram não ter interesse pela certificação são os mesmos que não se interessaram pelo curso pós-técnico. Isso permite concluir que o mercado de ambos os produtos, curso e certificação, está composto por metrologistas jovens, menores de 40 anos, e não por aqueles de maior idade que já alcançaram posições estáveis na empresa.

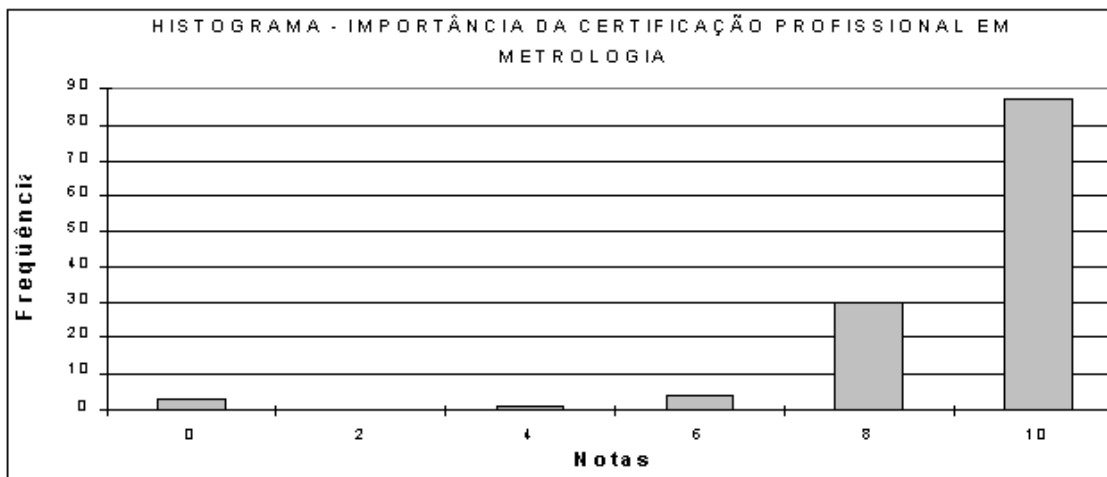


Figura 10: A importância da certificação de pessoas apontada pelos entrevistados

Pode-se observar na Figura 11, uma alta dispersão no número de cursos de metrologia já realizados pelos indivíduos da amostra. Mais da metade dos entrevistados realizou quatro cursos ou mais, sendo que dez deles declaram haver participado em mais de 10 cursos de metrologia.

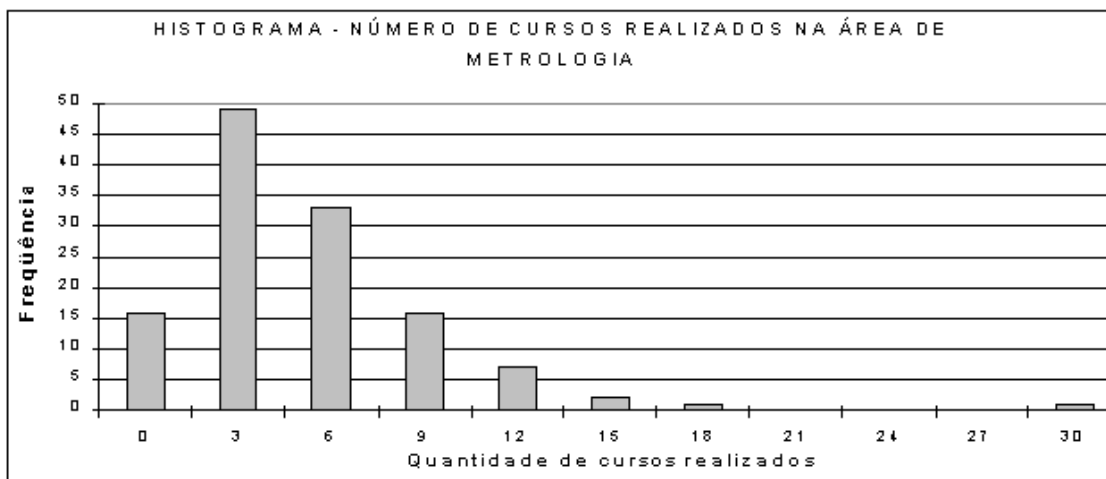


Figura 11: Quantidade de cursos realizados em metrologia pelos entrevistados

Confirma-se então o despreparo de alguns entrevistados que atuam na área de metrologia, tendo como ênfase a baixa quantidade de cursos de qualificação dos mesmos.

As figuras 12, 13, 14 e 15, relatam as preferências dos entrevistados com relação a: (i) duração do curso proposto; (ii) carga horária semanal; (iii) dias letivos por semana e; (iv) o período das aulas.

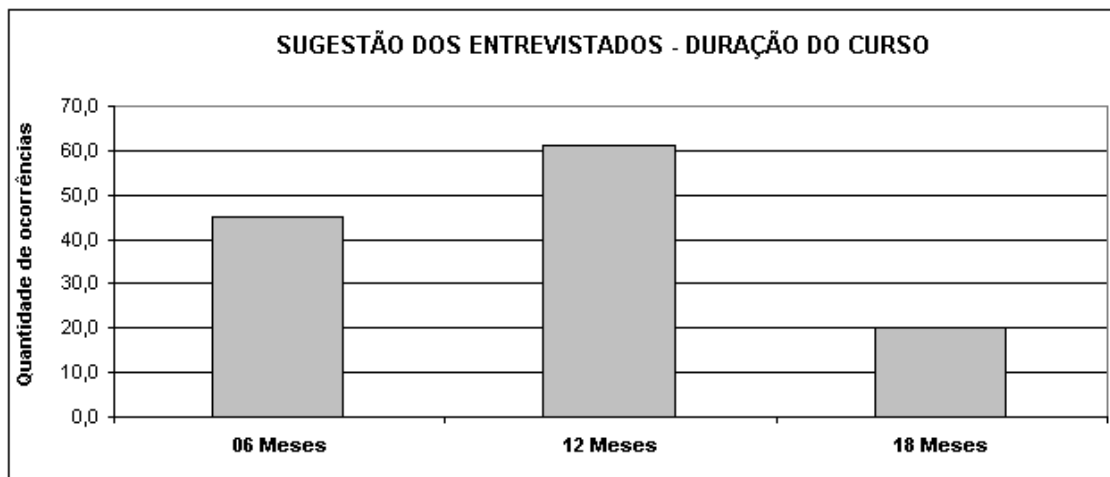


Figura 12: Sugestão de duração do curso pós-técnico em metrologia

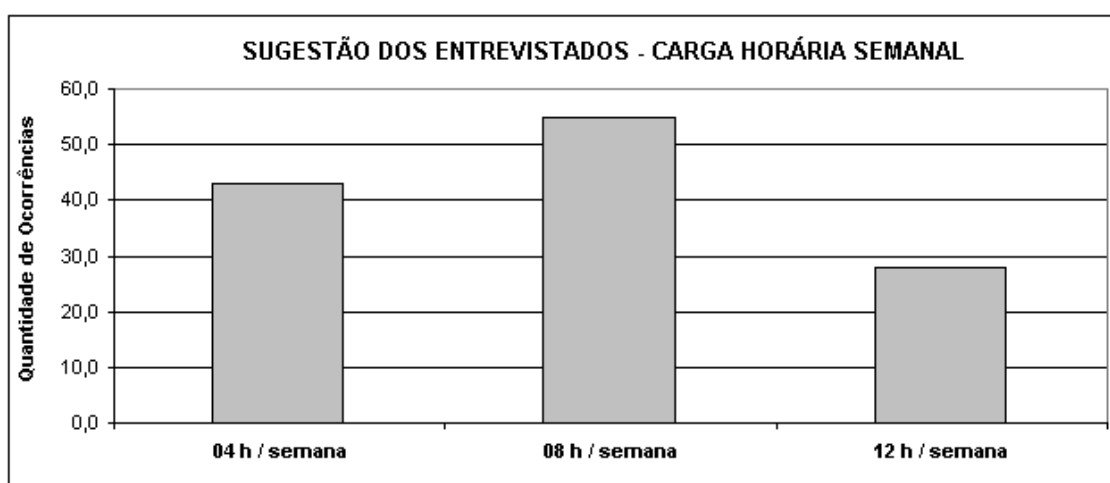


Figura 13: Sugestão de carga horária semanal para a realização do curso pós-técnico

Parece existir preferência por um curso com duração de doze meses, sendo a carga horária de 8 h por semana a preferida. Os dias preferidos para as aulas seriam os sábados e as segundas-feiras. A escolha referente à duração do curso e carga horária não surpreende, mas a preferência das segundas feiras sobre as sextas sim. Antes da completa definição da forma de ministrar o curso, seria interessante esclarecer melhor a razão desta distribuição de respostas.

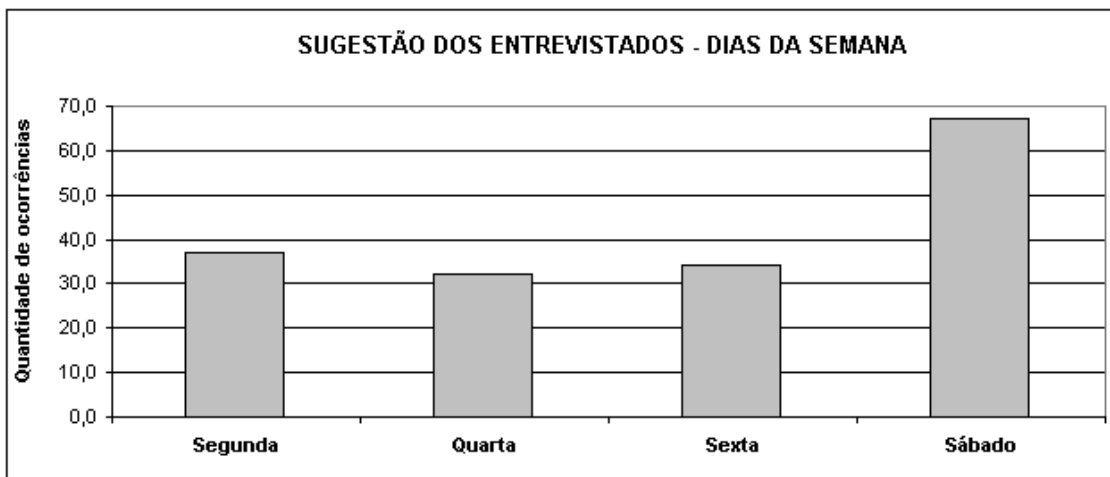


Figura 14: Sugestão de dias para a realização do curso pós-técnico

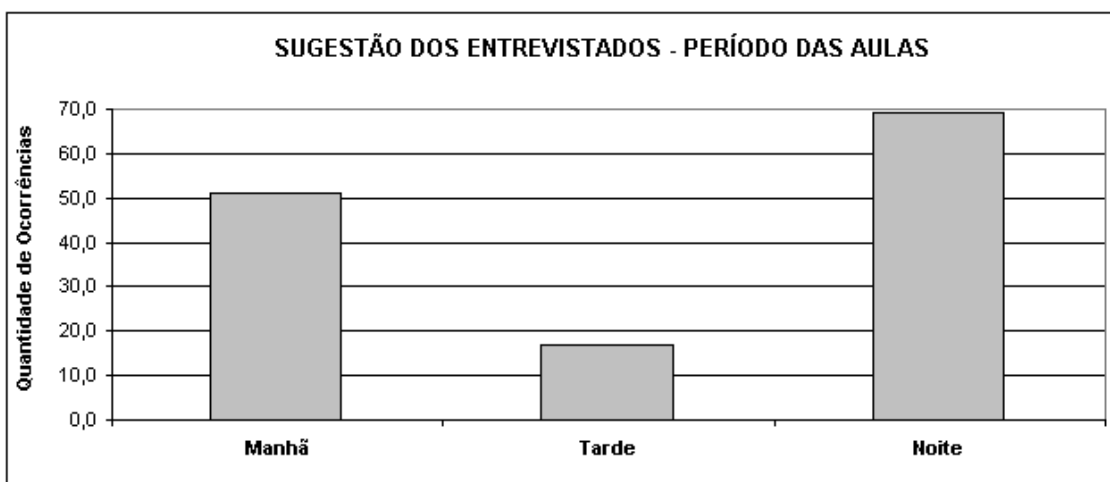


Figura 15: Sugestão de período para a realização do curso pós-técnico

Observa-se na Figura 16 que o grau de importância atribuído pelos entrevistados às grandezas físicas sugeridas apresenta grande similaridade. As grandezas mecânicas destacaram-se ligeiramente, seguidas pelas grandezas geométricas, térmicas, elétricas e outras. Dentre as outras grandezas, verificou-se um maior interesse em: dureza, torque, volume, velocidade, rotações por minuto, vazão, cromatografia, química analítica, vibração, rádio frequência, óptica, ultra-som, conformação, extrusão, laminação, saúde, meio ambiente e agricultura.



Figura 16: Sugestão de grandezas de interesse a serem abordadas no curso pós-técnico

As figuras 17, 18, 19, 20 e 21, apresentam os resultados dos histogramas das grandezas de maior interesse indicadas pelos entrevistados, na seguinte ordem: (i) Grandezas Mecânicas; (ii) Grandezas Geométricas; (iii) Grandezas Elétricas; (iv) Grandezas Térmicas e; (v) Outras Grandezas.

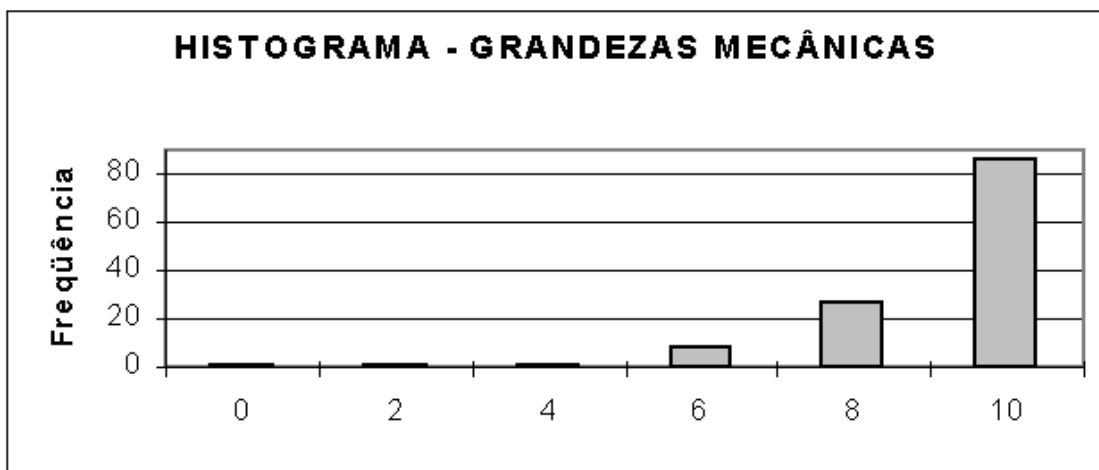


Figura 17: Histograma do interesse nas grandezas mecânicas

Pode se observar que aproximadamente 75% dos entrevistados atribuíram a maior importância (nota dez) às grandezas mecânicas e geométricas. Já as grandezas elétricas e térmicas receberam nota de importância dez por parte de mais

de 50% dos entrevistados.

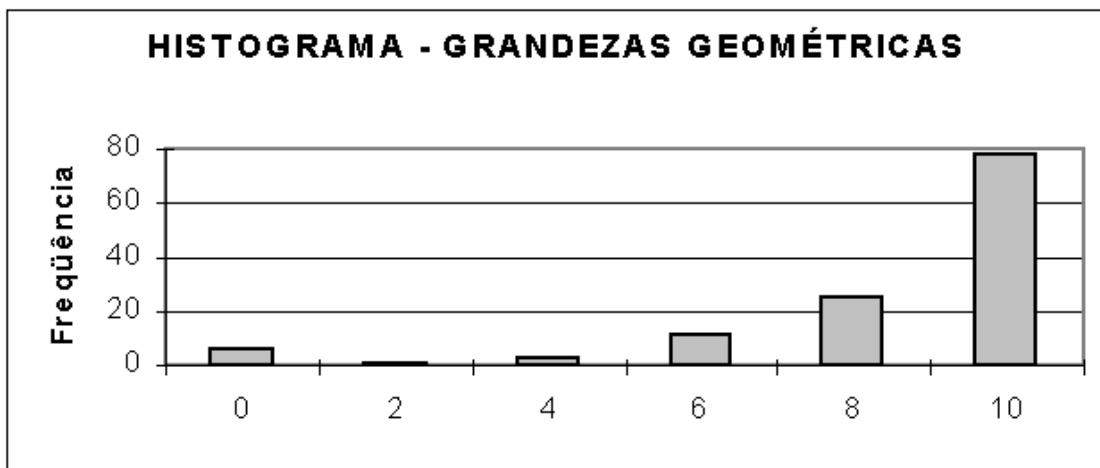


Figura 18: Histograma do interesse nas grandezas geométricas

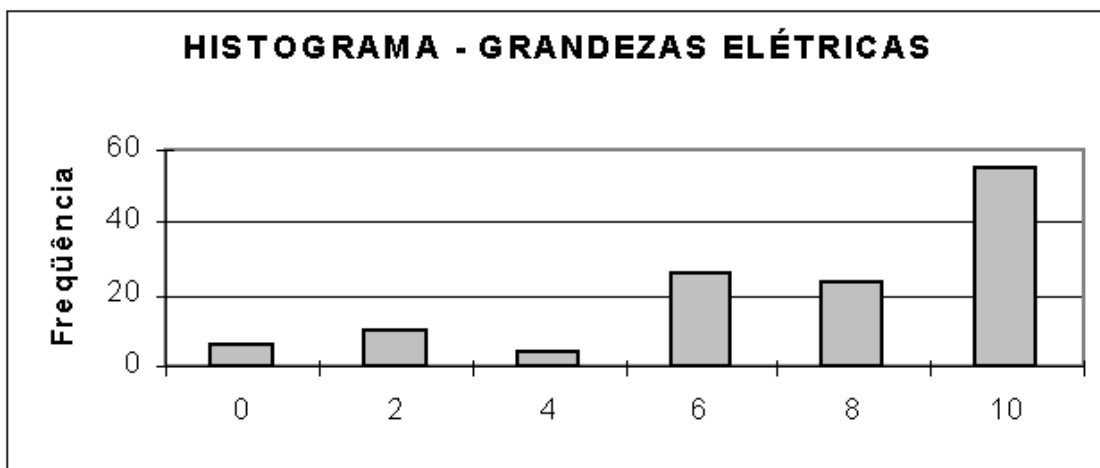


Figura 19: Histograma do interesse nas grandezas elétricas

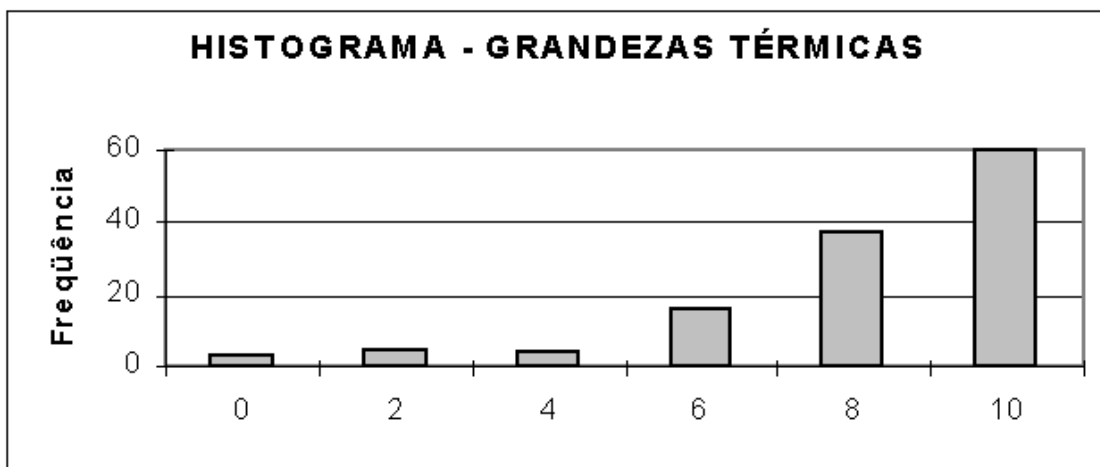


Figura 20: Histograma do interesse nas grandezas térmicas

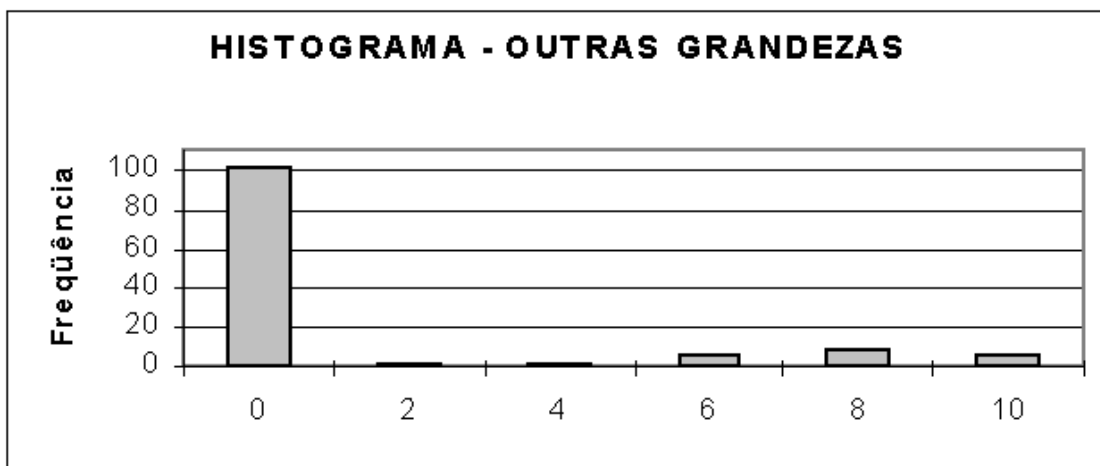


Figura 21: Histograma do interesse nas outras grandezas

Verificou-se também o interesse demonstrado por 96 % dos entrevistados para que sejam realizadas práticas em laboratórios de calibração e ensaio da região, sendo imprescindível o apoio da empresa onde trabalha. Pôde-se também comprovar através da pesquisa que, 53 % dos entrevistados consideram inadequados os atuais cursos de capacitação em metrologia disponíveis no mercado. Verifica-se assim a oportunidade de implantar um curso pós-técnico e, além disso, a necessidade de se melhorar o grau de qualificação dos profissionais que atuam na área de treinamentos em metrologia.

Evidencia-se então, a real necessidade e interesse dos metrologistas

brasileiros por uma qualificação pessoal através de um curso pós-técnico em metrologia, estruturado de forma que permita integrar os conhecimentos da área em um todo coerente, superando assim as limitações do modelo de formação de pessoas com base em treinamentos isolados. Esse curso poderia estar atrelado a um esquema de certificação de pessoas, que permitisse atestar a competência do indivíduo para desempenhar funções dentro do ambiente da metrologia laboratorial e industrial. O curso e a oportunidade de certificação não deveriam estar sendo oferecidos pela mesma instituição, para que seja possível manter a objetividade e transparência. No entanto, acredita-se que ambos devem ser concebidos como um todo integral, para maximizar o impacto e a probabilidade de sucesso.

5 PROPOSTA DE CERTIFICAÇÃO DE PESSOAS EM METROLOGIA

A educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho^[125].

Numa das propostas estratégicas da SBM, encontra-se o “Estudo da viabilidade técnica e econômica da SBM como organismo de certificação de pessoas em metrologia”^[126]. Neste ínterim, alvitra-se que o sistema de certificação de pessoas em metrologia proposto por esse trabalho, seja desenvolvido pela Sociedade Brasileira de Metrologia (SBM), que além de ser uma instituição com a efetiva participação e colaboração nas atividades metrológicas nacionais e internacionais, já possui interesse neste assunto desde longa data.

Dessa forma, propõe-se um sistema de certificação de pessoas em metrologia, que seja regido por um “Manual de Certificação de Pessoas em Metrologia” que venha a atender aos requisitos da Norma Brasileira NBR ISO/IEC 17024:2004, assim como a NIT-DICOR-044^[97] do INMETRO.

Pode-se observar na Figura 22, uma proposta para a concepção de um sistema de certificação de pessoas em metrologia, em que a SBM seria acreditada pelo INMETRO como OPC para então prover exames de certificação de pessoas na área de metrologia. Dessa forma, a SBM seria responsável pela atribuição dos critérios, modelos, categorias e outros aspectos decisivos que estão relacionados à certificação. As Regionais da SBM, com apoio das Redes Metrológicas Estaduais, seriam responsáveis pela aplicação dos exames e encaminhamento dos mesmos para a SBM, a qual seria responsável pelo processo de deliberação das certificações.

Assim como Santa Catarina, outros nove estados onde existem Redes Metrológicas^[127], a implementação do sistema proposto torna-se mais simples pelo

fato de já existir uma infra-estrutura operacional de fomento à metrologia.

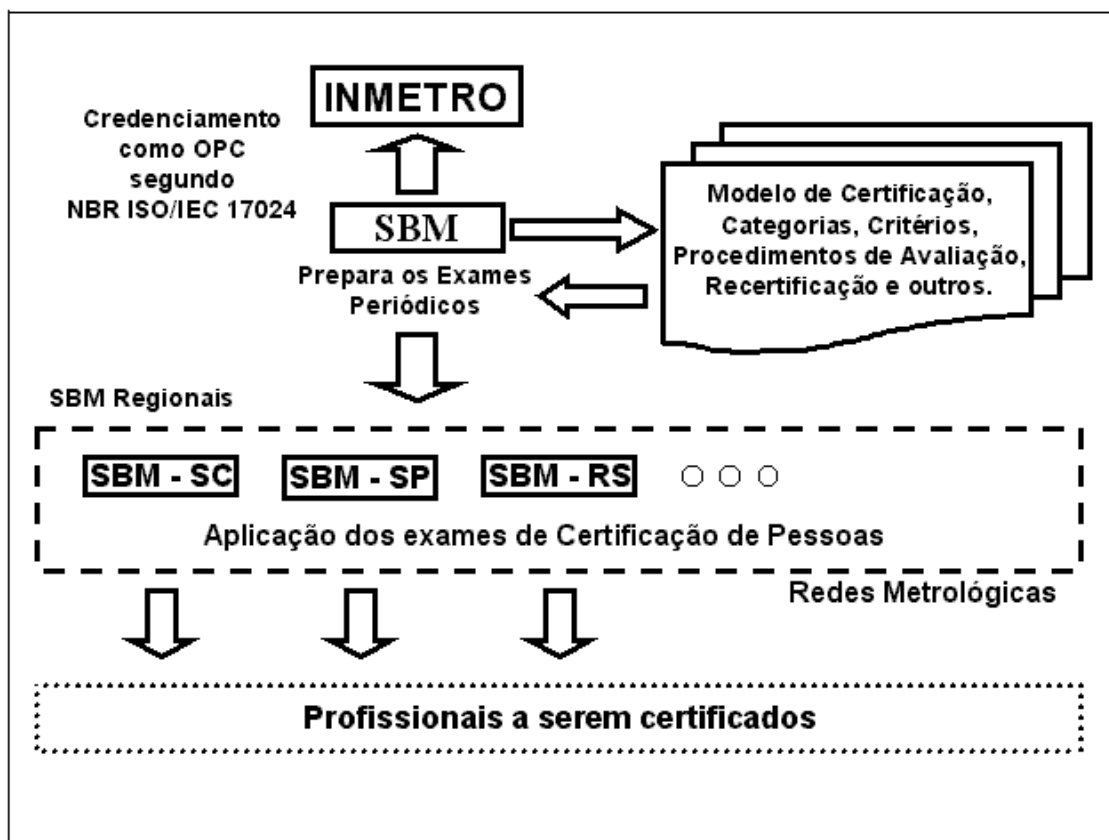


Figura 22: Modelo de certificação de pessoas em metrologia

5.1 PROPOSTA DE ESTRUTURA BÁSICA DO SISTEMA DE CERTIFICAÇÃO DE PESSOAS EM METROLOGIA

Para a acreditação de um organismo de certificação de pessoas pelo INMETRO, sugere-se que o organismo seja constituído por um órgão de respaldo nacional na área de interesse. A SBM é uma sociedade técnico-científica não governamental, independente, sem fins lucrativos, cuja missão preconiza a formação e disseminação de conhecimento e cultura metrológica. Para que se torne possível a acreditação da SBM pelo INMETRO, é imprescindível que seja criado um Comitê Técnico de Certificação de Pessoas (CTCP) dentro da SBM para tratar deste assunto. Este comitê seria responsável por analisar os principais escopos de

certificação de pessoas existentes no país e em outros centros mais avançados, assim como por elaborar uma sistemática para criar os documentos necessários para o processo de acreditação da SBM como OPC junto ao INMETRO. Também é responsabilidade do CTCP o desenvolvimento de todas as normas que regulamentam o sistema de certificação de pessoas.

Nesta dissertação, sugere-se um sistema de certificação baseado nos moldes dos sistemas nacionais e internacionais de certificação de pessoas^{[128], [129], [130], [131], [93] e [113]}, sendo composto basicamente pelos organismos apresentados na Figura 23.

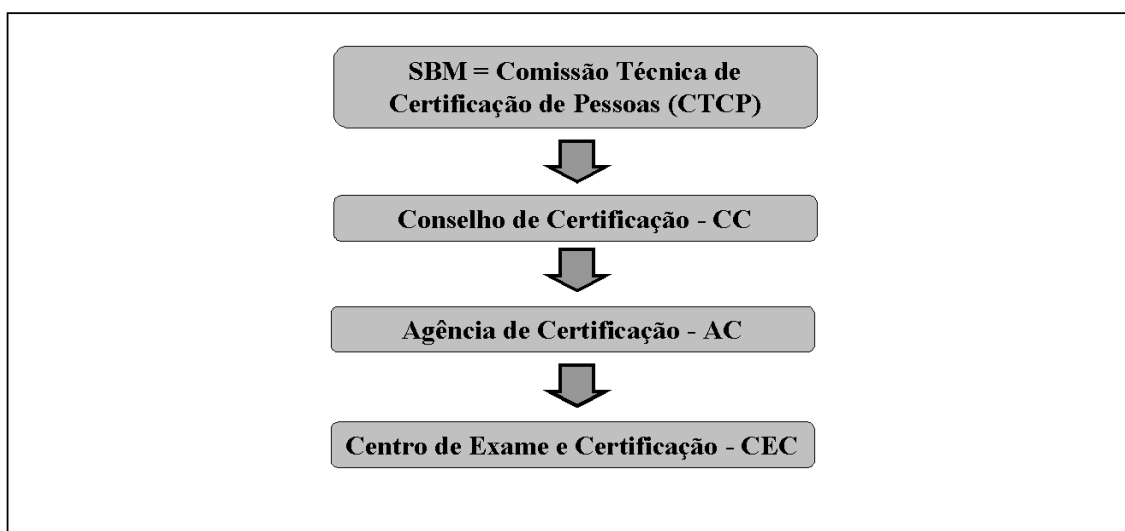


Figura 23: Sistema de certificação de pessoas proposto

a) **Conselho de Certificação (CC)**: é o órgão interno normativo da SBM que trata de assuntos relacionados à certificação de pessoas. Sugere-se que ele seja constituído através de Assembléia Geral e na conformidade das normas que estabelecem o sistema de certificação de pessoas. A composição e a renovação dos membros do CC regulamenta-se nas mesmas normas da SBM que estabelecem o sistema de certificação de pessoas.

b) **Agência de Certificação (AC)**: é o órgão executivo da SBM para assuntos relacionados à certificação de pessoas nos Estados. A AC é representada diretamente pelas Regionais da SBM. Os membros da AC deverão ser nomeados pelo próprio CC na conformidade da norma da SBM que estabelece o sistema de

certificação de pessoas.

c) **Centros de Exames de Certificação – (CEC):** Consideram-se como Centros de Exames de Certificação, os órgãos reconhecidos e registrados como tal pelas AC. Eventualmente órgãos tais como: (i) instituições de ensino; (ii) empresas; (iii) instituições públicas e; (iv) instituições privadas, podem ser reconhecidas como CEC, porém a preferência para a aplicação dos exames de “Certificação de Pessoas em Metrologia” será oferecida para as Regionais da SBM.

5.1.1 Principais Documentos da Certificação

Propõe-se um modelo de certificação de pessoas de caráter voluntário, composto pelos seguintes documentos:

- ✓ NA-001 – Manual de Certificação de Pessoas em Metrologia²;
- ✓ DC-001 - Reconhecimento de Centros de Certificação de Pessoas em Metrologia.

5.2 PROPOSTA DO MANUAL DE CERTIFICAÇÃO DE PESSOAS EM METROLOGIA (NA-001)

Apresenta-se de forma sintetizada uma proposta de Norma Auxiliar (NA-001), voltada ao detalhamento das etapas e procedimentos de certificação de pessoas em metrologia^[132].

5.2.1 Definições Básicas

São oferecidos os significados dos termos relacionados ao processo de certificação de pessoas:

- ✓ Candidato: Indivíduo que postula sua certificação para a execução de atividades de metrologia;
- ✓ Certificação de Pessoas: Testemunho formal de uma qualificação através da emissão de um certificado com respaldo nacional emitido pela SBM.

² Sugere-se utilizar a nomenclatura NA = Norma Auxiliar e DC = Documento Complementar

5.2.2 Categorias e Níveis de Certificação

Torna-se interessante que o CC crie um conjunto de categorias de certificação que seja suficientemente abrangente, sem perder de vista sua natureza dinâmica. Para um país como Brasil, que o mercado ainda não está claramente definido, torna-se interessante partir de um sistema menos complexo, que possa ser facilmente ampliado e diversificado, de acordo com o passar do tempo e das necessidades exigidas pelo mercado. Nesse ínterim, o processo de recertificação pode ser usado também para re-categorizar as pessoas, certificando-as em categorias mais especializadas.

Na opinião do autor, o seguinte conjunto de escopos poderia satisfazer as necessidades do mercado brasileiro no médio prazo:

- ✓ Técnico Metrologista para Controle da Qualidade (TMCQ);
- ✓ Técnico Metrologista em Calibrações (TMC);
- ✓ Técnico Metrologista em Ensaios (TME);
- ✓ Auditor de Sistema da Qualidade Laboratorial (ASQL);
- ✓ Gerente Técnico de Laboratórios de Calibração e Ensaios (GTLCE);
- ✓ Gerente de Metrologia (GM).

As três primeiras categorias se referem às pessoas que operacionalizam as atividades metrológicas em indústrias e laboratórios. Em particular, o TMCQ foca na metrologia de produção, o TMC nas atividades de suporte à rastreabilidade através da calibração de instrumentos e padrões e o TME pode atuar no laboratório ou no suporte a ensaios rotineiros de produtos na produção. O mercado de trabalho destes técnicos certificados abrange os seguintes órgãos: INMETRO, pelos Organismos de Certificação de Produto, pelos laboratórios de empresas, os laboratórios acreditados nas redes RBC e RBLE etc.

As categorias ASQL e GTLCE desenvolvem suas atividades no âmbito dos sistemas da qualidade laboratoriais constituídos para satisfazer os requisitos da Norma Brasileira NBR ISO/IEC 17025:2001. No Brasil, o mercado de trabalho destas categorias abrange os seguintes órgãos: INMETRO, pelos laboratórios da RBC e da RBLE, pelos laboratórios reconhecidos pelas Redes Metrológicas Estaduais etc. Laboratórios de grandes indústrias também podem usufruir as vantagens de

contratar ASQL certificados.

A categoria GM visa à mudança das atuais condições do mercado, que limitam a metrologia das empresas a um escopo puramente operacional. Pretende-se, com a criação desta categoria, promover o entendimento de que a metrologia é uma atividade de alto valor agregado, que merece ser conduzida num nível de gerência, em empresas de médio e grande porte. Assim, gerar-se-á um espaço para o maior aproveitamento e adequada valorização dos engenheiros especializados em metrologia e mestres em metrologia.

Além dessas certificações, pode-se facilmente ampliar o esquema de certificação para áreas específicas, desde que haja evidência da necessidade, como é o caso da metrologia geométrica, mecânica, elétrica, química e térmica. Pode-se criar também distintos níveis de certificação, se isso vier a ser necessário. Contudo, o autor acredita que o sistema de categorias de certificação deve ser mantido de modo simples e objetivo, de forma que atenda as condições Brasileiras, simplificando o processo de certificação.

5.2.3 Pré-requisitos para a Certificação

Todos os candidatos às certificações, devem atender aos requisitos mínimos para certificação, que são definidos pelo CC para cada categoria. Sugere-se adotar os critérios de nível de escolaridade, treinamento e experiência profissional, como fatores a serem considerados no processo de certificação.

5.2.4 Documentos Necessários para Certificação

O CC deverá definir os documentos necessários para a certificação em cada categoria, porém sugere-se que sejam apresentadas cópias dos seguintes documentos descritos abaixo:

- ✓ Escolaridade: cópia de diplomas, certificado de conclusão de curso ou declaração escolar;
- ✓ Experiência Profissional: cópia da carteira profissional ou contrato de autônomo e declaração da empresa;
- ✓ Treinamento: cópia de certificado de conclusão do curso na área técnica em

que deseja obter a certificação.

5.2.5 Atribuições da Pessoa Certificada

Deverá ser construída uma lista de atribuições para cada uma das categorias de certificação. Por exemplo, para o TMC, essas atribuições poderiam ser:

- ✓ Elaborar procedimentos e instruções de calibração;
- ✓ Realizar medições e calibrações;
- ✓ Elaborar documentos tais como laudos, pareceres, registros, relatórios e certificados de calibração;
- ✓ Planejar a calibração de instrumentos e padrões;
- ✓ Assegurar a rastreabilidade das medições;
- ✓ Analisar e selecionar sistemas de medição e padrões;
- ✓ Auxiliar na implantação de sistema da qualidade laboratorial (Norma Brasileira NBR ISO/IEC-17025:2001).

5.2.6 Valores dos Exames de Certificação

Os valores dos exames de certificação deverão ser fixados pelo CC, com aprovação da Diretoria da SBM e fornecidos pela AC aos CEC. Deve se lembrar que, segundo a Norma Brasileira NBR ISO/IEC 17024:2004, em hipótese alguma o direito à certificação poderá ser limitada por razões financeiras ou outras condições restritivas indevidas.

É importante considerar que o preço do exame, somado ao preço da anuidade da SBM, pode influenciar negativamente na decisão de uma pessoa em candidatar-se à certificação. Esse efeito pode ser maior nas categorias de técnicos metrologistas, devido aos menores salários. Trata-se então de uma decisão estratégica, que pode ter um impacto decisivo no sucesso ou fracasso da certificação em metrologia no Brasil.

5.2.7 Datas de Exames e Cancelamento de Exames

Sugere-se que os exames sejam marcados anualmente pelos CEC através do

AC, mediante o encaminhamento de solicitação formal e o pagamento dos valores estipulados pelo CC. Os exames são marcados de acordo com a disponibilidade de cada CEC.

No caso de impossibilidade do comparecimento, o exame pode ser cancelado pelo candidato desde que o mesmo avise em 15 dias úteis de antecedência. O “*não*” comparecimento no dia e horário marcado para o exame, é entendido como desistência ocasionando a retenção total da taxa de exame.

5.2.8 Tipos de Exames de Certificação

O tipo de exame de certificação pode mudar segundo a categoria. Como exemplo, para as categorias TMCQ, TMC e TME, sugere-se realizar um exame de caráter teórico-prático:

- ✓ *Teórico*: Sugere-se uma prova com 40 questões objetivas do tipo múltipla escolha, abrangendo a totalidade dos temas que compõem o corpo de conhecimento da categoria de certificação correspondente. A atribuição do conceito é realizada após comparar as respostas do candidato com o gabarito. Sugere-se que a cada cinco respostas erradas se anule uma resposta correta.
- ✓ *Prático*: O candidato deverá demonstrar a capacidade de realizar adequadamente tarefas de medição, calibração ou ensaio (dependendo a categoria de certificação). Sugere-se que esta parte do exame seja composta por duas atividades práticas e duas questões sobre as mesmas. A avaliação é realizada por dois avaliadores, considerando a capacidade do candidato para manusear e operar os sistemas de medição e os padrões envolvidos, a correção dos resultados obtidos nos experimentos e a capacidade do candidato de analisar os resultados e refletir sobre sua significância.

A exigência de um exame prático é incomum nas certificações em qualidade e metrologia analisadas pelo autor desta dissertação. Por exemplo, as certificações da ASQ são concedidas somente com aprovação do exame teórico, mas exigem como pré-requisito a comprovação objetiva de experiência profissional na área em que se

pretende a certificação. Entretanto, o exame prático é padrão nas certificações para ensaios não destrutivos e solda de tubulações e recipientes. Na opinião do autor desta dissertação, a problemática das falhas decorrentes de soldas defeituosas ou ensaios não destrutivos mal realizados é o que levou as OPCs correspondentes à realizarem exames práticos.

Porém, a motivação de sugerir exames práticos para certificações em metrologia possui bases mais amplas. Por uma parte, pode-se considerar que algumas atividades metrológicas, quando não realizadas apropriadamente, podem resultar em eventos de alta periculosidade. Em particular, isso pode acontecer com os testes necessários para avaliação de conformidade de itens de segurança. Por outra parte, calibrações mal realizadas podem resultar em consideráveis perdas econômicas, afetando as relações comerciais entre países. No extremo da cadeia de conseqüências, os próprios MRAs e MLAs podem ser afetados.

Pelas razões citadas acima, o autor é partidário pela inclusão de exames práticos, até que se demonstre que podem ser eliminados como requisito de certificação e substituídos por um sistema confiável de comprovação da experiência prévia.

5.2.9 Local dos Exames

Os locais de exames devem ser CEC devidamente registrados na AC. Cada CEC deve possuir instalações adequadas para a realização dos exames, bem como avaliadores que possuam uma comprovação de idoneidade e competência para a realização do exame, especialmente da parte prática.

5.2.10 Considerações Relativas ao Exame

Contemplam-se algumas considerações durante a realização dos exames de certificação:

- ✓ Não deve ser permitida a consulta a nenhum documento, exceto os fornecidos pelos examinadores, tais como procedimento de calibração, dicionário e outros;
- ✓ O tempo de execução de cada prova é um requisito a ser avaliado nos

exames de certificação, e deve ser controlado, pois o não atendimento a este item implicará em reprovação. O tempo disponível para a realização de cada prova deve constar nas instruções que serão entregues aos candidatos;

- ✓ Não deve ser permitida a reprodução ou cópia de qualquer parte da prova.

5.2.11 Resultados dos Exames de Certificação

O CEC deve encaminhar por escrito, os resultados dos exames aos candidatos aprovados nas provas teóricas e práticas. Sugere-se que a AC emita, num prazo máximo de quinze dias, a certificação ao candidato.

5.2.12 Reexames

Propõe-se que o candidato reprovado em qualquer exame (teórico ou prático) só possa realizar um novo exame, decorrido o prazo mínimo de seis meses. O novo exame deverá ser realizado na sua totalidade.

5.2.13 Revisão dos Exames

Caso o candidato apresente evidências comprobatórias de erros ou condução imprópria nos exames de certificação, sugere-se que a AC analise os fatos e decida sobre a repetição ou não dos exames, ou o encaminhamento das evidências e fatos ao CC, para decisão em última instância.

5.2.14 Taxa da Certificação

Caso o candidato seja aprovado no processo de certificação, o mesmo deverá pagar a taxa de certificação e de cinco em cinco anos, deve-se pagar a taxa de renovação da certificação. Sugere-se atribuir uma taxa não discriminatória para todos os tipos de certificação.

5.2.15 Renovação da Certificação

Sugere-se que a certificação dos profissionais tenha prazo de cinco anos, a

contar da data da certificação. Sugere-se a possibilidade de renovação automática a cada cinco anos, desde que se comprove a contínua atuação na área em que foi certificado. A renovação somente será aceita pelo CEC para igual período, desde que o profissional comprove a ausência de interrupção significativa durante o período da certificação. O autor considera que uma interrupção superior a um ano, é uma interrupção significativa.

5.2.16 Recertificação

Sugere-se fazer o exame de recertificação no caso de não atendimento dos requisitos de renovação ou após constatação de uma interrupção significativa nas atividades.

O profissional poderá ser recertificado pelo CEC por um período similar, sujeitando-se às seguintes condições:

- ✓ Se o profissional não obtiver uma nota mínima de 70%, um reexame de recertificação será permitido após trinta dias e antes de seis meses.
- ✓ Caso o resultado do reexame não seja satisfatório, o candidato deverá passar por um novo processo de certificação.

5.2.17 Solicitação da Recertificação ou Renovação

Antes do término do prazo de validade da certificação, o profissional deve solicitar a sua renovação ou recertificação.

5.2.18 Suspensão da Certificação

Sugere-se que ocorra a suspensão da certificação no caso de não comprovação da efetiva prestação de serviços profissionais na área ao qual foi certificado. Depois de superada a causa da suspensão, sugere-se que o profissional tenha sua certificação revalidada ou revogada, de acordo com as seguintes situações:

- ✓ Caso o período da suspensão tenha sido inferior a dezoito meses, o profissional tem sua certificação revalidada para a data da certificação

anterior;

- ✓ Caso o período da suspensão tenha sido superior a dezoito meses, mas inferior a sessenta meses, o profissional tem a sua certificação revalidada para a data da certificação anterior após conclusão satisfatória do exame de recertificação;
- ✓ Caso o período da suspensão tenha sido superior a sessenta meses, o profissional tem a sua certificação revogada, podendo obter nova certificação após conclusão satisfatória de novo exame de certificação.

5.2.19 Revogação da Certificação

Revogação da Certificação é o ato de tornar nula a certificação do profissional, de forma temporária ou definitiva, em função do não atendimento aos requisitos estabelecidos, da constatação de falhas ou da comprovação de fraudes, comportamento antiético ou prática de atos delituosos cometidos pelo profissional. Sugere-se que o profissional seja novamente certificado, depois de solucionadas as pendências de caráter temporário e mediante novo exame de certificação.

A revogação da certificação pode ocorrer nos seguintes casos:

- ✓ Quando existirem evidências objetivas e comprovadas, apresentadas ao CEC e por este analisada, que indiquem não estar o profissional capacitado a exercer as atividades metrológicas para as quais foi certificado;
- ✓ Em função de falhas cometidas e comprovadas que demonstrem negligência do profissional;
- ✓ Em função de fraudes, comportamento antiético ou prática de atos delituosos pelo profissional. Neste caso o processo deve ser encaminhado à Agência de Certificação que decide pela revogação ou não da certificação. Neste caso o período da revogação é determinado pelo Gerente do AC com base em procedimento para ações punitivas.

Cabe à AC a análise das evidências objetivas e apuração dos fatos. A critério da AC, as certificações do profissional podem ser revogadas de imediato, cabendo ao gerente da AC decidir pelo período da revogação das certificações. O profissional pode voltar a exercer as atividades para as quais estava qualificado, decorrido o

período da revogação e após novo exame de certificação, quando requerido.

5.2.20 Apelação

Todo o profissional deverá ter o direito, a qualquer tempo, de não concordar com as decisões dos organismos, e assim, apelar de qualquer decisão.

5.3 PROPOSTA DE RECONHECIMENTO DE CENTROS DE EXAMES E CERTIFICAÇÃO EM METROLOGIA (DC-001)

Para o reconhecimento da instituição como CEC em metrologia, sugere-se que a instituição requerente atenda os seguintes critérios:

- ✓ Organização institucional: funcionamento efetivo da estrutura administrativa;
- ✓ Instalações: salas de aula, laboratórios, instalações administrativas, salas de reuniões, salas para docentes, acesso para portadores de necessidades especiais, instalações sanitárias, condições de salubridade, condições de conservação e limpeza, equipamentos adequados e suficientes;
- ✓ Laboratórios: quantidade e qualidade (condições físicas, equipamentos, softwares, material de consumo e outros);
- ✓ Pessoal técnico-administrativo: adequado, em número e em qualificação, para as atividades a serem desenvolvidas^[133].

5.4 PROPOSTA DE UMA PRIMEIRA CATEGORIA DE CERTIFICAÇÃO EM METROLOGIA

Como já foi destacado no Capítulo 1, a maior parte do pessoal atuante em metrologia no Brasil é de nível técnico. A pesquisa de opinião apresentada no Capítulo 4 demonstrou que este grupo de pessoas tem necessidade de melhorar seus conhecimentos e competências, obtidas principalmente pela prática empírica da profissão. Mostrou-se também que existe grande interesse na obtenção de uma certificação em metrologia. Nesta seção serão descritas as competências, o âmbito de trabalho e o corpo de conhecimentos correspondentes a uma primeira categoria

de certificação de pessoas em metrologia denominada “Técnico Metrologista Certificado” (TM). Essa categoria se refere ao nível operacional, sendo de caráter mais abrangente que as categorias propostas na seção 5.2.2 (i.e. TMCQ, TMC, TME). A decisão de propor uma única categoria de técnicos para o início da implantação da certificação em metrologia no Brasil baseia-se nas seguintes razões:

- ✓ É necessário testar a resposta real do mercado, impactando-o com uma proposta concreta e não somente com perguntas que podem ser respondidas, sem comprometimento, como é o caso das pesquisas de opinião;
- ✓ Simplifica-se o processo de implantação, fazendo-o menos burocrático e oneroso para a SBM e para a sociedade geral;
- ✓ Algumas pessoas podem sentir que categorias mais específicas restringem sua mobilidade dentro da empresa ou no mercado de trabalho em geral. Uma categoria genérica, como a de TM, tem maior probabilidade de ser aceita no início do programa, quando a cultura de certificação ainda não está difundida e aceita pela sociedade metrológica;
- ✓ É provável que uma única categoria consiga, num tempo curto, acumular uma massa significativa de técnicos certificados. Entretanto, caso sejam criadas várias categorias, aumentaríamos a probabilidade de maior dispersão, resultando em pequenos grupos sem massa crítica suficiente. Isso pode fazer uma grande diferença na etapa de implantação, quando o programa de certificação ainda está vulnerável;
- ✓ A primeira categoria (TM) pode ser extinta e absorvida em categorias mais específicas depois de um período de (5 a 10) anos. Os TMs estariam sendo convidados a fazer o exame de recertificação na nova categoria de escolha, em condições especiais (e.g. sem pagamento de taxas);
- ✓ Existe ainda pouca bibliografia em Português orientada a satisfazer as necessidades de estudo decorrentes do corpo de conhecimentos;
- ✓ A janela de tempo de (5 a 10) anos é, em opinião do autor, o tempo necessário para que o mercado de trabalho dos metrologistas Brasileiros amadureça e se estabilize. Nesse intervalo, as novas categorias podem surgir com melhor definição e clareza do que neste momento atual.

De todas as formas, o autor entende que esta proposta deve ser submetida a

discussões mais aprofundadas, no escopo de um futuro Comitê de Certificação e de outros órgãos relacionados. A seguir descrever-se-ão o âmbito de trabalho, as competências e o corpo de conhecimentos propostos para o Técnico Metrologista Certificado.

5.4.1 Âmbito de Trabalho do Técnico Metrologista Certificado

O Técnico Metrologista Certificado pode desempenhar tarefas de caráter operacional e de gestão:

- ✓ Laboratório Nacional de Metrologia - INMETRO;
- ✓ Organismos de Certificação de Produtos;
- ✓ Laboratórios de Organismos Públicos;
- ✓ Laboratórios da Rede Brasileira de Calibração e de Ensaios (RBC e RBLE);
- ✓ Laboratórios de calibração e ensaios reconhecidos pelas Redes Metrológicas Estaduais;
- ✓ Empresas privadas, dos seguintes setores:
 - Desenvolvimento do Produto e Processo;
 - Garantia da Qualidade;
 - Produção;
 - Compras (especificação e aquisição de equipamentos ou instrumentos);
 - Laboratórios de metrologia de empresas privadas.
- ✓ Profissional liberal, como consultor nas seguintes áreas:
 - Metrologia e controle da qualidade de produtos e processos industriais;
 - Implantação de sistemas da qualidade laboratorial baseado na Norma Brasileira NBR ISO/IEC 17025:2001.
- ✓ Instrutor de metrologia.

5.4.2 Competências Profissionais do Técnico Metrologista Certificado

A competência profissional está diretamente relacionada com a capacidade de mobilizar, articular e colocar valores em ações, conhecimentos e habilidade necessárias para o desempenho eficiente e eficaz das atividades requeridas pela natureza do trabalho^[134]. Apresentam-se abaixo as competências previstas para o Técnico Metrologista Certificado:

- ✓ Planejar a inspeção de características de produto e processo;
- ✓ Analisar tecnicamente a aquisição de meios de medição e inspeção;
- ✓ Analisar tecnicamente a contratação de serviços de medição e controle;
- ✓ Planejar a calibração de instrumentos e padrões;
- ✓ Elaborar procedimentos e instruções de medição e calibração;
- ✓ Realizar medições e calibrações;
- ✓ Assegurar a rastreabilidade das medições;
- ✓ Elaborar documentos e registros: como laudos, pareceres, registros, relatórios e certificados de calibração;
- ✓ Auxiliar na implantação de sistema da qualidade laboratorial (Norma Brasileira NBR ISO/IEC 17025:2001);
- ✓ Gerenciar a documentação;
- ✓ Outros.

5.4.3 Corpo de Conhecimentos do Técnico Metrologista Certificado

O corpo de conhecimentos proposto nesta seção é baseado nas certificações existentes no mundo, na área de metrologia e controle da qualidade, conforme já apresentado na seção 3.1. Dessa forma, apresentam-se os conhecimentos imprescindíveis ao Técnico Metrologista Certificado:

I. Definições e princípios:

- Metrologia (industrial, legal e científica);
- Terminologia do Vocabulário Internacional de Metrologia (VIM);
- Sistema Internacional de Unidades (SI);
- Conversão de unidades;

- Arredondamento;
 - Notação científica;
 - Constantes fundamentais.
- II. Ferramentas básicas de qualidade:
- Fluxograma;
 - Análise de causa-efeito;
 - Análise de Pareto.
- III. Métodos estatísticos básicos:
- Distribuições empíricas – histograma;
 - Média, mediana, amplitude, desvio padrão, variância;
 - Modelos de distribuição (normal, retangular, triangular);
 - Distribuições de duas ou mais variáveis;
 - Análise de correlação;
 - Regressão linear simples e múltipla;
 - Inferência da média;
 - Inferência da variância.
- IV. Controle estatístico da qualidade:
- Conceito de estabilidade e capacidade;
 - Controle estatístico de processos por variáveis – gráficos de controle;
 - Análise de capacidade de processos por variáveis;
 - Inspeção por amostragem.
- V. Fundamentos de Tecnologia Industrial Básica:
- Tecnologia de Gestão;
 - Propriedade Intelectual;
 - Avaliação de conformidade;
 - Informação Tecnológica;
 - Normalização.
- VI. Fundamentos de sistemas da qualidade:
- Componentes de um sistema da qualidade;
 - Requisitos metrológicos da ISO 9000-2000;
 - Requisitos metrológicos da ISO/TS 16949;
 - Plano de controle;

- Auditorias da qualidade.

VII. Processo de medição:

- Princípios e métodos de medição;
- Parâmetros característicos de SM;
- Erro de medição (sistemático, aleatório e grosseiro);
- Principais causas do erro de medição;
- Compensação de erros sistemáticos.

VIII. Análise estatística dos sistemas de medição:

- Estudo de estabilidade;
- Estudo de tendência;
- Estudo de linearidade;
- Estudo de repetitividade e reprodutibilidade;
- Estudo de repetitividade e reprodutibilidade para sistemas de inspeção por atributos.

IX. Incerteza de Medição:

- ISO-GUM – Guia para a Expressão da Incerteza de Medição;
- Quantidades de influência;
- Métodos tipo A e tipo B para avaliar a incerteza de medição;
- Incerteza padrão;
- Combinação de incertezas (casos com quantidades de influência independentes e não-independentes);
- Expansão da incerteza;
- Composição do resultado da medição;
- Avaliação da conformidade e não-conformidade em presença de incerteza de medição.

X. Calibração de instrumentos e padrões:

- Rastreabilidade;
- Calibração direta e indireta;
- Critérios para seleção de padrões de calibração;
- Procedimento geral de calibração;
- Composição e aproveitamento do certificado de calibração;
- Planejamento da calibração – intervalos de calibração.

- XI. Sistema da qualidade para laboratórios de calibração e ensaios:
 - Requisitos da Norma Brasileira NBR ISO/IEC 17025:2001;
 - Auditorias de laboratórios.
- XII. Conduta profissional e ética.

5.4.4 Pré-requisitos para se Inscrever no Exame de Certificação

O autor atribui os seguintes pré-requisitos para a certificação de pessoas, baseado na experiência profissional e formação acadêmica do candidato:

- ✓ Possuir certificado de aprovação no Curso de Especialização Profissional em Metrologia e demonstrar, no mínimo, dezoito meses de experiência profissional em metrologia, ou;
- ✓ Possuir título de Técnico (qualquer modalidade) e demonstrar, no mínimo, três anos de experiência profissional em metrologia, ou;
- ✓ Possuir título de nível médio (não técnico) e demonstrar, no mínimo, cinco anos de experiência profissional em metrologia.

Por enquanto, o autor não considera interessante estabelecer pré-requisitos para pessoas com educação superior (em áreas tecnológicas ou não) que desejem obter a certificação como Técnico Metrologista.

5.5 FORMAÇÃO E CERTIFICAÇÃO DE PESSOAS

Embora o corpo de conhecimento proposto para o Técnico Metrologista Certificado pareça excessivo, o autor desta dissertação considera que ele representa o que um técnico deveria saber para desempenhar sua função em laboratórios de calibração ou ensaios, assim como suporte à garantia da qualidade na produção e no desenvolvimento de produto e processo.

O exame de múltipla escolha deveria ser projetado para avaliar se o candidato possui os conceitos desses temas, evitando entrar em equacionamentos complexos e perguntas ardilosas. A prova prática pode ser orientada à especialidade selecionada pelo candidato, por exemplo, metrologia geométrica, metrologia mecânica etc.

Apesar da racionalidade desta proposta, é necessário questionar qual seria a

taxa de sucesso dos técnicos atuantes na indústria se eles simplesmente postulassem a certificação sem uma preparação prévia. Na opinião de quem subscreve, essa taxa de sucesso seria relativamente baixa. Provavelmente, poucos técnicos estariam em condições de serem aprovados no exame. Embora o processo de certificação de pessoas seja um ato voluntário dos profissionais de metrologia, considera-se necessário acompanhar o programa de certificação com uma adequada oferta de formação de recursos humanos em nível pós-técnico.

6 PROPOSTA DE CURSO PÓS-TÉCNICO EM METROLOGIA

Este capítulo apresenta uma proposta de Curso de Especialização Profissional em Metrologia, em atendimento aos anseios da sociedade, expressados na pesquisa de opinião apresentada no Capítulo 4. Propõe-se também que este curso mantenha concordância com o corpo de conhecimentos necessários para o Técnico Metrologista Certificado, conforme mostrado no item 5.4.3, contemplando em seu planejamento a formação e capacitação de recursos humanos que atendam aos pré-requisitos da certificação de pessoas em metrologia. Preocupa-se, entretanto, em prover uma formação abrangente, que agregue conhecimentos sólidos e atualizados que venham a responder, de forma adequada, às necessidades e carências^[136] da sociedade industrial Brasileira.

6.1 ASPECTOS LEGAIS DA EDUCAÇÃO PROFISSIONALIZANTE NO BRASIL

Para melhor compreender a educação profissionalizante no Brasil^[135], apresenta-se na Tabela 6.1, os principais documentos, leis, decretos, portarias e resoluções que são necessários para a autorização de um curso profissionalizante pelo MEC.

Tabela 6.1: Documentos essenciais para o reconhecimento de curso pelo MEC^[137]

Documento	Resumo
Lei Federal nº 9.394/96	<i>Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional.</i>
Decreto Federal nº 2.208/97	<i>Regulamenta o § 2º do art. 36 e os arts. 39 a 42 da Lei Federal nº 9.394/96, que estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional.</i>
Portaria MEC nº 1.005/97	<i>Implementa o Programa de Reforma da Educação Profissional – PROEP.</i>
Portaria Interministerial MEC/MTb nº 1.018/97	<i>Cria o Conselho Diretor do Programa de Reforma da Educação Profissional – PROEP.</i>
Portaria MEC nº 1.647/99	<i>Dispõe sobre o credenciamento de centros de educação tecnológica e a autorização de cursos de nível tecnológico da educação profissional.</i>
Portaria MEC nº 064/01	<i>Define os procedimentos para o reconhecimento de cursos/habilitações de nível tecnológico da educação profissional.</i>
Parecer CNE/CEB nº 17/97	<i>Estabelece as diretrizes operacionais para a educação profissional em nível nacional.</i>
Parecer CNE/CEB nº 16/99	<i>Trata das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional de Nível Técnico.</i>
Parecer CNE/CEB nº 33/2000	<i>Estabelece o novo prazo final para o período de transição para a implantação das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional de Nível Técnico.</i>
Resolução CNE/CEB nº 02/97	<i>Dispõe sobre os programas especiais de formação pedagógica de docentes para as disciplinas do currículo do ensino fundamental, do ensino médio e da educação profissional em nível médio.</i>
Resolução CNE/CEB nº 04/99	<i>Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional de Nível Técnico.</i>
Resolução nº 039 CEE/SC	<i>Fixa Normas para a Educação Profissional Técnica no Sistema Estadual de Educação do Estado de Santa Catarina.</i>

Dentre os documentos apresentados acima, torna-se necessária uma análise mais detalhada da Lei de Diretrizes e Bases (LDB) Lei nº 9.394^[138] de 20/12/96, que concerne os níveis e modalidades da educação no País, conforme segue: (i) educação básica; (ii) educação profissional e; (iii) educação superior. Em particular, a educação profissional brasileira destina-se à qualificação e formação dos trabalhadores, independentemente do grau de escolaridade dos mesmos. Este tipo

de formação, quando voltada a profissionais, pode se dar por meio da especialização, aperfeiçoamento ou atualização de seus conhecimentos tecnológicos. A formação dos demais trabalhadores, impossibilitados de atenderem aos critérios formais de exigência destes cursos, é proporcionada pela sua qualificação, reprofissionalização ou atualização, visando à sua absorção no mercado de trabalho qualificado^[32].

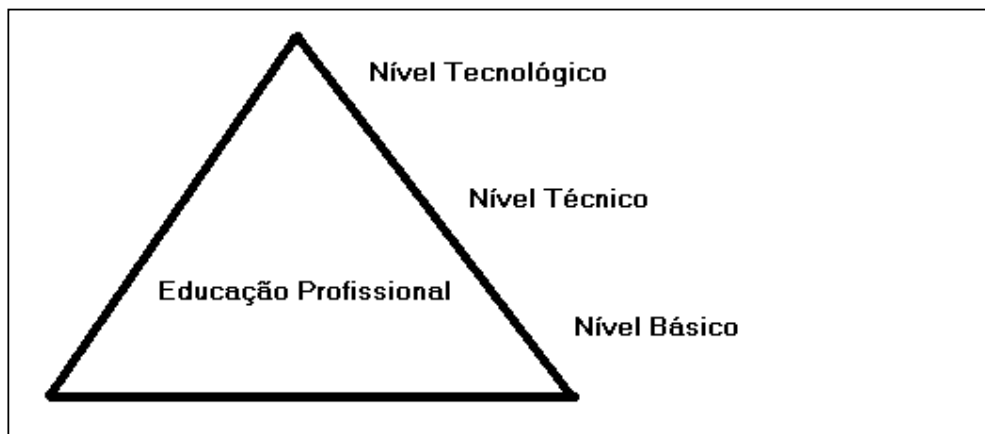


Figura 24: Níveis de educação profissional do Brasil

A educação profissional no Brasil pode ser melhor entendida observando a Figura 24, baseada na interpretação do Art. 3º do Decreto Federal 2208/97^[139], que define os níveis de educação profissional:

I - básico: destinado à qualificação e reprofissionalização de trabalhadores, independente de escolaridade prévia;

II - técnico: destinado a proporcionar habilitação profissional a alunos matriculados ou egressos do ensino médio, devendo ser ministrado na forma estabelecida por este Decreto;

III - tecnológico: correspondente a cursos de nível superior na área tecnológica, destinados aos formados do ensino médio e técnico.

É oportuno destacar que, a Resolução CNE/CEB Nº 04/99^[140] estabelece o seguinte em seus artigos:

Art. 6.º Entende-se por competência profissional a capacidade de mobilizar, articular e colocar em ação valores, conhecimentos e habilidades necessários para o desempenho eficiente e eficaz de atividades requeridas pela natureza do trabalho.

- I - competências básicas, constituídas no ensino fundamental e médio;
- II - competências profissionais gerais, comuns aos técnicos de cada área;

III - competências profissionais específicas de cada qualificação ou habilitação.

Art. 7.º Os perfis profissionais de conclusão de qualificação, de habilitação e de especialização profissional de nível técnico serão estabelecidos pela escola, consideradas as competências indicadas no artigo anterior.

§ 2.º Poderão ser organizados cursos de especialização de nível técnico, vinculados a determinada qualificação ou habilitação profissional, para o atendimento de demandas específicas.

Art. 8.º A organização curricular, consubstanciada no plano de curso, é prerrogativa e responsabilidade de cada escola.

§ 2.º Os cursos poderão ser estruturados em etapas ou módulos:

- I - com terminalidade correspondente a qualificações profissionais de nível técnico identificadas no mercado de trabalho;
- II - sem terminalidade, objetivando estudos subseqüentes.

Art. 10. Os planos de curso, coerentes com os respectivos projetos pedagógicos, serão submetidos à aprovação dos órgãos competentes dos sistemas de ensino, contendo:

- I - justificativa e objetivos;
- II - requisitos de acesso;
- II - perfil profissional de conclusão;
- IV - organização curricular;
- V - critérios de aproveitamento de conhecimentos e experiências anteriores;
- VI - critérios de avaliação;
- VII - instalações e equipamentos;
- VIII - pessoal docente e técnico;
- IX - certificados e diplomas.

Art. 14. ...

... § 3.º Os certificados de qualificação profissional e de especialização profissional deverão explicitar o título da ocupação certificada.

A carga horária mínima estabelecida por esta resolução para os cursos técnicos da área industrial é de 1200 h. Em se tratando de uma especialização de nível técnico, arbitra-se um percentual menor, na faixa de (20 a 30) % de um curso com habilitação na área industrial^[134]. Entretanto é válido destacar que em 13 de julho de 2004, o Conselho Estadual de Educação de Santa Catarina aprovou Resolução nº 039^[141], que estabelece o seguinte referente à especialização técnica:

Art. 4º A educação Profissional Técnica será desenvolvida sob a forma de Habilitação Profissional, Qualificação Profissional e ou Especialização Profissional:

I – a habilitação profissional refere-se à profissionalização do técnico de nível médio, devendo cumprir, para isso, as etapas previstas pelo curso e que tenha concluído o Ensino Médio;

II – a qualificação profissional refere-se a etapas do curso de nível Técnico, quanto à preparação para o trabalho em ocupações identificadas no mercado de trabalho;

III – a especialização profissional complementa a habilitação ou qualificação profissional, apresentando-se intimamente vinculada às exigências e realidades do mundo do trabalho, podendo ser oferecida para aqueles que já concluíram a habilitação profissional.”“.

Art. 15 A Instituição só poderá oferecer especialização técnica quando mantiver curso de habilitação em nível técnico autorizado na mesma área.

Art. 16 A especialização técnica terá como carga horária mínima 20% (vinte por cento) da estipulada como carga horária da área profissional.

É digno destacar que de acordo com o item III do artigo 4º da Resolução nº 039^[141], que a especialização profissional complementa a formação do técnico em nível médio, exigindo-se do candidato a habilitação profissional prévia. Esta legislação exclui diretamente todos os “Não Técnicos” de cursarem uma especialização técnica. Neste mesmo contexto é interessante observar que, de acordo com a Resolução nº 04^[140], a escola pode aproveitar conhecimentos e experiências anteriores, desde que diretamente relacionados com o perfil profissional de conclusão da respectiva qualificação ou habilitação profissional. Verifica-se então que ambas as legislações solicitam a conclusão habilitação profissional formal para que se possa aproveitar as experiências anteriores adquiridas, numa determinada área do conhecimento.

O artigo 15 da Resolução nº 39 estabelece que a instituição só poderá oferecer especialização técnica quando mantiver curso de habilitação em nível técnico autorizado na mesma área. A metrologia é caracterizada pela área industrial especificamente por demandar um profissional apto para desenvolver atividades de planejamento, instalação, operação, manutenção, qualidade e produtividade. Dessa forma, a instituição deverá possuir alguma habilitação profissional na área química, mecânica, eletroeletrônica, automotiva, gráfica, metalurgia, siderurgia, calçados, vestuário, mobiliário, artefatos de plástico, de borracha, de cerâmica, de tecidos, automação de sistemas e outros^[140] para poder oferecer um curso de especialização profissional em metrologia.

A carga horária mínima estipulada para a área industrial é de 1200 h, conclui-se de acordo com o artigo 16 que, a carga horária mínima para uma especialização técnica em metrologia deve possuir no mínimo 240 h.

6.1.1 Classificação Brasileira de Ocupações: Metrologista

A Classificação Brasileira de Ocupações (CBO) é um referencial para a geração de políticas de emprego e formação profissional^[142]. Sua nova versão conta com o apoio do SENAI, que contribuiu com a descrição de cerca de 267 famílias ocupacionais da área industrial. Dentro do segmento da metrologia^[143], distinguem-se quatro categorias de metrologista, conforme apresentado pela Tabela 6.2.

Tabela 6.2: Categorias de metrologista de acordo com a CBO

Categorias	CBO 2002
Pesquisador em metrologia	2012-05
Especialista em Metrologista de calibrações	2012-10
Especialista em ensaios metrológicos	2012-15
Especialista em instrumentação metrológica	2012-20
Especialista em materiais de referência metrológica	2012-25
Metrologista	3523-05
Agente fiscal de qualidade	3523-10
Agente fiscal metrológico	3523-15

Os profissionais da metrologia, pertencentes à categoria 2012, desenvolvem as seguintes atividades: (i) calibrações; (ii) ensaios; (iii) medições; (iv) asseguram rastreabilidade à medição; (v) produzem padrão e materiais de referência; (vi) realizam pesquisa e desenvolvimento em metrologia; (vii) projetam, gerenciam e avaliam laboratórios de metrologia; (viii) elaboram documentos técnicos e; (ix) disseminam conhecimentos metrológicos. Contudo, os agentes fiscais metrológicos e da qualidade, pertencentes à categoria 3523, desempenham as seguintes atividades: (i) fiscalizam instrumentos de medição, medidas materializadas, produtos, marcas de conformidade e serviços, conforme legislação; (ii) verificam instrumentos de medidas materializadas; (iii) realizam testes, análises e calibrações; (iv) registram o processo de fiscalização, verificação e calibração; (v) supervisionam atividades metrológicas; (vi) orientam o público e; (vii) formam recursos humanos na

área de metrologia.

6.2 PÚBLICO ALVO

As atividades dos técnicos em calibração e instrumentação do setor industrial distribuem-se por vários níveis profissionais, desde os elementares até os avançados. As posições ocupadas por esses técnicos são, geralmente: (i) encarregados de manutenção de instrumentos de controle, medição e similares; (ii) técnicos em instrumentação e; (iii) técnicos em calibração^[51]. No processo de produção industrial, o perfil desses profissionais começa a ser desenhado a partir dos níveis de formação:

a) trabalhadores qualificados – geralmente formados por escolas profissionais ou capacitados pela própria experiência profissional, que varia de dois a três anos, no mínimo;

b) técnicos de nível médio – comumente são responsáveis por tarefas mais complexas, exigindo-se formação em escolas técnicas profissionalizantes, além de experiência adquirida na própria atividade profissional e;

c) profissionais de nível superior – são os profissionais com formação universitária.

No ramo de calibração e instrumentação, os trabalhadores qualificados são pouco freqüentes, concentrando-se os maiores contingentes nos níveis técnicos e superior. A predominância, contudo, é dos profissionais de nível médio-técnico, sendo esta uma das tendências determinantes do setor^[51]. Além disso, de acordo com dados resultantes de pesquisa desenvolvida pelo SENAI, “cerca de 90% dos entrevistados indicaram o curso técnico na área de instrumentação como a formação mínima exigida para o trabalho”, indicando-se, como segunda alternativa, o curso técnico de eletrônica^[144]. Verifica-se que muitos desses profissionais que atuam como técnico de calibração ou instrumentação são registrados como eletricitistas, por não possuírem respaldo de uma organização reconhecida para homologar o seu conhecimento na área de metrologia.

Além dos técnicos de calibração e instrumentação, outros profissionais técnicos de variados setores de atuação podem se beneficiar com o curso proposto.

A seguir, apresenta-se a lista completa dos técnicos que constituem o público alvo do curso de Especialização Profissional em Metrologia:

- ✓ Técnicos dos laboratórios acreditados nas redes brasileiras de calibração e de ensaios (RBC, RBLE e REBLAS);
- ✓ Técnicos dos laboratórios de calibração e ensaios reconhecidos pelas redes metrológicas estaduais;
- ✓ Técnicos dos laboratórios de prestação de serviços metrológicos não acreditados;
- ✓ Técnicos de laboratórios industriais;
- ✓ Técnicos que atuam nos laboratórios de avaliação de conformidade de produto;
- ✓ Técnicos do setor de controle do processo de fabricação de indústrias;
- ✓ Técnicos do setor de garantia da qualidade de indústrias;
- ✓ Técnicos que atuam na especificação e compra de equipamentos de medição e ensaios;
- ✓ Técnicos que atuam em laboratórios de apoio ao setor de desenvolvimento do produto;
- ✓ Técnicos que atuam como profissionais liberais na área de prestação de serviços relacionados ao controle da qualidade de produtos ou processos metrológicos;
- ✓ Outros técnicos que visam uma posição de destaque dentro da empresa e um aperfeiçoamento profissional na área de metrologia.

Um curso de especialização profissional voltado ao atendimento dos requisitos da certificação de pessoas em metrologia pode ser considerado um diferencial de mercado, pelo fato de não existir nenhum curso semelhante no Brasil. Porém, é fato consumado de que as pessoas estão cada vez mais exigentes e conscientes dos seus direitos^[145], conforme informam os profissionais de marketing^[146]. No setor da educação não é diferente, e por isso torna-se necessário a implementação de ações para conseguir alcançar esse novo consumidor. Essas ações estão fora do escopo deste trabalho.

6.3 PLANO DE CURSO

Apresenta-se nesta seção a proposta de plano de curso^[147], para a concepção e estruturação de um curso de Especialização Profissional em Metrologia, elaborado de acordo com o art. 10 da Resolução nº 04^[140].

6.3.1 Justificativa e Objetivos

Existe no Brasil um mercado de trabalho crescente, localizado entre os laboratórios primários e secundários e também nos diversos segmentos dos setores industriais. Isso pode ser facilmente demonstrado pelo aumento do número de trabalhadores técnicos em calibração e instrumentação que entre 1993 e 2000, praticamente quadruplicou^[148]. Embora não se possua informação sobre a demanda atual, pode-se facilmente chegar à conclusão que, dado o exponencial crescimento da produção industrial a partir do início de 2004, a falta de metrologistas competentes pode vir a ser mais uma barreira à continuidade do crescimento da indústria Brasileira. Assim, investir na preparação de recursos humanos em metrologia é investir no desenvolvimento do Brasil.

6.3.2 Requisitos de Acesso

Sugere-se que sejam considerados aptos ao ingresso no curso, portadores de diploma de curso técnico (qualquer modalidade) ou nível superior. Propõe-se que a seleção seja realizada com base num sistema de pontuação que considere os seguintes critérios:

- ✓ Formação acadêmica prévia;
- ✓ Justificativa do interesse em participar do curso (redigido pelo próprio candidato na ocasião da inscrição para participar do processo de seleção);
- ✓ Curriculum vitae do candidato;
- ✓ Tempo de experiência profissional na área de metrologia.

Sugere-se também que todos os candidatos devam possuir experiência mínima de dois anos na área de metrologia, levando-se em consideração as

condições estabelecidas na Tabela 6.3.

Tabela 6.3: Equivalência da formação em experiência necessária para admissão no curso

Formação	Equivalência
Curso técnico (qualquer especialidade)	Equivalente a um ano de experiência
Curso técnico na área de metrologia ou controle da qualidade ou instrumentação ou automação ou mecatrônica.	Equivalente a dois anos de experiência
Curso Superior (qualquer especialidade)	Equivalente a dois anos de experiência

A admissão ao programa deverá ocorrer em função do parecer do coordenador do curso, com base na formação do candidato, justificativa do interesse em participar do curso, na avaliação do curriculum vitae e eventual entrevista.

Sugere-se a criação de um edital que contenha as diretrizes e normas para inscrição e classificação no curso com os seguintes dados:

- ✓ Período e local de inscrição;
- ✓ Documentação necessária;
- ✓ Data, local e horário da realização da entrevista;
- ✓ Critério de classificação dos candidatos.

6.3.3 Perfil Profissional de Conclusão

O técnico metrologista especializado, ao término do curso, estará capacitado a desenvolver atividades relacionadas à metrologia científica, industrial e legal, obtendo competência para:

- ✓ Executar calibrações, testes e ensaios;
- ✓ Realizar avaliação de incerteza do processo de medição e de calibração;
- ✓ Elaborar procedimento de experimentos, calibrações, testes, ensaios e outros;
- ✓ Gerenciar os intervalos de calibração dos instrumentos;
- ✓ Conhecer os métodos de utilização dos instrumentos de medição, interpretando as leituras e identificando as fontes de influências;
- ✓ Selecionar e qualificar instrumentos de medição frente aos requisitos de tolerância, confiabilidade, conformidade, custo, tempo, treinamento

necessário e outros;

- ✓ Interpretar normas técnicas relativas à garantia da qualidade laboratorial;
- ✓ Utilizar ferramentas da qualidade para a busca da melhoria contínua da qualidade de produtos e processos.

Além destas competências, o técnico metrologista especializado estará devidamente preparado para atender ao corpo de competências profissionais necessários para aprovação no exame de Técnico Metrologista Certificado, detalhadas na seção 5.4.2.

6.3.4 Organização Curricular

A organização curricular proposta foi baseada em módulos, que são unidades de conteúdos estabelecidos de acordo com as competências, habilidades, bases tecnológicas exigidas pelo mercado de trabalho.

Para conceber um curso de acordo com as tendências já identificadas da multidisciplinariedade, torna-se necessário estruturar uma grade curricular abrangente nos diversos campos do conhecimento. Dessa forma, propõe-se um curso com carga horária total de 480 h^{[149], [150], [151], [152], [153], [154] e [155]}, na qual 360 horas são destinadas às aulas teóricas, estudos de casos e solução de problemas da qualidade. Entretanto, as outras 120 horas são dedicadas ao desenvolvimento do trabalho de conclusão de curso, assim como visitas técnicas a laboratórios e indústrias da região. Sugere-se que o curso seja constituído de quatro módulos trimestrais, em que cada módulo exista uma disciplina de projeto integrador, objetivando a interatividade dos conteúdos estudados no trimestre. A Tabela 6.4 sumariza as disciplinas propostas para compor o currículo do curso^{[156], [157] e [158]}.

O módulo um apresentará a visão geral da metrologia e sua inserção no campo pessoal, industrial e laboratorial, possuindo um projeto integrador na área de Tecnologia Industrial Básica (TIB). Já o módulo dois contemplará disciplinas específicas na formação, buscando uma habilitação profissional diferenciada, tanto na área técnica, como na área da qualidade e desenvolvimento pessoal/profissional. Inclui um projeto integrador focado na área industrial aplicado na Garantia da

Qualidade das Medições. O módulo três enfoca as necessidades dos laboratórios de calibração e ensaios, possuindo um projeto integrador dedicado à Metrologia Laboratorial. Como encerramento o módulo quatro é destinado à aplicação prática dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso. Sugere-se que as visitas técnicas a empresas e laboratórios da região sejam realizadas ao término do terceiro módulo, servindo de provedor de subsídios para a realização dos Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC). Posteriormente o aluno estará capacitado a desenvolver o seu TCC, contemplando um projeto de melhoria da qualidade na empresa ou laboratório onde o aluno atua. Ao término do TCC, deve-se apresentar os resultados obtidos para uma banca de no mínimo três professores. Sugere-se dois anos como prazo máximo para a integralização do curso.

Tabela 6.4: Grade curricular proposta

	Disciplinas	Carga (h)
Módulo 1 (120 h)	Fundamentos de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial	40
	Métodos Matemáticos e Estatísticos Básicos	40
	Ferramentas da Qualidade	20
	Projeto Integrador 1 - TIB	20
Módulo 2 (120 h)	Métodos Estatísticos Aplicados à Metrologia	40
	Sistemas de Medição	40
	Relacionamento Interpessoal e Desenvolvimento Profissional	20
	Projeto Integrador 2: Metrologia na Garantia da Qualidade Industrial	20
Módulo 3 (120 h)	Avaliação da Incerteza de Medição	40
	Gestão de Laboratórios de Calibração e Ensaios	20
	Sistemas da Qualidade Laboratorial	20
	Fundamentos de Automação da Medição	20
	Projeto Integrador 3: Metrologia Laboratorial	20
Módulo 4 (120 h)	Visitas Técnicas a Empresas e Laboratórios	10
	Trabalho de Conclusão de Curso	110
Total		480

I. Fundamentos de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial

Esta disciplina proporcionará noções e conceitos fundamentais de metrologia, permitindo que os alunos compreendam a importância da metrologia^[159] e ^[160] e suas relações com os diversos campos de aplicação dentro das empresas, laboratórios e outras organizações. Discutem-se temas tais como: terminologia do Vocabulário Internacional de Metrologia (VIM)^[9], Sistema Internacional de unidades (SI)^[161] e ^[162], conversão de unidades, constantes universais, Tecnologia Industrial Básica (TIB)^[163] e sistemas de gestão da qualidade (ISO 9000 e ISO/TS 16949).

II. Métodos Matemáticos e Estatísticos Básicos

O objetivo desta disciplina é fomentar o aprendizado das ferramentas matemáticas e estatísticas básicas necessárias para tratamento de problemas da metrologia e da qualidade industrial^[164]. Apresentar-se-ão temas tais como: notação científica, arredondamento, fundamentos de probabilidade e estatística, amostragem, distribuições de probabilidade, inferência estatística básica, correlação e regressão, etc.

III. Ferramentas da Qualidade

O objetivo desta disciplina é fomentar o aprendizado dos métodos e técnicas para solução de problemas da qualidade e melhoria da qualidade^[165]. Serão apresentados conceitos tais como: fundamentos da gestão da qualidade total (TQC)^[166], ^[167], ^[168] e ^[169], melhoria contínua (ciclo PDCA), método de análise e solução de problemas (MASP), 5S, análise de causa-efeito, 5-porquês, análise de Pareto^[164], análise dos modos de falha e seus efeitos (FMEA)^[170], ^[171] e ^[172] e desdobramento da função qualidade (QFD)^[173], ^[174], ^[175], ^[176], ^[177] e ^[178].

IV. Projeto Integrador 1: TIB - Tecnologia Industrial Básica

Este projeto pretende fornecer ao aluno uma primeira abordagem da metrologia frente suas diversas áreas de atuação, em respaldo e interação das outras três disciplinas do trimestre. Sugere-se que cada aluno desenvolva um dos Tópicos relacionados à Tecnologia Industrial Básica, no sentido de aplicação prática dos conceitos. Sugere-se que esse primeiro projeto seja desenvolvido individualmente, para que se possam identificar as opiniões particulares. É importante que cada aluno apresente os resultados de seu projeto aos colegas.

V. Métodos Estatísticos Aplicados à Metrologia

A disciplina pretende fomentar o aprendizado das técnicas estatísticas que possibilitam a análise de processos de fabricação e medição. Os temas propostos são: controle estatístico de processos^{[180], [181], [183] e [182]} por variáveis e atributos (CEP), capacidade de processos por variáveis e atributos, análise dos sistemas de medição^[165], análise de sistemas de inspeção por atributos, técnicas para monitoramento contínuo do processo de medição (PMAP).

VI. Sistemas de Medição

Esta disciplina tem por objetivo fomentar o entendimento das características dos sistemas de medição^{[184] e [185]} e fornecer subsídios para sua seleção e utilização. Os temas propostos são: princípios e métodos de medição para diferentes grandezas, parâmetros característicos dos sistemas de medição, tipos de erros, causas dos erros de medição, correção dos erros sistemáticos, técnicas para a seleção e especificação de sistemas de medição^[186].

VII. Relacionamento Interpessoal e Desenvolvimento Profissional

O mercado busca por profissionais aptos a lidar com os diversos desafios que surgem a cada dia^[187], interagindo com diversos setores da empresa e inclusive fora da empresa, evidencia-se a necessidade por aperfeiçoamento das questões de conduta profissional e ética. Dessa forma, apresenta-se nesta disciplina técnicas de gestão, motivação, liderança, comunicação e desenvolvimento da criatividade para a solução de problemas nas indústrias e laboratórios. Abordam-se também os princípios da administração e noções de organização industrial.

VIII. Projeto Integrador 2: Metrologia na Garantia da Qualidade Industrial

Este segundo projeto integrador deverá fornecer a oportunidade de aplicar os conhecimentos adquiridos no trimestre à metrologia no âmbito da garantia da qualidade industrial. Sugere-se que esse trabalho seja desenvolvido em grupo para que haja uma maior discussão entre os alunos sobre o tema proposto.

IX. Avaliação da Incerteza de Medição

Esta disciplina apresenta os conceitos e técnicas de avaliação da incerteza de medição através da interpretação do ISO-GUM^{[188] e [189]}. Propõe-se também que sejam realizadas práticas voltadas às áreas de metrologia mecânica, geométrica, elétrica e térmica, conforme o interesse demonstrado pela pesquisa de opinião, a fim

de exemplificar a real aplicação do balanço de incerteza de medição. Serão estudados os métodos e procedimentos de calibração, fontes de incerteza, número de graus de liberdade efetivos, incerteza padrão, incerteza expandida, certificado de calibração, etc.

X. Gestão de Laboratórios de Calibração e Ensaio

Esta disciplina proporcionará informação sobre as técnicas de gerenciamento e sustentabilidade econômica de laboratórios de calibração e ensaios, antes e após a acreditação^[190]. Serão abordados tópicos de empreendedorismo e também serão analisados os aspectos técnicos de um modelo de gestão assim com os aspectos econômicos.

XI. Sistemas da Qualidade Laboratorial

Esta disciplina é focada no detalhamento dos princípios e conceitos relacionados ao sistema de garantia da qualidade e confiabilidade metrológica de laboratórios de calibração e de ensaios. Usar-se-ão intensivamente estudos de casos realizados na implantação dos requisitos de gestão e requisitos técnicos da Norma Brasileira NBR ISO/IEC 17025:2001^[191]. Indiretamente, almeja-se formar auditores internos^[192] de laboratórios de calibração e ensaio para apoiar atividades de implantação da Norma Brasileira NBR ISO/IEC 17025:2001.

XII. Fundamentos de Automação da Medição

Nesta disciplina são apresentados e discutidos os cuidados e detalhes técnicos para a implementação da automação da medição e calibração. Serão discutidos também: os métodos, tipos, vantagens, desvantagem, restrições, softwares, aplicações e validações dos sistemas automatizados de medição e calibração.

XIII. Projeto Integrador 3: Metrologia Laboratorial

Este terceiro projeto integrador deverá proporcionar um âmbito de aplicação dos conhecimentos adquiridos no trimestre, aplicado a Metrologia Laboratorial. Sugere-se que esse trabalho seja desenvolvido em grupo para que haja uma maior discussão entre os alunos sobre o tema proposto.

XIV. Trabalho de Conclusão de Curso

O trabalho de conclusão de curso tem por objetivo verificar a capacidade de implementação prática dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso na solução

de problemas ou melhoria da qualidade de produtos e/ou processos relacionados à área de metrologia. Objetiva-se também verificar a capacidade de arguição do aluno, frente a uma banca de no mínimo três professores, para comprovar os resultados obtidos com a execução do trabalho.

6.3.5 Critérios de Aproveitamento de Conhecimentos e Experiências Anteriores

Sugere-se que todos os conhecimentos e experiências anteriores, provenientes de cursos técnicos e superiores sejam validados, desde que diretamente relacionados com o perfil do Metrologista e que não se ultrapasse o limite de 25 % do total da grade curricular proposta.

6.3.6 Critérios de Avaliação

A avaliação do aproveitamento do aluno durante o curso deve ser feita de maneira contínua, acumulativa e abrangente, preponderando os aspectos qualitativos sobre os quantitativos.

Entende-se por aspectos qualitativos o grau de habilidade do educando, comportamento, assiduidade, aperfeiçoamento das atividades desenvolvidas, organização de idéias e a expressão pessoal.

Sugere-se avaliar o rendimento escolar do aluno pelo aproveitamento, envolvendo os aspectos cognitivos, afetivos e psicomotores, através de variados instrumentos de avaliação, tais como:

- ✓ Observação diária dos professores;
- ✓ Trabalhos de pesquisa individual ou em grupo;
- ✓ Entrevistas e arguições;
- ✓ Resolução de exercícios;
- ✓ Execução de experimentos ou projetos;
- ✓ Trabalhos práticos;
- ✓ Relatórios referentes aos projetos integradores e;
- ✓ Outros instrumentos que a experiência pedagógica indicar.

Além dessas avaliações, propõe-se uma avaliação escrita, ao término de cada disciplina, exceto para os projetos integradores e TCC, sendo esta expressa

em nota de zero a dez.

Sugere-se que o aluno que obtiver nota superior a 7,5 seja considerado aprovado na disciplina. Caso o aluno não consiga nota igual ou superior a 7,5, sugere-se que o mesmo seja submetido a uma segunda avaliação na mesma disciplina. Persistindo a nota inferior a 7,5, sugere-se que ele seja reprovado na disciplina e por consequência no módulo. Sugere-se adotar a frequência mínima obrigatória para aprovação do aluno igual ou superior a setenta e cinco por cento sobre o total de horas letivas do módulo.

Propõe-se que caso o aluno deixe de realizar a avaliação por motivo justificado, o mesmo possa apresentar em prazo de até três dias úteis após a avaliação, o atestado ou comprovante oficial, para adquirir o direito de submeter-se a uma segunda avaliação.

6.3.7 Instalações e Equipamentos

O curso deverá ser realizado por instituições que já possuam infra-estrutura própria e adequada de laboratórios de metrologia na área de interesse do curso, assim como salas de aula com recursos tecnologicamente avançados. Alternativamente, a instituição responsável pelo curso pode assinar acordos com outras instituições, laboratórios ou empresas da região para realização das atividades práticas, especialmente aquelas associadas aos trabalhos integradores e o trabalho final de curso.

6.3.8 Pessoal Docente e Técnico

O perfil docente mais adequado para assumir as disciplinas é: um profissional com formação acadêmica específica, em nível de mestrado, de acordo com o tema de cada disciplina. O autor atribui o nível universitário com experiência profissional superior a cinco anos, como sendo a exigência mínima para a docência.

6.3.9 Certificados e Diplomas

Ao término do curso proposto, o aluno que obtiver aproveitamento adequado

nos três módulos e também no TCC, receberá um *Certificado de Especialização Profissional em Metrologia*.

6.4 ANÁLISE FINANCEIRA

Propõe-se uma estimativa do resultado financeiro que pode ser obtido a partir de dados projetados, bem como uma previsão do capital necessário para as atividades, investimentos em equipamentos, materiais e despesas diversas necessárias para instalação e funcionamento inicial do curso^[193]. Para a implantação do curso pós-técnico em metrologia, considerou-se uma estimativa das receitas e despesas baseada na atual infra-estrutura das instalações do Senai de Blumenau. Demonstra-se na Tabela 6.5 os resultados obtidas com este levantamento.

Tabela 6.5: Análise financeira

ANÁLISE FINANCEIRA - PÓS-TÉCNICO EM METROLOGIA			
		PIOR CASO	MELHOR CASO
		SEMESTRE	SEMESTRE
RECEITAS	Número de alunos por turma	25	25
	Número de turmas	1	1
	Valor da parcela (mensalidade ou equivalente) (R\$)	R\$ 195,00	R\$ 195,00
	Número de parcelas do curso	11	11
	Taxa evasão (%)	40,00%	8,00%
	Taxa inadimplência (%)	4,00%	4,00%
	Número de alunos c/ evasão	10	2
	Receita alunos (R\$)	R\$ 32.175,00	R\$ 49.335,00
	Valor matrícula (R\$)	R\$ 195,00	R\$ 195,00
	Receita matrículas (R\$)	R\$ 4.875,00	R\$ 4.875,00
	Outras receitas não citadas (R\$)	0	0
	Total Geral de Receitas (R\$)	R\$ 37.050,00	R\$ 54.210,00
DESPESAS	Valor médio hora aula c/ encargos (R\$)	R\$ 60,00	R\$ 30,00
	Carga horária total dos semestres (h)	360	360
	Professores Convidados	R\$ 300,00	R\$ -
	Deslocamento	R\$ 100,00	R\$ -
	Hospedagem	R\$ 100,00	R\$ -
	Alimentação	R\$ 100,00	R\$ -
	Diárias	-	-
	Outros	R\$ 100,00	R\$ -
	Total Despesas - Docentes (R\$)	R\$ 22.300,00	R\$ 10.800,00
	Valor hora coordenador (R\$)	R\$ 60,00	R\$ 30,00
	Carga horária total do coordenador no semestre dedicada ao curso (h)	60	40
	Total Despesa - Coordenação (R\$)	R\$ 4.800,00	R\$ 1.200,00
	Alimentação/Coffee Break	R\$ 75,00	R\$ -
	Pasta/Bolsa	R\$ 175,00	R\$ 175,00
	Guarda pó	-	-
	Outros	R\$ 25,00	R\$ 25,00
	Total Despesa - Participantes (R\$)	R\$ 275,00	R\$ 200,00
	Secretaria	R\$ 100,00	R\$ -
	Financeiro	R\$ 100,00	R\$ -
	Telemarketing	R\$ 200,00	R\$ 100,00
	Total de despesas diversas da unidade: alugueis, energia, telefone, vigilância, limpeza, manutenção, reprografia (R\$)	R\$ 300,00	R\$ -
	Outros - especificar (R\$)	-	-
	Total Despesas - Administrativo (R\$)	R\$ 700,00	R\$ 100,00
	Apostilas	R\$ 875,00	R\$ 875,00
	Transparências	-	-
	Fitas de vídeo	-	-
	Fotocópias	R\$ 125,00	R\$ 125,00
	KIT - Pasta, Caneta e Bloco	-	-
	Crachá	R\$ 25,00	R\$ 25,00
	Material de apoio	-	-
	Total Despesas - Material Didático (R\$)	R\$ 1.025,00	R\$ 1.025,00
	Folder	R\$ 500,00	R\$ 300,00
	Correio	R\$ 200,00	R\$ 100,00
	Jornais	R\$ 1.000,00	R\$ 500,00
	Telefone/Fax	R\$ 300,00	R\$ 200,00
	Cartazes	R\$ 200,00	R\$ 100,00
	Rádio	-	-
	Total Despesas - Divulgação (R\$)	R\$ 2.200,00	R\$ 1.200,00
	Salas	-	-
	Equipamentos	R\$ 200,00	R\$ 100,00
	Outros	-	-
	Total Despesas - Audio Visuais (R\$)	R\$ 200,00	R\$ 100,00
Capacitação de docentes relacionada ao curso (R\$)	-	-	
Despesas com viagens	R\$ 100,00	R\$ -	
Acervo bibliográfico	R\$ 600,00	R\$ 300,00	
Equipamentos de informática e softwares	-	-	
Equipamentos de laboratório e máquinas	-	-	
Equipamentos diversos	-	-	
Mobiliário	-	-	
Novas construções	-	-	
Reformas	R\$ 500,00	R\$ -	
Total Despesas - Investimentos (R\$)	R\$ 1.200,00	R\$ 300,00	
Percentual repassado à parceiros (%)	10,00%	0,00%	
Total Despesas - Repasse a Parceiros (R\$)	R\$ 3.705,00	R\$ -	
TOTAL GERAL DE DESPESAS	R\$ 36.405,00	R\$ 14.925,00	
RESUMO	RESUMO	SEMESTRE	SEMESTRE
	Receitas	R\$ 37.050,00	R\$ 54.210,00
	Despesas	R\$ 36.405,00	R\$ 14.925,00
	Resultado Total	R\$ 645,00	R\$ 39.285,00
	PIOR CASO	MELHOR CASO	

Estimou-se uma taxa de evasão próxima a 8 % para o melhor caso, baseado na experiência do que ocorre atualmente com os cursos técnicos do Senai de Blumenau na área de automação, eletrônica, mecânica, ambiental e outros. Atribuiu-se um valor de R\$ 195,00 por mês levando-se em consideração as simulações e expectativa de despesas e resultados esperados. Foram simuladas duas opções extremas, supervalorizando-se os custos no pior caso e subestimando os custos no melhor caso, objetivando então verificar os riscos de implementação prática do curso. Observa-se nas Figura 25 e Figura 26 os resultados das análises financeiras de “Pior Caso” e também de “Melhor Caso”.

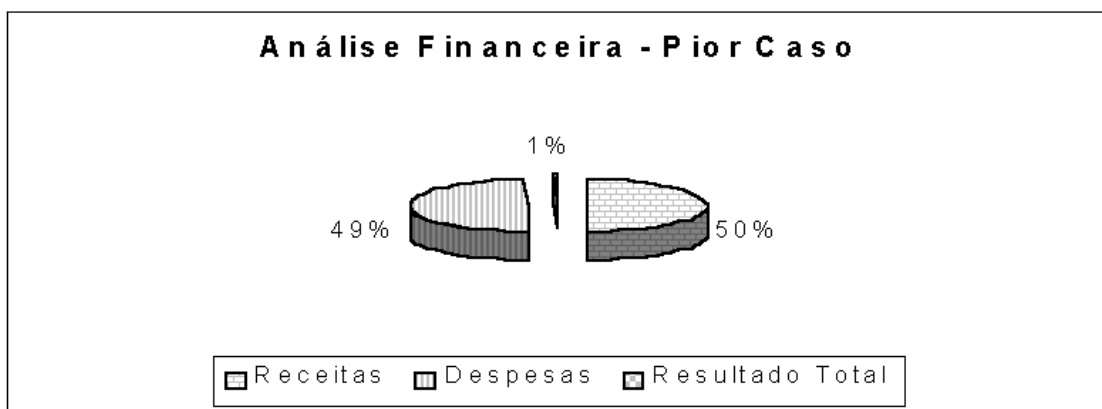


Figura 25: Análise financeira: Pior caso

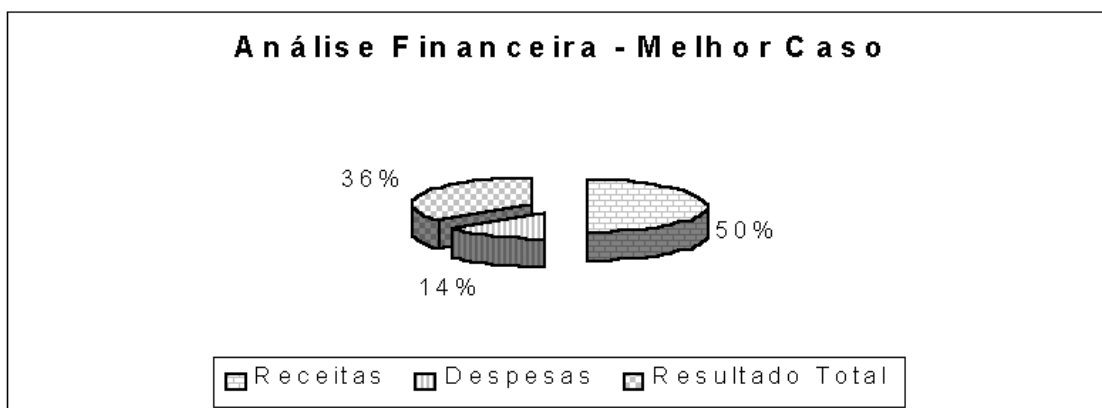


Figura 26: Análise financeira: Melhor caso

Pode-se concluir então que existe uma margem aceitável entre o melhor caso e o pior caso da análise financeira. Sugere-se o desenvolvimento de um plano de

negócios atrelado a um plano de marketing para garantir a eficácia da previsão descrita. O planejamento estratégico de marketing é uma forma de encarar os negócios com métodos e antevisão, prevendo e antecipando-se aos fatos, decompondo o problema em partes administráveis^[194].

Propõe-se um planejamento estratégico de marketing que contenha basicamente as seguintes etapas:

1. Definição do negócio e da missão corporativa;
2. Análise do ambiente interno e externo;
3. Avaliação de recursos;
4. Definição de objetivos e metas;
5. Formulação de estratégias;
6. Preparação do plano;
7. Implantação do plano;
8. Controle de resultados.

6.5 Resultados Esperados

Espera-se ao término do curso que o Técnico Especializado detenha as seguintes competências:

- ✓ Entender os fundamentos básicos de Metrologia, Normalização e Qualidade;
- ✓ Identificar em catálogos as características técnicas dos instrumentos de medição;
- ✓ Conhecer os métodos de utilização dos instrumentos de medição, interpretando as leituras e identificando as fontes de influências;
- ✓ Selecionar e qualificar instrumentos de medição frente aos requisitos de tolerância, confiabilidade, conformidade, custo, tempo, treinamento necessário e outros;
- ✓ Interpretar normas técnicas relativas à garantia da qualidade laboratorial;
- ✓ Realizar avaliação de incerteza do processo de medição e de calibração;
- ✓ Executar calibrações, testes e ensaios;
- ✓ Elaborar procedimento de experimentos, calibrações, testes, ensaios e outros;
- ✓ Gerenciar os intervalos de calibração dos instrumentos;

- ✓ Avaliar certificados de calibrações;
- ✓ Utilizar ferramentas da qualidade para a busca da melhoria contínua da qualidade de produtos e processos;
- ✓ Ser provedor da divulgação da cultura metrológica nos seus diversos setores.

Além de se obter competência técnica especializada, almeja-se formar um profissional apto para atender as necessidades atuais de mercado, bem como capacitá-lo para aprovação no exame de “Técnico Metrologista Certificado”.

6.6 Desafios Atuais

De modo geral, é possível verificar que muitas empresas formam, por si próprias, os profissionais da calibração e instrumentação de que necessitam. Para tanto, recorrem a técnicos que tenham uma razoável formação teórica, disponibilizando seus próprios equipamentos para que seja possível desenvolver as aptidões práticas necessárias para bom desempenho profissional. O curso pós-técnico em metrologia almeja quebrar este paradigma, fomentando a especialização teórica e prática dos atuais técnicos das diversas áreas do conhecimento de metrologia numa instituição especializada.

O grande desafio na formação dos atuais técnicos está relacionado à falta de capacidade para resolução de problemas. Cada vez mais, o mercado está exigindo um profissional que pense, que resolva problemas e desafios que muitas vezes não são da área de sua formação específica, mas sim de outros setores da indústria. Percebe-se então uma forte necessidade de se formar profissionais polivalentes, aptos a encarar desafios. Pode-se observar que atualmente muitas das atividades relacionadas aos metrologistas acabam sendo desenvolvidas por outros técnicos, principalmente da área mecânica e da eletricidade, pelo fato de existirem poucos profissionais formalmente capacitados na área técnica de metrologia para atender as necessidades de mercado.

Além do curso proposto, deve-se começar a pensar no desenvolvimento de um esquema organizado para a certificação dos atuais cursos industriais de qualificação em metrologia existentes no mercado. Dessa forma, será possível atender não somente os “Técnicos”, mas sim todo e qualquer profissional que tiver

interesse em adquirir conhecimentos na área de metrologia, e mantendo o respaldo de organizações confiáveis.

7 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisando o cenário apontado por este trabalho, projeta-se um futuro com ênfase na certificação de pessoas. O planejamento e a avaliação da qualidade torna-se cada vez mais necessário nas empresas e laboratórios. O conceito de qualidade evoluiu rapidamente ao longo do tempo, compreendendo não apenas o produto final, mas também o processo e as pessoas. Pessoas certificadas e qualificadas deverão fazer parte de uma equipe multifuncional, desafiadas a produzir produtos e processos cada vez mais robustos e capazes de atender aos requisitos especificados a custos aceitáveis ao consumidor.

O esforço tecnológico é fator importante de competitividade que se reflete na incorporação de máquinas e equipamentos modernos ao processo produtivo. Esses equipamentos devem estar adaptados, atendendo aspectos qualitativos e quantitativos, porém por trás de toda essa tecnologia estão as pessoas que devem estar prontas e altamente qualificadas para superar os desafios.

Nessa totalidade, foi realizado o levantamento nacional do estado da arte dos atuais cursos de metrologia em nível técnico, pós-técnico, tecnológico e pós-graduações. Verificou-se um número restrito de cursos disponíveis no mercado.

A pesquisa de opinião desenvolvida junto às instituições de ensino, indústrias e laboratórios do Brasil, apontou as realidades e necessidades do setor metrológico. Comprovou-se também que existe um grande despreparo dos atuais técnicos e engenheiros que atuam nos diversos segmentos da metrologia, desde as atividades mais elementares como também nas atividades mais complexas prestadas por laboratórios de calibração e ensaio. Dessa forma, foi possível identificar o universo de aplicações da metrologia frente às indústrias e laboratórios, assim como as grandezas de maior interesse para as empresas.

Foram propostas regras ordenadas de auxílio à acreditação da SBM pelo INMETRO como órgão certificador de pessoas na área metrológica. Além destas regras, também foi proposta uma categoria de certificação de pessoas em metrologia que visa satisfazer as demandas da indústria Brasileira nos próximos (5 a

10) anos.

Ao término do trabalho estruturou-se um modelo de curso Pós-técnico em metrologia, em concordância com os requisitos apontados pela pesquisa de mercado, assim como os requisitos imprescindíveis para a certificação de pessoas.

Embora o curso ainda não tenha sido implantado, considera-se que a proposta é adequada e vem atender uma necessidade focada de especialização profissional em metrologia. Este curso vem a preencher uma lacuna na área de metrologia, possibilitando a complementação desejada que, geralmente, só é encontrada em cursos de especialização *lato sensu e stricto sensu*.

7.1 RECOMENDAÇÕES

Observou-se ao longo do estudo, outras iniciativas semelhantes na difusão da cultura metrológica dentro dos diversos níveis do conhecimento. Embora a pesquisa realizada tenha resultado em dados satisfatórios e exaltações positivas, verificou-se também que a cultura de muitos empresários responsáveis por tomada de decisões, não está em concordância com os resultados que podem ser obtidos através de qualificação adequada de seus profissionais. Desta forma, torna-se necessário focar nas vantagens associadas à metrologia, assim como os retornos que poderão ser obtidos com a qualificação e certificação de seus profissionais.

Apesar desse desafio, espera-se obter inserção da metrologia frente essas indústrias através da qualificação e certificação de pessoas.

Um técnico metrologista, quando capacitado e qualificado para uma determinada tarefa, estará apto para:

- ✓ Discutir com o pessoal de desenvolvimento sobre as características e requisitos do produto;
- ✓ Propor mudanças junto ao pessoal de produção, sobre o método e funcionamento do processo;
- ✓ Interagir com outras empresas do setor, buscando soluções aos problemas identificados;
- ✓ Decidir sobre o melhor sistema de medição para uma determinada tarefa, levando em consideração aspectos como controle estatístico do processo,

tolerância, conformidade, custo, tempo, treinamento necessário, dentre outros.

Em resumo, apresentando-se um plano estratégico bem definido, explicando detalhadamente as vantagens obtidas por intermédio da metrologia aos empresários, espera-se contribuir para a implantação do curso proposto.

7.2 ASPECTOS IMPORTANTES A CONSIDERAR

É válido lembrar que, a capacitação de pessoas em metrologia agrega as seguintes vantagens aos setores industriais e laboratoriais:

- ✓ Melhora a qualidade do produto;
- ✓ Melhora o projeto do produto;
- ✓ Reduz os custos de fabricação;
- ✓ Reduz as perdas por refugo e retrabalho;
- ✓ Reduz os prazos de entrega;
- ✓ Melhora a moral dos empregados;
- ✓ Aumento do prestígio da empresa;
- ✓ Possibilita prever o processo produtivo;
- ✓ Aumenta a produtividade;
- ✓ Fornece condições para a empresa cumprir contratos propostos.

A partir destas vantagens, conclui-se que:

- ✓ Reduz-se custos com medição e inspeção;
- ✓ Torna o planejamento da produção mais realista e eficiente.

7.2.1 Aspectos em Destaque

Esta iniciativa de curso de especialização em nível técnico é uma ação inovadora, uma vez que almeja criar bases sólidas para a certificação de pessoas. A grande dificuldade de se encontrar referências para esse tema também se torna outro aspecto de destaque. Várias fontes internacionais de organismos de certificação foram consultados^[79] e ^[80], mas com restrições de informações. Objetivou-se dessa forma gerar um estudo preliminar e destacar a importância da certificação de pessoas em metrologia, assim como a repercussão que o mesmo

pode causar nacionalmente.

7.3 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Espera-se que esse seja apenas um dos muitos trabalhos a serem desenvolvidos na área de certificação de pessoas. Verifica-se que existem várias oportunidades de seqüência do trabalho proposto, sendo algumas idéias colocadas em destaque abaixo:

- ✓ Detalhamento das diretrizes e documentos para a acreditação da SBM pelo INMETRO para atender os requisitos da Norma Brasileira NBR ISO/IEC 17024:2004.
- ✓ Estruturação de uma metodologia de auxílio à implantação do Conselho de Certificação, Agência de Certificação e Centros de Exames de Certificação de Pessoas da SBM;
- ✓ Sistematização de métodos e técnicas para a garantia da efetiva implantação de cursos pós-técnicos em metrologia;
- ✓ Estudo das possibilidades de diversificação do escopo de certificação de pessoas em metrologia, de acordo com a região de interesse;
- ✓ Desenvolvimento de um esquema de certificação dos treinamentos industriais que qualificam profissionais para exames de certificação de pessoas em metrologia.
- ✓ Viabilização de ensino à distância ou semipresencial que permita a participação do público de regiões afastadas.

REFERÊNCIAS

- [1] NEIVA, F. M. **Conjunção Necessária para a Confiabilidade das Medições: Cultura Metrológica**. Metrologia 2003. Metrologia para a Vida, 01 a 05 de set. 2003, Recife, Pernambuco, Brasil, 4 p.
- [2] GONÇALVES JÚNIOR, A. A. **Apostila de Metrologia – Parte I**. Laboratório de Metrologia e Automatização, UFSC, 1999.
- [3] PFEIFER, Günther. **Uma metodologia para determinação da necessidade de inspeção na manufatura**. Florianópolis, 1999. Dissertação (Mestrado em Metrologia). Curso de Pós-graduação em Metrologia Científica e Industrial, Universidade Federal de Santa Catarina, 70 p.
- [4] FLYNN, T; DAILY, K. **Quality and information technology**. Manufacturing Engineer, Volume: 78, Issue: 3, jun. 1999, p. 130 –134.
- [5] SENAI. **Competitividade Sob Medida**. Disponível em: <<http://www.senai.br/sb45/compet45.htm>>. Acesso em: 07 mar. 2003.
- [6] LOUSADA, M. **Barreiras Técnicas para a Exportação**. XXII ENAEX. Encontro Nacional de Comércio Exterior. Rio de Janeiro, 24 out. 2002.
- [7] BRASIL, CONMETRO. **Plano Nacional de Metrologia**. Resolução nº 03 de 16 de dezembro de 1998. Resolução do CONMETRO que aprovou o PNM. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, Seção I, nº 251, em 31 dez. 1998.
- [8] INMETRO. **Diretrizes Estratégicas para a Metrologia Brasileira: 2003 – 2007**. CONMETRO, Rio de Janeiro, 2003, 39 p.
- [9] INMETRO. **VIM: Vocabulário Internacional de Termos Fundamentais e Gerais de Metrologia**. BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP, Portaria INMETRO 029 de 1995. 3ª Edição, Rio de Janeiro, 2003. p. 75.
- [10] SILVA, Pedro P. de A. **Re: Pesquisa Pós-técnico em Metrologia** [Mensagem Pessoal]. Mensagem recebida por <wanka@pop.com.br> em: 13 fev. 2004.
- [11] STRAIN, D. **Metrology education for the information age; Instrumentation and Measurement Technology Conference**. 1990. IMTC-90. Conference Record, 7th IEEE, 13-15 feb. 1990, p. 87.
- [12] ACADEMIE DES SCIENCES (CADAS). **QUELLE PLACE POUR LA MÉTROLOGIE EN FRANCE À L'AUBE DU XXI SIÈCLE**. 1996, p. 17.

- [13] ISO Bulletin. **CERTIFICATION OF PERSONS – ISO/IEC 17024, General requirement for bodies operating certification of persons.** out. 2002.
- [14] MCT - Ministério da Ciência e Tecnologia – Governo Federal. **TIB: Tecnologia Industrial Básica**; Programa de Tecnologia Industrial Básica e Serviços Tecnológicos para a Inovação e Competitividade. 2001.
- [15] ISO Annual Report. **NEW NEEDS OF SOCIETY.** 2002, 4 p.
- [16] JARDIM, Marli. **Certificação Profissional.** Informativo ACIB. Blumenau nov. e dez. 2003. 1 p.
- [17] SCHNEIDER, Carlos A.; UENO, Alexandre T.; ANGELONI, Maria T. **Projeto de Consolidação do Modelo de Gestão do Conhecimento Aplicado ao Setor Metroológico.** Metrologia 2003. Metrologia para a Vida. Set. 01-05, 2003, Recife, Pernambuco, Brasil.
- [18] JURAN, J. M.; GRYNA, Frank M. **Controle da Qualidade Handbook Ciclo dos Produtos: Inspeção e Teste.** ISBN 0-07-460805-3. McGraw-Hill, 1992, 225 p.
- [19] OHAYON, P.; FROTA, M.N; ALENCAR FILHO, J. T. A. de. **Desenvolvimento de RH em metrologia: vulnerabilidades e perspectivas.** Publicação no XXI Simpósio de gestão da Inovação Tecnológica, USP, 30 set. 2000.
- [20] SENAI Blumenau. **Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial.** Disponível em: <www.senai.blumenau.br>. Acesso em: 05 maio 2004.
- [21] UNITED STATES DEPARTMENT OF LABOR OFFICE OF ADMINISTRATIVE LAW JUDGES LAW LIBRARY. **DICTIONARY OF OCCUPATIONAL TITLES** (4th Ed., Rev. 1991). Disponível em: <<http://www.gems-calibration.com/whatisaametrologist.htm>>. Acesso em: 23 dez. 2003.
- [22] Donatelli, G. **Palestra “Da Qualidade à Metrologia”.** Disciplina de Aspectos Metroológicos de Sistemas da Qualidade: ASMQ, Programa de Pós-graduação em Metrologia Científica e Industrial, UFSC, abr. 2004.
- [23] NICOLSKY, R. **Inovação tecnológica industrial e desenvolvimento sustentado.** MCT, Parcerias estratégicas, número 13, dez. 2001.
- [24] ALMEIDA L. A. FROTA, M. H. A.; FROTA, M. N. **Metrology education and citizenship: the Brazilian experience.** Proceedings do XVII IMEKO World Congress: Metrology in the 3rd Millennium. Dubrovnik, Croatia, jun. 2003, p. 22-27. CD-ROM.
- [25] ALMEIDA, L. A. **Metrologia: um instrumento de cidadania,** Dissertação de mestrado em metrologia do Programa de Pós-graduação em Metrologia da PUC-RIO, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, defesa em 18 de out. 2002. Editora PUC-RIO.

- [26] CNI. **Formação de Recursos Humanos**. Disponível em: <http://www.normalizacao.cni.org.br/metrologia_rh.htm>. Acesso em: 19 jan. 2005.
- [27] UFF. **Universidade Federal Fluminense**. Disponível em: <www.uff.br>. Acesso em: 14 set. 2003.
- [28] PUC-RIO. **PósMQI: Programa de Pós-graduação em Metrologia para a Qualidade e Inovação**. Disponível em: <www.puc-rio.br>. Acesso em: 18 set. 2003.
- [29] UFSC. **PósMCI: Programa de Pós-graduação em Metrologia Científica e Industrial**. Disponível em: <www.posmci.ufsc.br>. Acesso em: 19 set. 2003.
- [30] **REDE DE TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS**. Disponível em: <<http://www.mg.retec.org.br>>. Acesso em: 21 mar. 2004.
- [31] USF. **Universidade de São Francisco**. Disponível em: <www.saofrancisco.edu.br/>. Acesso em: 13 ago. 2003.
- [32] CARVALHO, L. A. A.; FROTA, M. H. A.; FROTA, M. N. **Educação em Metrologia. Metrologia**. Metrologia para a Vida - Recife – Pernambuco – Brasil – 1 a 5 de set. de 2003. 8 p.
- [33] CEFETEQ. **Centro de Educação Federal**. Disponível em: <<http://www.cefeteq.br/tecnico/arquivos/bannermetro.pdf>>. Acesso em: 16 abr. 2004.
- [34] CEFETEQ. **Centro de Educação Federal**. Disponível em: <<http://www.cefeteq.br>>. Acesso em: 21 abr. 2004.
- [35] UFPA. **Universidade Federal do Pará**. Disponível em: <www.ufpa.br>. Acesso em: 16 set. 2003.
- [36] UFRGS. **Escola Técnica lança curso inédito de metrologia**. Disponível em: <www.ufrgs.br/jornal/abril2002/pag12.html#2>. Acesso em: 15 jan. 2004.
- [37] UFMG. **Universidade Federal de Minas Gerais**. Disponível em: <www.ufmg.br/boletim/bol1337/setima.shtml>. Acesso em: 12 set. 2003.
- [38] UFMG. **Universidade Federal de Minas Gerais**. Disponível em: <www.demec.ufmg.br/port/p_grad/CursoEsp/Cemetro/index.htm>. Acesso em: 13 ago. 2003.
- [39] UNESP. **Universidade Estadual de São Paulo**. Disponível em: <www.unesp.br/>. Acesso em: 03 ago. 2003.

- [40] IESAM. **Instituto de Estudos Superiores da Amazônia**. Disponível em: <http://www2.iesam-pa.edu.br/p_gradua.php?cod=metrolog>. Acesso em: 25 out. 2003.
- [41] IESA. **Faculdades IESA**. Disponível em: <<http://www.iesa.edu.br/index.php?pagina=FacCurPer&cur=13&hab=1>>. Acesso em: 18 jan. 2004.
- [42] ALMEIDA, L. A.; FROTA, M. H. A.; FROTA, M. N. **Metrologia: um instrumento para a formação integrada da cidadania**. Metrosul 2002. Curitiba, Paraná, Brasil. 30 set. a 3 out. 2002. 6 p.
- [43] SENAI. **Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial**. Disponível em: <www.senai.br/htm/textonumeros.html>. Acesso em: 06 jan. 2004.
- [44] SENAI. **Relatório Anual do Sistema SENAI 2003**. Brasília, 2004, 54 p.
- [45] INMETRO-CAPES-CNPq (1999); **Documento Básico. Programa Nacional para a Formação e Capacitação de Recursos Humanos em Metrologia (Programa RH-Metrologia)**. Gráfica Editora Stamppa Ltda, 91 p. Rio de Janeiro, RJ.
- [46] **INSTITUTO DE PESQUISA PARA O DESENVOLVIMENTO**. Disponível em: <http://216.239.39.104/search?q=cache:-jQaRd_6RLgJ:www.ird.gov.br/pdf/diretrizes%2520estrat%25E9gicas%2520da%2520metrologia%2520brasileira.pdf+a+Escola+Estadual+C%C3%ADrculo+Oper%C3%A1rio+metrologia&hl=pt&ie=UTF-8>. Acesso em: 05 mar. 2004.
- [47] ANTUNES, M. P. Disponível em: <<http://www.mednet.com.br/users/mateuspa/curriculum.htm>>. Acesso em: 21 mar. 2004.
- [48] ANTUNES, Mateus Prince. **Re: Curso Pós-técnico em Metrologia** [Mensagem Pessoal] Mensagem recebida por wanka@pop.com.br em 22 mar. 2004.
- [49] SENAI. **Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial**. Disponível em: <www.senai-mg.org.br/cfp-fr>. Acesso em: 21 mar. 2004.
- [50] HOLANDA, A. B.; FERREIRA, M. B. **Novo Aurélio: Século XXI**. Editora Nova Fronteira. Edição Especial, 2000, 2128 pp.
- [51] CNI; SENAI. **A família ocupacional dos técnicos em calibração e instrumentação: Série Monografias Ocupacionais**. Brasília, 2002, 64 p.
- [52] VINGE, José J.; RODRIGUES, Martius V. **Gestão do Conhecimento em Metrologia Científica e Industrial: Estudo de Caso**. Metrologia 2003. Metrologia para a Vida. Set. 01-05, 2003, Recife, Pernambuco, Brasil.

- [53] MCT. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Sociedade da Informação – Livro Verde**. Brasília, set, 2000.
- [54] CNI; SENAI. **Boletim Ocupacional**. Volume 1, n. 3, 2002. 2 p.
- [55] CNI; SENAI. **O futuro das profissões de técnicos em instrumentação e calibração**. Antena Temática n. 03. Brasília, 2002, 8 p.
- [56] **METROLOGIA EM DESTAQUE NO TIB**. Disponível em: <www.mct.gov.br/comunicacao/textos/default.asp?cod_tipo=1&cod_texto=2289>. Acesso em: 10 out 2003.
- [57] ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br/certificacao.htm>>. Acesso em: 27 jul. 2004.
- [58] INMETRO. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. Disponível em: <www.inmetro.gov.br>. Acesso em: 05 fev. 2004.
- [59] ALEXIM, J. C.; LOPES, C. L. E. **A Certificação Profissional Revisada**. Disponível em: <<http://www.senac.br/informativo/BTS/293/boltec293a.htm>>. Acesso em: 07 fev. 2005.
- [60] OSANNA, ET AL. **Metrology Education in the EC from the Viewpoint of SME's**. Metrologia 2003. Metrologia para a Vida, Recife, Pernambuco, Brasil, 1 a 5 set. 2003, 7 p.
- [61] INMETRO, OUVIDORIA. **INMETRO - Resposta solicitação nº 59.316**. [Mensagem Pessoal] Mensagem recebida por wanka@pop.com.br em 21 jan. 2004.
- [62] AMERICAN SOCIETY FOR QUALITY. **Reviews: Calibration Technician Job Analysis Study**. Disponível em: <http://www.measurementquality.org/cct/about/history/history_phone_report.html>. Acesso em: 21 dez. 2003.
- [63] **AMERICAN SOCIETY FOR QUALITY**. Disponível em: <http://www.asq.org/portal/page?_pageid=33,32429,33_32570&_dad=portal&_schema=PORTAL>. Acesso em: 08 fev. 2005.
- [64] UNIVERSITY OF PHOENIX. **Certified Quality Engineer**. Disponível em: <http://www.phoenix.edu/phoenix/certificates/bus_cqe.html>. Acesso em: 23 dez. 2003.
- [65] **CERTIFIED CALIBRATION TECHNICIAN**. Disponível em: <<http://www.measurement.com/>>. Acesso em: 23 dez. 2003.
- [66] AUSTRALIAN ORGANIZATION FOR QUALITY. **Certified Quality Technician**. Disponível em: <<http://www.aoq.asn.au/cqt.html>>. Acesso em: 28 dez. 2003.

- [67] **EOQ. The EOQ Personnel Registration Scheme.** Disponível em: <www.eoq.org/PersonnelRegistration.html>. Acesso em: 06 fev. 2004.
- [68] **EOQ. The Eoq Harmonized Scheme.** Disponível em: <<http://www.eoq.org/PRS%20ed1.html>>. Acesso em: 29 dez. 2003.
- [69] **CZECH SOCIETY FOR QUALITY.** Disponível em: <<http://www.csq.cz/cz/oscert00.asp>>. Acesso em: 14 jan. 2005.
- [70] **RELACRE. OCP - Organismo de Certificação de Pessoal.** Disponível em: <http://www.relacre.pt/paginasrelacre/ocp1_caracterizar.htm>. Acesso em: 31 dez. 2003.
- [71] **NGEE ANN POLYTECHNIC. Certified Metrologist For Quality Assurance.** Disponível em: <<http://www.np.edu.sg/~dept-tcq/prod034.htm>>. Acesso em: 21 dez. 2003.
- [72] **ACMC. Canadian Certification of Coordinate Measuring Machine (CMMs) Professionals.** 2 p.
- [73] **ACMC. Canadian Certification of Coordinate Measuring Machine (CMMs) Professionals.** Book of Knowledge. Draft 3 may 2000. 2 p.
- [74] **F. WALDELE, BRAUNSCHWEIG; A. WECKENMANN, ERLANGEN. Manufacturer-Neural Training in Co-ordinate Metrology.** Presentation in Egypt, 8 march 2004. 16 p.
- [75] **INTERNATIONAL SOCIETY OF WEIGHING & MEASUREMENT. Certified Weighing Professional.** Disponível em: <<http://www.iswm.org/cwp.asp>>. Acesso em: 23 dez. 2003.
- [76] **CARILLONTECH. Quality Engineering Technology Degree Programs.** Disponível em: <http://www.carillontech.com/QETHP/Prog_Desc.html>. Acesso em: 29 dez. 2003.
- [77] **THE NATIONAL ACCREDITATION BODY OF INDONESIA (KAN).** Disponível em: <<http://www.bsn.go.id/41P.HTM>>. Acesso em: 31 dez. 2003.
- [78] **DANAK. Certification of persons.** Disponível em: <<http://www.danak.org/Personcertificering>>. Acesso em: 31 dez. 2003.
- [79] **QUALITY AND ACCREDITATION STANDARDS AND GUIDES.** Disponível em: <<http://www.labcompliance.com/quality-standards/national-organizations.htm>>. Acesso em: 29 nov. 2003.
- [80] **INTERNATIONAL ACCREDITATION BODIES & STANDARDS ORGANIZATIONS.** Disponível em: <http://www.mst.or.th/useful_links.htm>. Acesso em: 29 dez. 2003.

- [81] FANSHAWE COLLEGE. **Quality Assurance Certificate Program**. Disponível em: <<http://www.fanshawec.on.ca/ce/courses7.asp#qa>>. Acesso em: 23 dez. 2003.
- [82] ISO BULLETIN. **CERTIFICATION OF PERSONS – ISO/IEC DIS 17024, General Requirements for bodies operating certification of persons**. October 2002. 31 p.
- [83] **BRIEF DESCRIPTION OF ONGOING CASCO PROJECTS**. Disponível em: <www.iso.ch/iso/en/comms-markets/conformity/projects.html>. Acesso em: 22 jan. 2004.
- [84] **LIST OF THE STANDARDS RELATED TO CONFORMITY ASSESSMENT SYSTEMS**. Disponível em: <http://www.qcin.org/html/qies/qies_list.htm>. Acesso em: 31 dez. 2003.
- [85] ISO/IEC. **FDIS 17024:2002 (E). International Standard. Final Draft. Conformity assessment – General requirements for bodies operating certification program**. Disponível em: <www.cpduk.co.uk/new/DPC%2017024.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2004.
- [86] ISO. Disponível em: <<http://www.iso.org/iso/en/CombinedQueryResult.CombinedQueryResult?queryString=17024>>. Acesso em: 14 mar. 2004.
- [87] ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Disponível em: <www.abnt.org.br>. Acesso em: 08 fev. 2004.
- [88] ABNT. **NBR ISO/IEC 17024:2004. Avaliação da conformidade – Requisitos gerais para organismos que realizam certificação de pessoas**. Primeira edição, 31 maio 2004. Válida a partir de 30 junho 2004.
- [89] ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Disponível em: <www.abntcb25.com.br/quadro5.html>. Acesso em: 16 mar. 2004.
- [90] **BANAS QUALIDADE**. Disponível em: <<http://www.banasqualidade.com.br/imprime.asp?codigo=5499>>. Acesso em: 23 mar. 2004.
- [91] ISO/IEC. **Guide 2:1996, Standardization and related activities – General vocabulary**. 1996, 62 p.
- [92] ABNT. **NBR ISO 9000:2000 - Sistema de gestão da qualidade – Fundamentos e Vocabulário**. Rio de Janeiro, 2000.
- [93] IAF. INTERNATIONAL ACREDITATION FORUM. **Guidance on the application of ISO/IEC 17024:2003**. Disponível em: <<http://www.google.com.br/search?q=cache:P0nqgjSdcfcJ:www.iaf.nu/pdf/IAF-GD24->>

2004%2520Guidance%2520on%2520ISO%252017024%2520Pub.pdf+.+IAF+ Guidance+on+the+application+of+ISO/IEC+17024&hl=pt-BR&ie=UTF-8>.
Acesso em: 23 mar. 2004.

- [94] **IATCA. INTERNATIONAL AUDITOR AND TRAINING CERTIFICATION ASSOCIATION.** Disponível em: <www.iatca.com>. Acesso em: 26 jan. 2003.
- [95] **IAAC. INTERAMERICAN ACCREDITATION COOPERATION.** Disponível em: <<http://iaac-accreditation.org/>>. Acesso em: 24 jan. 2003.
- [96] **INMETRO. Critérios para a Acreditação de Organismos de Certificação de Pessoas. NIT-DICOR-04.** Rev. 01, out. 2004, 3 p. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/credenciamento/organismos/opc.asp>>. Acesso em: 12 fev. 2005.
- [97] **INMETRO. Procedimento para o credenciamento de organismos de certificação de pessoal. NIT-DICOR-044.** Rev. 01, out. 2002, 7 p. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/credenciamento/organismos/opc.asp>>. Acesso em: 12 fev. 2005.
- [98] **INMETRO. Regulamento para o credenciamento de organismos. NIT-DICOR-016.** Rev. 05, dez. 2004, 7 p. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/credenciamento/organismos/opc.asp>>. Acesso em: 12 fev. 2005.
- [99] **INMETRO. Procedimentos para Manutenção, Extensão, Redução, Suspensão, Cancelamento e Transferência do Credenciamento. NIE-DICOR-031.** Rev. 00, ago. 2004, 12 p. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/credenciamento/organismos/opc.asp>>. Acesso em: 12 fev. 2005.
- [100] **INMETRO. Elaboração de Contrato de Credenciamento. Nig-DINQP-008.** Rev. 03, jul. 1998, 7 p. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/credenciamento/organismos/opc.asp>>. Acesso em: 12 fev. 2005.
- [101] **INMETRO. Preços do Credenciamento para Organismos. NIE-CGCRE-140.** Rev. 05, nov. 2003, 17 p. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/credenciamento/organismos/opc.asp>>. Acesso em: 12 fev. 2005.
- [102] **CNI, MCT, TECPAR e CNPQ. Estudo da oferta e da demanda nacional por serviços tecnológicos.** 2001, 110 p.
- [103] **FBTS. FUNDAÇÃO BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DA SOLDAGEM.** Disponível em: <<http://www.fbts.com.br>>. Acesso em: 15 jan. 2004.
- [104] **ABENDE. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS.** Disponível em: <<http://www.abende.org.br>>. Acesso em: 15 jan. 2004.

- [105] ABENDE. **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS**. Disponível em: <www.abende.org.br/snq_end.html1>. Acesso em: 06 jan. 2004.
- [106] CIC. **CENTRO PARA A INOVAÇÃO E COMPETITIVIDADE**. Disponível em: <www.cic.org.br>. Acesso em: 15 jan. 2004.
- [107] INMETRO. **Organismos de Certificação de Pessoal Credenciados**. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/organismos/detalhe_organismo.asp?codOC=4&siglaOC=OPC>. Acesso em: 07 fev. 2005.
- [108] Companhia Siderúrgica de Tubarão. Disponível em: <http://www.cst.com.br/frame.asp?t=/flash_4.shtml&c=/usina/manutencao/certificados/ranking/teranking.shtml>. Acesso em 23 fev. 2005.
- [109] Companhia Siderúrgica de Tubarão. Disponível em: <http://www.cst.com.br/frame.asp?t=/flash_7.shtml&c=/rh/desenvolvimento/tesenvolvimento.shtml>. Acesso em 24 fev. 2005.
- [110] **SAC**. Disponível em: <http://www.sac-accreditation.org.sg/HTML/mra_mla.htm#SAC-SINGLAS>. Acesso em: 29 mar. 2004.
- [111] **ILAC MLA Group and APLAC Member Bodies**. Disponível em: <http://www.jab.or.jp/imr/imr_coa_01_e.html>. Acesso em: 31 dez. 2003.
- [112] **LATIN AMERICAN COUNTRIES PROMOTE STANDARDIZATION AS COMPETITIVE TOOL**. Disponível em: <<http://www.businessstandards.com/content/13ftr1.asp>>. Acesso em: 29 dez. 2003.
- [113] EUROPEAN ACCREDITATION FOR CERTIFICATION. **Guidelines on the Application of EN 45013**. Disponível em: <www.european-accreditation.org/pdf/EA-8-01.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2004.
- [114] EUROPEAN ACCREDITATION FOR CERTIFICATION. **EA Multi and Bilateral Agreement Signatories**. Disponível em: <www.european-accreditation.org/pdf/EA-01-08.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2004.
- [115] EUROPEAN ACCREDITATION FOR CERTIFICATION. **EA Multilateral Agreement**. Disponível em: <www.european-accreditation.org/pdf/EA-01-06.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2004.
- [116] INMETRO, OUVIDORIA. **INMETRO - Resposta solicitação nº 61.581**. [Mensagem Pessoal] Mensagem recebida por wanka@bol.com.br em 06/04/04.

- [117] SENAI. Departamento Nacional. **Metodologia: elaboração de perfis profissionais**. Brasília: Unidade de Conhecimento Tecnologia da Educação, 2002. 35 p.
- [118] YBARRA, Agustin. **El Sistema Normalizado de Competência Laboral**. In: ARGUELLES, Antonio. (Comp.) *Competência laboral y educación basada em normas de competência*. México CONALEP/SEP/LIMUSACNCCL, 1996. p. 25-32.
- [119] PAULO, Pedro. **Re: Enquete sobre demanda à um curso Pós-técnico em Metrologia** [Mensagem Pessoal] Mensagem recebida por wanka@pop.com.br em 19 mar. 2004.
- [120] ANBT. **NBR ISO/IEC 17025:2001. Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração**. 2001, 20 p.
- [121] MACH, P.; GUÁQUETA, J. **Utilization of the seven Ishikawa tools (old tools) in the six sigma strategy. Electronics Technology: Concurrent Engineering in Electronic Packaging**. 2001. 24th International Spring Seminar on, 5-9 May 2001, p. 51 a 55.
- [122] SPENGLER, A.; STANTON, M.; ROWLANDS, H. **Expert systems and quality tools for quality improvement; Emerging Technologies and Factory Automation**. 1999. Proceedings. ETFA '99. 1999 7th IEEE International Conference on, Volume: 2, 18-1 Oct. 1999, Page(s): 955 -962 vol.2.
- [123] GURUNATHA, T.; SIEGEL, R.P. **Applying quality tools to reliability: a 12-step Six-sigma process to accelerate reliability growth in product design**. Reliability and Maintainability Symposium, 2003. Annual, 27-30 jan. 2003, p. 562-567.
- [124] DELLANA, S.A.; WIEBE, H.A. **Application of total quality management to research and development: a historical perspective**. Engineering Management Conference, 1992. 'Managing in a Global Environment', 1992 IEEE International, 25-28 oct. 1992, p. 327 -331.
- [125] BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. 5 out. 1988. OLIVEIRA, Juarez de; OLIVEIRA Ana Claudia Ferreira (Org.). *Constituição federal de 1988, 5ª ed.* São Paulo: J. De Oliveira, 2000.
- [126] SBM – Sociedade Brasileira de Metrologia. **Projetos Estratégicos: Estudo da viabilidade técnica e econômica da SBM como Organismo de Certificação de Pessoal em Metrologia**. Disponível em: <<http://www.sbm metrologia.org.br/docs/portugues/projetos.htm>>. Acesso em: 21 dez. 2003.

- [127] CNI. **Normalização**. Disponível em:
<http://www.normalizacao.cni.org.br/metrologia_redes_regionais.htm>.
Acesso em: 28 mar. 2004.
- [128] ABENDE. **Manual do Candidato do Sistema Nacional de Qualificação e Certificação de Pessoal em END – SNQC/END da Associação Brasileira de Ensaio Não Destrutivos**. Jun. 2003, Rev. 01, 37 p.
- [129] STANDARDS COUNCIL OF CANADA. **Conditions And Procedures for Accreditation of Bodies Registering Quality Systems**. Nov. 2001, p. 16.
- [130] FBTS. **Guia do Candidato: Sistema Nacional de Qualificação e Certificação Pessoal em Soldagem**. Jun. 2002, Rev. 08, 28 p.
- [131] Instituto Português da Qualidade. **REGULAMENTO GERAL DE ACREDITAÇÃO**. Disponível em: < www.ipq.pt/info/acredita/docs/DRC001-1.pdf >. Acesso em: 31 dez. 2003.
- [132] ABENDE. **Documento Complementar nº1: Qualificação e Certificação de Pessoal em Ensaio Não Destrutivos**. Mar. 2001, Rev. 09, 9 p.
- [133] INEP. **Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais**. Avaliação Institucional. 2000, 73 p. Disponível em:
<www.inep.gov.br/download/superior/2002/avaliacao_institucional/manuais/manual_avaliacao_institucional.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2004.
- [134] CORDÃO, Francisco Aparecido. **1º Seminário de Educação Profissional. Palestra do Conselheiro Nacional de Educação**. Disponível em:
<<http://www.cee.sc.gov.br/legisla.htm>>. Acesso em: 03 maio 2004. Realizado nos dias 18 e 19 de abril de 2001, em Brusque – SC.
- [135] BRASIL, **Parecer CNE/CEB nº 16 de 1999**. Trata das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional de Nível Técnico. Brasília, 05 out. 1999, 32 p.
- [136] TRINDADE, I; EVANGELISTA, M.; LAZARI, R. F. **Capacitação de Metrologistas para a Rede Nacional de Metrologia Legal**. Metrologia 2003. Metrologia para a Vida, 01 a 05 de set., 2003, Recife, Pernambuco, Brasil, 3 p.
- [137] MEC. **MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA**. Disponível em:
<www.mec.gov.br>. Acesso em: 15 fev. 2004.
- [138] BRASIL. **Lei nº 9.394**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, 20 dez. 1996.
- [139] BRASIL. **Decreto Federal nº 2.208**. Regulamenta o § 2º do art. 36 e os arts. 39 a 42 da Lei Federal nº 9.394/96, que estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília, 17 abr. 1997.

- [140] BRASIL. **Resolução CNE/CEB nº 04**. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional de Nível Técnico. 1999, 42 p.
- [141] CEE/SC. **Resolução nº 039**. Fixa normas para a Educação Profissional Técnica no Sistema Estadual de Educação do Estado de Santa Catarina. Florianópolis, jul. 2004.
- [142] VARGAS, P. **Gestão Empresarial Integral da Formação: Formação para o Setor Industrial**. Apresentação CNI/SENAI. Disponível em: <<http://64.233.161.104/search?q=cache:P3ShpzgZQ8lJ:www.cinterfor.org.uy/public/spanish/region/ampro/cinterfor/conf/2001/emplead/senai.ppt+Modalidade+de+Educa%C3%A7%C3%A3o+Profissional+para+atendimento+a+necessidades+decorrentes+de+inova%C3%A7%C3%B5es+tecnol%C3%B3gicas+e+de+novos+processos+de+produ%C3%A7%C3%A3o+e+de+gest%C3%A3o+d+a+qualidade.&hl=pt-BR>>. Acesso em: 10 jan. 2005
- [143] CBO. **Classificação Brasileira de Ocupações**. Disponível em: <<http://www.mtecbo.gov.br/az.asp?letra=m&ordenacao=CBO2000&pagina=2&paginacao=0&versaoImpressao=false>>. Acesso em: 15 fev. 2005.
- [144] ROSE, Solange Crepaldi. **Sistemas de trabalho relacionados à instrumentação, automação e controle de processos industriais**. São Paulo: SENAI, 1999. 23 p.
- [145] BRASIL. **Decreto nº 2.181**. Dispõe sobre o Sistema Nacional De Defesa Do Consumidor. Diário Oficial da União, Brasília, 21 mar. de 1997, 13 p.
- [146] IEMI – **Instituto de Estudos e Marketing Industrial**. Disponível em: <<http://www.iemi.com.br>>. Acesso em: 09 fev. 2003.
- [147] MEC. **Orientações para a formulação e apresentação dos planos de cursos técnicos com base na resolução cne/ceb nº 04/99**. Brasília, DF, jul. 2001.
- [148] SENAI. Disponível em: <www.dn.senai.br/repertorio/>. Acesso em: 20 jan. 2004.
- [149] DONATELLI, G; WANKA, R. M. **Uma Proposta para a Formação de Recursos Humanos em Metrologia e Certificação Pessoal**. Metrosul IV – IV Congresso Latino Americano de Metrologia. 09 a 12 de nov. 2004. Foz do Iguaçu – PR. 6 p.
- [150] CNI; SENAI. **METODOLOGIA – Elaboração de Perfis Profissionais**. 2ª Edição, Brasília, 2002.
- [151] CNI; SENAI. **METODOLOGIA – Avaliação e Certificação de Competências**. Brasília, 2002.

- [152] CNI; SENAI. **METODOLOGIA – Elaboração de Desenho Curricular Baseado em Competências**. 2ª Edição, Brasília, 2002.
- [153] MIGUEL, P. A. C.; **Proposta de um curso seqüencial em métodos para a melhoria da qualidade**. UNIMEP. Núcleo de Gestão da Qualidade & Metrologia. 9 p.
- [154] MENDES, ET AL. **Análise da trajetória do curso técnico em metrologia do CEFET química de Nilópolis**. Metrologia 2003. Metrologia para a Vida. Recife, Pernambuco, Brasil. 1 a 5 set. de 2003. 7 p.
- [155] LOMBAARD, J.M. **A quality model for education in engineering and technology management; Innovation in Technology Management - The Key to Global Leadership**. PICMET '97: Portland International Conference on Management and Technology, 27-31 July 1997, Page(s): 285.
- [156] MILLEA, A; MUNTEANU, R; MARCUS, I. O. **Teaching General Metrology: Why, What, How?** XVII IMEKO World Congress, June 22, 2003, Dubrovnik, Croatia.
- [157] **SINE**. <www.sine.rn.gov.br/cbo/CBO2002Liv3.pdf>. Acesso em: 07 abr. 2004.
- [158] **CBO**. Disponível em: <www.copaninfo.com.br/cbo2002.dbf>. Acesso em: 07 abr. 2004.
- [159] CERTI/LABMETRO. **Apostila de Metrologia, Calibração e Confiabilidade Metrológica**. Florianópolis, 2002.
- [160] CERTI. **Centro de Referências em Tecnologias Inovadoras**. Disponível em <www.certi.orf.br>. Acesso em 05 maio 04.
- [161] INMETRO. **SI: Sistema Internacional de Unidades**. 8ª Edição, Rio de Jan., 2003. 117 P.
- [162] ANBT. **NBR ISO/IEC 12230:1992. SI – Prescrições para a sua aplicação**. 1992, 24 p.
- [163] INMETRO; CNI; SENAI. **Barreiras Técnicas às Exportações: O que são e como superá-las**. 2002.
- [164] JOHNSON, R. A. Miller and Freud's. **Probability and Statistics for Engineers**. Prentice Hall United States, 1994, 630 p.
- [165] MSA. **Measurement Systems Analysis**. Third Edition, March, 2002.
- [166] RAY, J.W., Jr.; YATES, D.W. **Implementing TQM in the classroom: removing fear**. Frontiers in Education Conference, 1995. Proceedings. 1995, Volume: 1, 1-4 Nov. 1995, Page(s): 2b4.1 -2b4.3 vol.1.

- [167] HANSEN, R.L. **An overview to the application of total quality management.** Aerospace and Electronics Conference, 1989. NAECON 1989, Proceedings of the IEEE 1989 National, 22-26 may 1989, Page(s): 1462 - 1467 vol.4.
- [168] CRAIG, C. **Advanced quality planning issues.** Electrical Contacts, 1989, Proceedings of the Thirty Fifth Meeting of the IEEE Holm Conference on, 18-20 sept. 1989, Page(s): 101.
- [169] KRABBE, R.J.; NARAYANAN, M. **Quality control in the American automotive industry.** WESCON/96, 22-24 oct. 1996, Page(s): 388 –394.
- [170] ONODERA, K. **Effective techniques of FMEA at each life-cycle stage.** Reliability and Maintainability Symposium. 1997 Proceedings, Annual, 13-16 jan. 1997, Page(s): 50 –56.
- [171] KARA-ZAITRI, C.; KELLER, A.Z.; BARODY, I.; FLEMING, P.V. **An improved FMEA methodology.** Reliability and Maintainability Symposium, 1991. Proceedings, Annual, 29-31 jan. 1991, Page(s): 248 –252.
- [172] SIGNOR, M.C. **The failure-analysis matrix: a kinder, gentler alternative to FMEA for information systems.** Reliability and Maintainability Symposium, 2002. Proceedings. Annual, 28-31 jan. 2002, Page(s): 173-177.
- [173] BOUCHEREAU, V.; ROWLANDS, H. **Analytical approaches to QFD.** Manufacturing Engineer, Volume: 78 Issue: 6, dec. 1999, Page(s): 249 –254.
- [174] BESKOW, C.; JOHANSSON, J.; NORELL, M. **Implementation of QFD: identifying success factors.** Engineering and Technology Management, 1998. Pioneering New Technologies: Management Issues and Challenges in the Third Millennium. IEMC '98 Proceedings. International Conference on, 11-13 oct. 1998, Page(s): 179 –184.
- [175] SCHUBERT, M.A. **Quality function deployment-‘a comprehensive tool for planning and development’.** Aerospace and Electronics Conference, 1989. NAECON 1989, Proceedings of the IEEE 1989 National, 22-26 may 1989 Page(s): 1498 -1503 vol.4.
- [176] CRISTIANO, J.J.; LIKER, J.K.; WHITE, C.C. III. **Key factors in the successful application of quality function deployment (QFD).** Engineering Management, IEEE Transactions on, Volume: 48 Issue: 1, feb 2001, Page(s): 81 –95.
- [177] CHER MING TAN; TECK-KHIM NEO. **QFD implementation in a discrete semiconductor industry.** Reliability and Maintainability Symposium, 2002. Proceedings. Annual, 28-31 jan. 2002, Page(s): 484 –489.
- [178] MILL, H.F.; **Simplifying the implementation of QFD.** Customer Driven Quality in Product Design, IEE Colloquium on, 6 may 1994, Page(s): 5/1 -5/4.

- [179] TAYLOR, K.G. **How to make a success of quality function deployment.** Customer Driven Quality in Product Design, IEE Colloquium on, 6 may 1994, Page(s): 4/1 -4/5.
- [180] DONNELL, A.J.; SINGHAL, S.C. **SPC implementation for improving product quality.** Electronics Manufacturing Technology Symposium, 1996, Nineteenth IEEE/CPMT , 14-16 oct. 1996, Page(s): 416 –421.
- [181] SESTREN, José Antônio. **Controle Estatístico do Processo.** Blumenau. SENAI-CTV, 2002, 27 p.
- [182] ERDMANN, Dalcino. **Controle da Qualidade.** Blumenau: SENAI-CTV, 2003. 37 p.
- [183] COLLIN, L. R. D'OLIVEIRA; PAMPLONA, E. O. **Utilização da função perda de taguchi na prática do controle estatístico de processo.** Escola Federal de Engenharia de Itajubá - IEM/DPR.
- [184] FIALHO, Arivelto Bustamante. **Instrumentação Industrial: Conceitos Aplicações e Análises.** Editora Érica, São Paulo – ISBN 85-7194-922-0.
- [185] SCHMALZEL, J.L. **Improving Instrumentation And Measurement Education.** Instrumentation & Measurement Magazine, IEEE, Volume: 2 Issue: 1, march 1999, Page(s): 10 –13.
- [186] ABNT. **NBR ISO 10012-1:1993. Requisitos de garantia da qualidade para equipamento de medição – Parte 1: Sistema de Comprovação Metroológica para Equipamento de Medição.** Rio de Janeiro, 1993, 14 p.
- [187] DELUIZ, Neise. **O Modelo das Competências Profissionais no Mundo do Trabalho e na Educação: Implicações para o Currículo.** Disponível em: <<http://www.senac.br/informativo/BTS/273/boltec273b.htm>>. Acesso em: 30 maio 2004.
- [188] INMETRO. **Guia Para a Expressão da Incerteza de Medição.** BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML, ABNT, SBM e Programa RH Metrologia, 2ª Edição, Rio de Janeiro, 1998, 120 p.
- [189] CERTI/LABMETRO. **Apostila de Incerteza de Medição.** Florianópolis, 2002.
- [190] GIÁGIO, M. A. **Gerenciamento Técnico e Econômico de Laboratório de Calibração Credenciado. Florianópolis.** 1999. Dissertação de Mestrado da UFSC do Programa de Pós-graduação em Metrologia Científica e Industrial, 101 p.
- [191] CERTI/LABMETRO. **Apostila de Implantação da ISO/IEC 17025.** Florianópolis, 2002.

- [192] CERTI/LABMETRO. **Apostila de Formação de Auditores Internos de Laboratórios de Calibração e Ensaio ISO/IEC 17025**. Florianópolis, 2002.
- [193] **SEBRAE**. Disponível em:
<<http://www.sebrae.com.br/br/parasuaempresa/analisefinanceira.asp>>.
Acesso em: 30 maio 2004.
- [194] FILHO, A. A. C. **Gestão para Engenharia de Materiais**. UFSC, Módulo III, Gestão de Marketing, 77 p.