



AUTARQUIA ASSOCIADA À UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

**ESTUDO DE ORGANIZAÇÃO EM REDE NA
METROLOGIA EM QUÍMICA**

VERA MARIA LOPES PONÇANO

Tese apresentada como parte dos
requisitos para obtenção do Grau
de Doutor em Ciências na Área de
Tecnologia Nuclear - Materiais.

Orientador:
Prof. Dr. Cláudio Rodrigues

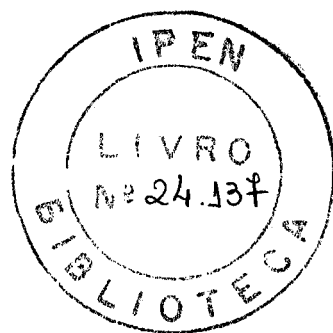
Co-orientador:
Prof. Dr. Guilherme Ary Plonski

**São Paulo
2007**

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES
Autarquia associada à Universidade de São Paulo

ESTUDO DE ORGANIZAÇÃO EM REDE NA METROLOGIA EM QUÍMICA

Vera Maria Lopes Ponçano



**Tese apresentada como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de Doutor em Ciências
na Área de Tecnologia Nuclear – Materiais**

Orientador: Prof. Dr. Cláudio Rodrigues

Co-orientador: Prof. Dr. Guilherme Ary Plonski

SÃO PAULO
2007

Dedicatória

À minha Mãe,
que em todos os momentos de minha vida
esteve presente compartilhando, apoiando e
dando o seu carinho. Pessoa admirável que
nos deixou muita força e coragem para
seguirmos em frente.

Aos meus filhos e filhas,
Renata, Daniel, Fernando e Marília,
sempre muito próximos, vibrando nas horas
de alegria e pacientes quando preciso.

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Guilherme Ary Plonski pelo incentivo à realização desta nova etapa em minha carreira profissional e pelo apoio constante durante o seu desenvolvimento.

Ao Prof. Dr. Eduardo Vasconcellos pelas valiosas discussões e orientações no tema desenvolvido e pela participação em estudos correlatos.

Ao Prof. Dr. Cláudio Rodrigues pela confiança e estímulo à realização desta pesquisa.

Ao Prof. Dr. Vahan Agopyan pelo apoio quando necessário.

À Profa. Dra. Ieda Kanashiro Makiya e à Dra Terezinha E. Mendes de Carvalho pela amizade e apoio em várias fases deste trabalho.

Ao Dr. Bernd Güttler pelo tempo e atenção nas entrevistas realizadas e pelos encaminhamentos dados junto aos membros da rede alemã.

Ao Dr. Willie E. May pelas sugestões na elaboração do questionário de pesquisa internacional.

À querida Kelly F. Machado pela dedicação e ajuda na elaboração de tabelas e gráficos.

À Edna Gubitoso pelo apoio nas referências bibliográficas.

Aos colegas da CITAC e das instituições mundiais pela presteza e interesse com que participaram da pesquisa exploratória internacional.

Aos colegas da Rede Brasileira de Medições em Química pela intensa participação na pesquisa exploratória nacional.

Ao Fernando e Marília Ponçano pelas discussões e apoio na elaboração de gráficos.

À Maria Isabel P. Crellis e Waldir L. Ponçano pelo apoio carinhoso.

A todos os familiares, colegas e amigos que estiveram próximos nesta e em outras etapas de minha carreira profissional, numa demonstração de amizade e companheirismo, confortando e iluminando os caminhos, nem sempre fáceis de serem trilhados.

ESTUDO DE ORGANIZAÇÃO EM REDE NA METROLOGIA EM QUÍMICA

Vera Maria Lopes Ponçano

RESUMO

Esta pesquisa tem por objetivo identificar benefícios e incrementar o grau de compreensão relativo à operação e desempenho de sistema em redes na área de metrologia em química. O seu desenvolvimento compreende a identificação de fatores de influência e dimensões de aprimoramento. A pesquisa experimental foi conduzida por meio de *estudo de caso múltiplo*, compreendendo experiência nacional e internacional, o qual foi desenvolvido por meio de questionários e entrevistas com 33 pesquisadores de nível sênior, membros da Rede Brasileira de Medições em Química (anteriormente denominada Programa Brasileiro de Metrologia em Química) e 58 gestores da área de metrologia em química de 54 instituições de 46 países principalmente as signatárias da Convenção do Metro. Concluiu-se que atuações cooperativas como redes são especialmente benéficas. Este fato ocorre principalmente em função da diversidade de demandas existentes em MQ. Em rede, essas demandas podem ser resolvidas com menos investimentos e prazos adequados, usando equipamentos e especialistas nacionais, seguindo padrões globais. Entretanto, a gestão de sistemas em rede requer uma visão cuidadosa de todos os fatores que afetam o seu desempenho e manutenção, incluindo aqueles necessários ao seu aprimoramento. Futuras pesquisas são necessárias para validar estes resultados, aplicando-os em outros sistemas em rede. Adicionalmente, estudos complementares devem ser feitos para identificar o “peso” dos fatores de influência na rede e a relação entre eles usando modelos matemáticos como técnicas de modelagem. Também experiência práticas como as apresentadas neste estudo podem ser aplicadas no desenvolvimento de teorias como a *Actor Network Theory*.

STUDY ON NETWORK ORGANIZATION IN CHEMICAL METROLOGY

Vera Maria Lopes Ponçano

ABSTRACT

This research is focused on identifying the benefits and to increase the amount of understanding associated with operation and performance of a network system focusing on chemical metrology. Its development comprised the identification of factors of influence and dimensions of improvement. The experimental research was conducted through a *multiple case study* that included national and international experiences developed through interviews and questionnaires with 33 senior researchers from the Brazilian Network for Chemical Measurements (formerly known as the Brazilian Program on Metrology in Chemistry) and 58 managers of chemical metrology area from 54 institutions in 46 countries that were mainly signatories to the Metre Convention. The conclusion that cooperative actuation like networks are especially beneficial. This is because the diversity of current demands for chemical metrology. In a network, these demands can be resolved with less investment, in a timely manner, using national specialist and equipment, and following global standards. However, management of such a network system requires careful oversight of all factors that affect its performance and maintenance, including those factors needed for its improvement. Future researchers are needed to validate these results, applying them to other network systems. In addition, complimentary studies should be done to identify the "weight" of the influencing factors to networks and the relation among them using mathematics models such as modeling techniques. Also practical experiences like the ones presented in this study can be applied in the development of theories like the *Actor Network Theory*.

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO	26
1.1 Fatores relevantes no desempenho de redes	28
1.2 Produtos metrológicos em química	29
1.2.1 Rastreabilidade.....	29
1.2.2 Materiais de referência certificados	30
1.2.3 Programas de comparação interlaboratorial.....	31
1.2.4 Métodos primários e métodos validados	31
1.2.5 Normas técnicas, ISO Guias e publicações técnico-científicas	32
1.2.6 Treinamento	33
1.2.7 Disseminação da rastreabilidade.....	33
1.3 Área de estudo: metrologia em química	34
1.4 Justificativa de atuação em redes em metrologia em química	35
1.5 Atuação em rede	41
1.6 Objetivos	42
1.7 Contribuições.....	42
1.8 Abordagem metodológica.....	42
1.8.1 Revisão bibliográfica	43
1.8.2 Tipo de pesquisa	43
1.8.3 Escopo da pesquisa	43
1.8.4 Método analítico	44
1.8.5 Síntese das etapas.....	45
1.9 Delimitação do estudo	46
1.10 Estrutura do trabalho	47
2 CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA	49
2.1 Competitividade.....	49
2.1.1 Conceitos da competitividade.....	49
2.1.2 Cooperação	51
2.2 Qualidade	52
2.2.1 Globalização.....	52

2.2.2 Medições	55
2.2.3 Sistemas nacionais de medição	56
2.2.4 Cenário internacional.....	56
2.2.5 Arranjo de reconhecimento mútuo.....	56
2.2.6 Sistema metrológico nacional.....	57
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	65
3.1 Parte A – Competências.....	65
3.1.1 Definições e conceitos.....	65
3.1.2 Conhecimento disponível e absorção do conhecimento	66
3.1.3 Competências em redes de metrologia em química.....	69
3.2 Parte B – Redes	70
3.2.1 Conceitos.....	71
3.2.2 Teoria dos atores em rede.....	73
3.2.3 Pólos de redes.....	75
3.2.4 Morfologia de redes.....	76
3.2.5 Sub-redes	77
3.2.6 Critérios para classificação de redes.....	77
3.2.7 Tipos redes.....	78
3.2.7.1 Rede de Grandori e Soda (1995)	78
3.2.7.2 Rede de Callon et al (2002).....	79
3.2.7.3 Rede de Larédo (1998)	79
3.2.7.4 Rede ONSA – um exemplo	80
3.2.8 Cooperação e competitividade em redes	81
3.2.8.1 Aspectos gerais	82
3.2.8.2 Aspectos sociológicos	83
3.2.8.3 Aspectos regionais	84
3.2.9 Requisitos de redes.....	84
3.2.10 Estruturas sociais	85
3.2.10.1 Construção social e interfaces.....	85
3.2.10.2 Impregnação.....	86
3.2.10.3 Vazio estrutural e conectores	87
3.2.11 Fatores de manutenção.....	88

	Página
3.2.11.1 Princípios.....	89
3.3 Gestão em redes	90
3.4 Avaliação e monitoramento	93
3.5 Síntese analítica dos fatores de influência	94
3.5.1 Fatores de críticos de influência no ambiente externo	95
3.5.2 Fatores críticos de influência no ambiente interno	97
3.5.3 Hipóteses.....	99
4 REDE DO PROGRAMA BRASILEIRO DE METROLOGIA EM QUÍMICA.....	104
4.1 Objetivos do PBMQ.....	104
4.1.1 Geral.....	105
4.1.2 Específicos	105
4.2 Fases e apoio financeiro	106
4.3 Participantes da rede PBMQ	107
4.4 Estratégias e gestão da rede PBMQ	110
4.5 Posicionamento do PBMQ no sistema metrológico brasileiro	111
4.6 Resultados.....	112
4.6.1 Identificação de demandas por materiais de referência	112
4.6.2 Levantamento preliminar da capacitação laboratorial no País	113
4.6.3 Disseminação da cultura metrológica.....	114
4.6.4 Representação e interação internacional	115
4.6.5 Participação em programas de comparação interlaboratoriais Internacionais	117
4.6.6 Estruturação e desempenho da sub-rede de provedores de Pls.....	118
4.6.7 Estruturação e desempenho da sub-rede de produtos de MRCs.....	118
4.6.8 Estruturação e desempenho da sub-rede de normalização	119
4.6.9 Estruturação e desempenho da sub-rede de Laboratórios de Alta Competência Metrológica em Técnicas Específicas (LACMTEs)	120
4.6.10 Formalização das atividades	120
4.7 Resumo qualitativo dos resultados do PBMQ	121
4.8 Avaliação da rede PBMQ	121
5 PESQUISA EXPLORATÓRIA.....	122
5.1 Pesquisa nacional interna	122

5.1.1 Objetivo	122
5.1.2 Metodologia	123
5.1.3 Método de coleta de dados	124
5.1.4 Amostra	124
5.1.5 Resultados.....	125
5.1.6 Outros fatores.....	127
5.1.7 Síntese qualitativa dos fatores de influência identificados.....	128
5.2. Pesquisa nacional externa	129
5.2.1 Objetivos.....	129
5.2.2 Metodologia	130
5.2.3 Método de coleta de dados	130
5.2.4 Amostra	131
5.2.5 Resultados.....	131
5.2.6 Análise quantitativa do PBMQ realizada pelos participantes.....	132
5.2.7 Análise qualitativa do PBMQ realizada pelos participantes.....	136
5.2.8 Análise da pesquisa realizada junto ao CNPq.....	140
5.3 Pesquisa internacional	143
5.3.1 Objetivo	144
5.3.2 Método analítico	144
5.3.3 Método de coleta de dados	144
5.3.4 Amostra	145
5.3.5 Resultados.....	148
5.3.5.1 Entrevistas realizadas	148
5.3.5.2 Questionários respondidos.....	154
6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	167
6.1 Objetivo 1 – Identificar caráter benéfico de redes	168
6.1.1 Estudos da literatura.....	169
6.1.1.1 Qualidade e medições em MQ	169
6.1.1.2 Aspectos benéficos em redes.....	170
6.1.2 Estudo de caso nacional – pesquisa interna e externa	172
6.1.3 Estudo de caso.....	174
6.1.3.1 Fatos e depoimentos	178

6.1.3.2 Posicionamento de países com sistemas descentralizados em MQ diante do índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e Índice de Competitividade Global (ICG).....	181
6.1.4 Síntese dos benefícios de atuação em redes de MQ.....	184
6.2 Objetivo 2 – Identificar os fatores de influência na atuação em redes.....	185
6.2.1 Pesquisa bibliográfica.....	186
6.2.2 Estudo de caso nacional – rede PBMQ.....	189
6.2.3 Estudo de caso nacional – pesquisa interna e externa	191
6.2.4 Estudo de caso internacional.....	193
6.2.5 Síntese dos fatores de influência no desempenho de redes em MQ	194
6.3 Objetivo 3 – Dimensão de aprimoramento na atuação em redes.....	195
6.3.1 Pesquisa nacional externa.....	196
6.3.1.1 Recomendações: aspectos internos.....	197
6.3.1.2 Recomendações: aspectos externos.....	198
6.3.2 Estudo de caso nacional – pesquisa interna	199
6.3.3 Estudo de caso internacional.....	200
6.4 Síntese das constatações relativas à pesquisa teórica e Experimental.....	201
6.4.1 União de competências laboratoriais.....	202
6.4.2 Benefícios em rede de MQ.....	202
6.4.3 Fatores de influência em redes	204
6.4.4 Aprimoramento de gestão em redes de MQ.....	205
7 CONCLUSÃO	207
7.1 Objetivo específico 1 e hipótese 1.....	207
7.1.1 Pesquisa internacional	208
7.1.2 Pesquisa nacional	210
7.1.3 Resumo dos benefícios.....	210
7.1.4 Observações finais.....	211
7.2 Objetivo 2 e hipótese 2.....	212
7.2.1 Fatores convergentes com a Teoria dos Atores em Rede	213
7.2.2 Resumo dos fatores indetificados na pesquisa exploratória.....	214
7.2.2.1 Fatores internos à rede	214

7.2.2.2 Fatores externos à rede	215
7.3 Objetivo 3 e hipótese 2.....	216
7.3.1 Fatores internos à rede	217
7.3.2 Fatores externos à rede	219
7.4 Contribuição da pesquisa	219
7.4.1 Aspectos práticos	219
7.4.1.1 Em nível nacional	219
7.4.1.2 Em nível internacional	220
7.4.2 Aspectos teóricos	221
7.5 Limitações	221
7.6 Proposta para futuros desenvolvimentos	222
7.6.1 Validação dos resultados	222
7.6.2 Pesquisas complementares.....	223
7.6.3 Pesquisas posteriores	223
7.6.3.1 Modelagem de redes pela Lógica Fuzzy	224
7.6.3.2 Simulação de funcionamento por meio de redes neurais artificiais.....	224
7.6.4 Aprofundamento da análise da Teoria dos Atores em Redes	224
7.6.5 Índice de Desenvolvimento Humano e Índice de Competividade	
Global	225
APÊNDICES	227
APÊNDICE A – Participantes do PBMQ por Tipo de Atividade.....	228
APÊNDICE B – Identificação de Necessidades por Materiais	
de Referência	231
APÊNDICE C – Identificação de Competências Laboratoriais.....	233
APÊNDICE D – Participação de Organismos Internacionais nas Atividades	
do PBMQ	236
APÊNDICE E – Pesquisa Nacional Interna – Questionário.....	238
APÊNDICE F – Pesquisa Nacional Interna – Resultados	241
APÊNDICE G – Pesquisa Internacional – Questionário	280
APÊNDICE H – Redes Internacionais: Alemanha e Tailândia	283
APÊNDICE I – Pesquisa Internacional – País e Instituto	292

APÊNDICE J – Pesquisa Internacional – Relação de Área, Habitantes, PIB e Produtos de Exportação	295
APÊNDICE K – Pesquisa Internacional – Convenção do Metro e Lei de Pesos e Medidas	298
APÊNDICE L – Pesquisa Internacional – Tipo de Sistema Metrológico e Disseminação.....	300
APÊNDICE M – Pesquisa Internacional – Responsabilidade pelo Sistema Metrológico e Fatores de Influência	303
APÊNDICE N – Pesquisa Internacional – Participação em Organização Metrológica Regional e Desempenho	307
ANEXOS	311
ANEXO A – Pesquisa Nacional Externa – Questionário	312
ANEXO B – Pesquisa Nacional Externa – Resultados.....	314
ANEXO C – Pesquisa Nacional Externa – Questionário MCT/CNPq.....	317
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	319

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1 – Evolução histórica da qualidade no Brasil	53
TABELA 2 – Relação de participantes em projetos do PBMQ nas Fases I e II.....	107
TABELA 3 – Evolução da participação do PBMQ por Estado	108
TABELA 4 – Disseminação do PBMQ no País e no exterior.....	115
TABELA 5 – Síntese dos fatores de influência indicados pelas instituições Participantes.....	125
TABELA 6 – Dimensão “objetivos e estratégia” – pontos forte e fracos.....	137
TABELA 7 – Dimensão “estrutura organizacional e operação” – pontos fortes e fracos.....	137
TABELA 8 – Dimensão “recursos” – pontos fortes e fracos	139
TABELA 9 – Dimensão “resultados” – pontos fortes e fracos	140
TABELA 10 – Valores médios atribuídos pelo CNPq	141
TABELA 11 – Rede alemã em MQ: formação, atuação e ministérios.....	151
TABELA 12 – Roteiro analítico para verificação do alcance dos objetivos e comprovação das hipóteses.....	168
TABELA 13 – Benefícios em redes encontrados na literatura.....	171
TABELA 14 – Síntese dos aspectos benéficos apontados pelos participantes do estudo de caso nacional – pesquisa interna e externa.....	174
TABELA 15 – Classificação dos países de acordo com o IDH (2006) e ICG (2006/2007).....	183
TABELA 16 – Síntese dos benefícios de atuação em redes	185
TABELA 17 – Fatores de influência no desempenho de redes conforme a Literatura	187
TABELA 18 – Fatores de influência em redes indentificados na pesquisa Exploratória	194
TABELA 19 – Dimensões de aprimoramento à rede PBMQ – pesquisa nacional Externa	199

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1 – Áreas de aplicação da metrologia em química	39
FIGURA 2 – Fluxograma de relacionamento de laboratórios com o CCQM	40
FIGURA 3 – Síntese das etapas previstas na pesquisa.....	46
FIGURA 4 – Análise competitiva	50
FIGURA 5 – Mercados de atuação de metrologia em química	64
FIGURA 6 – Princípios de redes	89
FIGURA 7 – Síntese dos fatores de influência no desempenho de redes.....	98
FIGURA 8 – Síntese da pesquisa realizada	102
FIGURA 9 – Distribuição dos participantes do PBMQ por estado.....	109
FIGURA 10 – Estrutura de gestão do PBMQ	110
FIGURA 11 – Posicionamento do PBMQ na estrutura do País.....	112
FIGURA 12 – Dinâmica de interação internacional do PBMQ.....	117
FIGURA 13 – Atividades e resultados do PBMQ	121
FIGURA 14 – Ilustração dos fatores de maior influência.....	126
FIGURA 15 – Síntese qualitativa dos fatores de influência.....	128
FIGURA 16 – Resultados dos questionários individuais	132
FIGURA 17 – Valores atribuídos à dimensão “objetivos e metas” da rede PBMQ.....	133
FIGURA 18 – Valores atribuídos à dimensão “estrutura organizacional e operação” da rede PBMQ.....	134
FIGURA 19 – Valores atribuídos à dimensão “recursos” da rede PBMQ.....	135
FIGURA 20 – Valores atribuídos à dimensão “resultados” da rede PBMQ	136
FIGURA 21 – Distribuição geográfica dos países respondentes da pesquisa internacional	148
FIGURA 22 – Posicionamento da rede alemã em MQ na estrutura metrológica do país.....	150
FIGURA 23 – Tipo de instituição consultada.....	155
FIGURA 24 – Participação na convenção do Metro.....	155

Página

FIGURA 25 – Vinculação a ministérios	156
FIGURA 26 – Países: distribuição por área km ²	156
FIGURA 27 – Países habitantes por milhão (M).....	157
FIGURA 28 – Produtos de exportação	157
FIGURA 29 – Tipos de sistema adotado em MQ	158
FIGURA 30 – Tipo de sistema e PIB por habitantes	159
FIGURA 31 – Existência de leis de pesos e medidas	159
FIGURA 32 – Participação de OMRS.....	160
FIGURA 33 – Tipos de OMRS	160
FIGURA 34 – Participação de OMR em MQ	161
FIGURA 35 – Disseminação de rastreabilidade com cooperações	162
FIGURA 36 – Fatores de influência – total	162
FIGURA 37 – Fatores de influência – centralizado.....	163
FIGURA 38 – Fatores de influência – descentralizado.....	164
FIGURA 39 – Fatores de influência comuns – centralizados e Descentralizados	164
FIGURA 40 – Indicadores de desempenho.....	165
FIGURA 41 – Tipos de indicadores de desempenho	166
FIGURA 42 – Atendimento de demandas em MQ por capacitações técnico - científicas nacionais	202
FIGURA 43 – Benefícios possíveis numa atuação em redes.....	203
FIGURA 44 – Fatores que influenciam o desempenho de redes em MQ.....	204
FIGURA 45 – Dimensões consideradas no aprimoramento de redes em MQ ...	205

LISTA DE SIGLAS

ABIMAQ/SINDIMAQ	– Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos/Sindicato Nacional da Indústria de Máquinas
ABIQUIM	– Associação Brasileira da Indústria Química
ABNT	– Associação Brasileira de Normas Técnicas
AEA	– Associação Brasileira de Engenharia Automotiva
AGA	– AGA S.A
ANT	– Actor-Network Theory
ANVISA	– Agência Nacional de Vigilância Sanitária
APMP	– Asia Pacific Metrology Programme
AQS	– Accreditation and Quality Assurance
ARM	– Arranjo de Reconhecimento Mútuo
BAM	– Federal Institute for Materials Research and Testing
BERM	– International Symposium on Biological and Environmental Reference Materials
BIM	– Bulgarian Institute of Metrology
BIPM	– Bureau International des Poids et Mesures
BVL	– Federal Office of Consumer Protection and Food Safety
CAC	– Codex Alimentarius Commission
CBC	– Comitê Brasileiro de Certificação
CBM	– Comitê Brasileiro de Metrologia
CBTC	– Comitê de Coordenação de Barreiras Técnicas ao Comércio
CCAB	– Comitê Codex Alimentarius do Brasil
CCQM	– Comité Consultatif pour la Quantité de Matière/Comitê Consultivo para Quantidade de Matéria

CDTN	- Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear
CEFET	- Centro Federal de Educação Tecnológica
CEM	- Centro Español de Metrología
CEN	- Comité Européen de Normalisation/European Committee for Standardization
CENAM	- Centro Nacional de Metrologia
CERI	- Chemicals Evaluation and Research Institute
CERTI	- Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras
CETEC	- Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais
CETEM	- Centro de Tecnologia Mineral
CETESB	- Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CIENTEC	- Fundação de Ciência e Tecnologia
CIPM	- Comité International des Poids et Mesures/ International Committee for Weight and Measures/ Comitê Internacional de Pesos e Medidas
CIPM-MRA	- Mutual Recognition Arrangement of the International Committee for Weight and Measures
CITAC	- Co-Operation on International Traceability in Analytical Chemistry
CMA	- Comissão de Meio Ambiente
CMC	- Calibration and Measurement Capabilities
CMI	- Czech Metrology Institute
CMQIQP	- Comitê de Metrologia em Química para a Indústria Química Paulista
CNEC	- Comisión Chilena de Energia Nuclear
CNEN	- Comissão Nacional de Energia Nuclear
CNEN/LAPOC	- Comissão Nacional de Energia Nuclear/Laboratório de Poços de Caldas
CNI	- Confederação Nacional da Indústria
CNN	- Comitê Nacional de Normalização
CNPq	- Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

COMAR	- Code d'Indexation des Matériaux de Reference
CONACRE	- Comitê Nacional de Credenciamento
CONMETRO	- Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
COMGÁS	- Companhia de Gás de São Paulo
COPANT	- Comissão Panamericana de Normas Técnicas
COPERSUCAR	- Cooperativa de Produtos de Cana, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo
CPqD	- Fundação Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações
CSIR	- Council for Scientific and Industrial Research
CTG	- Centro de Tecnologia e Geociências
CTGÁS	- Centro de Tecnologia de Gás
CTM	- Centro Tecnológico da Marinha
CTNbio	- Comissão Técnica Nacional de Biosegurança
DAMF	- The Danish Accreditation and Metrology Fund
DFM	- Danish Institute of Fundamental Metrology
DGKC	- United German Society for Clinical and Laboratory Medicine
DGKL	- Deutsche Vereinte Gesellschaft für Klinische Chemie und Laboratoriumsmedizin
DGKM	- German Society for Clinical Chemistry
DKD	- German Calibration Service
DSQA	- Department of Standards and Quality Assurance
EC	- European Commission
ENAAL	- Congresso Latino Americano de Analistas de Alimentos
EUROMET	- European Collaboration in Measurement Standards
FAPESP	- Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
FC	- Fundación Chile

FIESP	– Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
FMI	– Finnish Meteorological Institute
GATT	– Acordo Geral sobre Tarifas e Comércio
GIREDMET	– State Research Institute for Rare Metals
GL	– Government Laboratory
GT	– Grupo de Trabalho
GTE	– Grupo Técnico Executivo
HRT	– High Resolution Technology
IAF	– International Accreditation Forum
IAL	– Instituto Adolfo Lutz
IANORQ	– Instituto Angolano de Normalização e Qualidade
IBMETRO	– Instituto Boliviano de Metrologia
IBP	– Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis
ICG	– Índice de Competitividade Global
IDH	– Índice de Desenvolvimento Humano
IEN	– Instituto de Energia Nuclear
IFFC	– International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine
ILAC	– International Laboratory Accreditation Cooperation
IMN	– Instituto Metrológico Nacional
INCQS	– Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde
INDECOPI	– Instituto de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual
INEN	– Instituto Ecuatoriano de Normalización
INMETRO	– Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
INN	– Instituto Nacional de Normalización
INPL	– National Physical Laboratory of Israel

INRIM	– Instituto Nazionale di Ricerca Metrologica/National Institute of Metrological Research
INT	– Instituto Nacional de Tecnologia
INTEC	– Corporación de Investigaciones Tecnológicas
INTI	– Instituto Nacional de Tecnologia Industrial
IPEM	– Instituto de Pesos e Medidas
IPEN	– Instituto de Pesquisa Energéticas e Nucleares
IPQ	– Instituto Português da Qualidade
IPT	– Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo
IRD	– Instituto Radioproteção e Dosimetria
IRMM	– Institute for Reference Materials and Measurements
ISO	– International Organization for Standardization
ISO-REMCO	– International Organization for Standardization-Committee on Reference Materials
ITA	– Instituto Tecnológico de Aeronáutica
ITAL	– Instituto de Tecnologia de Alimentos
ITEP	– Instituto de Tecnologia de Pernambuco
ITRI	– Center for Measurement Standards
JCTLM	– Joint Committee for Traceability in Laboratory Medicine
KCDB	– Key Comparison Data Base
KEBS	– Kenya Bureau of Standards
KRISS	– Korea Research Institute of Standards and Science
LACMTE	– Laboratório de alta Competência Metrológica em Técnicas Específicas
LANAMET	– Laboratório Nacional de Metrologia
LATU	– Laboratório Tecnológico del Uruguay
LGC	– Laboratory of the Government Chemist
LNE	– Laboratoire National de Métrologie et d'Essais

MAPA	– Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MAPA/LACQSA	– Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/ Laboratório de Controle de Qualidade e Segurança Alimentar
MAPA/LANAGRO	– Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/ Laboratório Nacional Agropecuário
MCT	– Ministério da Ciência e Tecnologia
METAS	– Federal Office of Metrology
MIKES	– Mittatekniikan Keskus/Centre for Metrology and Accreditation
MITUTOYO	– Mitutoyo Sul Americana Ltda
MQ	– Metrologia em Química
MR	– Material de Referência
MRA	– Mutual Recognition Arrangement
MRC	– Material de Referência Certificado
MSL	– Measurement Standard Laboratory, New Zealand
MSLNZ	– Measurement Standards Laboratory of New Zealand
NARL	– National Analytical Reference Laboratory
NATA	– National Association of Testing Authorities
NIM	– National Institute of Metrology, China
NIMC	– National Institute of Material and Chemical Research, Japan
NIMT	– National Institute of Metrology Thailand
NIS	– National Institute for Standards
NIST	– National Institute of Standards and Technology
Nmi	– Netherlands Meetinstituut
NMIA	– National Measurement Institute, Australia
NMIJ	– National Metrology Institute of Japan
NML	– National Metrology Laboratory
NMLSA	– National Metrology Laboratory of South Africa

NMS	– Norwegian Metrology Service
NPL	– National Physical Laboratory
NPLI	– National Physical Laboratory of India
NRC-INMS	– National Research Council of Canada - Institute for National Measurement Standards
NRCCRM	– National Research Centre for Certified Reference Materials
MU LEOBEN	– Montanuniversität Leoben/University of Leoben
OCC	– Organismo de Certificação Credenciado
OEA	– Organização dos Estados Americanos
OMC	– Organização Mundial do Comércio
OMH	– National Office of Measurement
OMR	– Organização Metrológica Regional
ONSA	– Organização para Seqüenciamento e Análise de Nucleotídeos
PADCT	– Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico
PADCT/TIB	– Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico/Tecnologia Industrial Básica
PBMQ	– Programa Brasileiro de Metrologia em Química
PENSALAB	– Metrohm Pensalab Instrumentação Analítica Ltda
PETROBRÁS	– Petróleo Brasileiro S.A.
PETROBRÁS/CENPES	– Petróleo Brasileiro S.A./Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello
PIB	– Produto Interno Bruto
PIs	– Programas de Comparação Interlaboratoriais
PMR	– Produtor de Materiais de Referência
PNM	– Plano Nacional de Metrologia
PPC	– Paridade do Poder de Compra
PPI	– Provedor de Programas Interlaboratoriais
PTB	– Physikalisch-Technisch Bundesanstalt

PUC/RJ	- Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
RBC	- Rede Brasileira de Calibração
RBLE	- Rede Brasileira de Laboratórios e Ensaios
RBME	- Rede Baiana de Metrologia
RBMLQ	- Rede Brasileira de Metrologia Legal e Qualidade
REBLAS/ANVISA	- Rede Brasileira de Laboratórios Analíticos em Saúde/Agência Nacional de Vigilância Sanitária
REDETEC	- Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro
RMAL	- Rede Metrológica de Alagoas
RMCE	- Rede Metrológica do Ceará
REMEPE	- Rede Metrológica de Pernambuco
REMESP	- Rede Metrológica do Estado de São Paulo
REQARJ	- Rede de Química Analítica do Rio de Janeiro
RMMG	- Rede Metrológica de Minas Gerais
RMRS	- Rede Metrológica do Rio Grande do Sul
RPMe	- Rede Potiguar de Metrologia
RPME	- Rede Paranaense de Metrologia e Ensaios
SABESP	- Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SADCMET	- Southern Africa Cooperation on Metrology
SBM	- Sociedade Brasileira de Metrologia
SCMQ	- Subcomitê de Metrologia em Química
SEBRAE	- Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SECTI	- Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação
SENAI	- Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SENAI/CETIND	- Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial/Centro de Tecnologia Industrial Pedro Ribeiro
SENCAMER	- Servicio Autónomo nacional de Normalización, Calidad, Metrologia y Reglamentos Técnicos

SI	– Sistema Internacional de Unidades
SIM	– Sistema Interamericano de Metrologia
SIM	– Slovak Institute of Metrology
SIM-CMWG	– Sistema Interamericano de Metrologia–Chemical Metrology Working Group
SINCOQUIM	– Sindicato do Comércio Atacadista de Produtos Químicos para a Indústria de Lavoura no Estado de São Paulo
SINDIMAQ	– Sindicato Nacional da Indústria de Máquinas
SINMETRO	– Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
SINPROQUIM	– Sindicato das Indústrias de Produtos Químicos para Fins Industriais e de Petroquímica no Estado de São Paulo
SLBS	– Saint Lucia Bureau of Standards
SMU	– Slovenský Metrologický Ústav
SOM	– State Office for Metrology
SP	– Swedish National Testing and Research Institute
STI	– Secretaria de Tecnologia Industrial
TBG	– Transportadora Brasileira Gasoduto Bolívia-Brasil S.A.
TBT	– Agreement on Technical Barriers to Trade
TECPAR	– Instituto de Tecnologia do Paraná
TELEBRAS	– Telecomunicações Brasileiras S.A
TIB	– Tecnologia Industrial Básica
TTBS	– Trinidad and Tobago Bureau of Standards
TUDelft	– Delft University of Technology
UBA	– Federal Environment Agency
UEM	– Universidade Estadual de Maringá
UFSC	– Universidade Federal de Santa Catarina
UFSCAR	– Universidade Federal de São Carlos

UgmbH	- Umweltbundesamt GmbH
UKAS	- United Kingdom Accreditation Service
UNESP	- Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"
UNICAMP	- Universidade Estadual de Campinas
USF	- Universidade São Francisco
USP	- Universidade de São Paulo
USP/FCF	- Universidade de São Paulo/Faculdade de Ciências Farmacêuticas
USP/CENA	- Universidade de São Paulo/Centro de Energia Nuclear na Agricultura
USP/IQ	- Universidade de São Paulo/Instituto de Química
USP/IQSC	- Universidade de São Paulo/Instituto de Química de São Carlos
VARIAN	- Varian Indústria e Comércio Ltda
VDI	- Associação Técnica Brasil-Alemanha
WADA	- World Anti-Doping Agency
WHO	- World Meteorological Organization
WM	- White Martins
WMO	- International Meteorological Organization

1 INTRODUÇÃO

Um dos fatores indutores para o início deste trabalho foi o de expressar, de forma sistemática, idéias e fatos vivenciados durante muitos anos em projetos profissionais desenvolvidos em conjunto com outras instituições, transformando-os em “objeto de estudo”. Desta maneira foi possível investigá-los sob outras perspectivas e dimensões, cotejando experiências práticas com fundamentos teóricos, visando gerar contribuições de ordem acadêmica e social.

Com essa preocupação e entendendo a relevância de se atuar em parceria, especialmente em áreas cujo desenvolvimento demanda capacitações diferentes, percebe-se que a gestão exerce um papel determinante na consolidação das atividades e conseqüente alcance dos objetivos.

Ao se tentar estabelecer um elo entre o conhecimento e as situações práticas existentes no ambiente tecnológico, observa-se a existência de particularidades que devem ser cuidadosamente tratadas para que haja efetividade nas ações integradas entre pessoas e grupos, principalmente quando estes são oriundos de organizações diferentes. Nesse ambiente, as configurações em rede podem assumir um papel fundamental.

Isaac Newton não atuou realmente sozinho ao criar a teoria da gravitação: ele precisou dos dados observados pelo astrônomo, John Flamsteed, do suporte das publicações da Royal Society e de seus membros (especialmente de Edmund Halley), assim como da geometria de Euclides, da astronomia de Kepler, da mecânica de Galileu, de salas, laboratórios do Trinity College, de um assistente para trabalhar no laboratório, da mística idéia de atuar à distância e muito mais, conforme Guarnieri (2005). O mesmo pode ser dito para projetos científicos ou tecnológicos.

Nesse cenário, considera-se como uma importante contribuição a identificação dos benefícios decorrentes da atuação em formas cooperativas como rede, que tenham por base o conhecimento técnico-científico formado pela conjugação de competências, tanto em recursos humanos como em infraestrutura material e institucional. Adicionalmente, para o sucesso desse tipo de gestão é importante conhecer e analisar os fatores de influência e dimensões de aprimoramento que apóiem o desempenho de atividades cooperativas. Desta

forma, procura-se convergir para a efetividade das ações integradas entre pessoas e grupos oriundos de organizações diferentes.

A visão dos benefícios advindos da combinação de competências é evidenciada por vários autores e consistente com a de renomados historiadores como Toynbee, que relaciona o êxito de uma nação com a sua capacidade de utilizar e combinar adequadamente os seus recursos, satisfazendo aos anseios da sociedade.

Cada vez mais a tendência mundial é de agregar, somar e potencializar as competências disponíveis, procurando obter resultados no menor espaço de tempo e com o menor dispêndio financeiro possível. Em especial na área em estudo – metrologia em química – são muitas as necessidades de desenvolvimento tecnológico para atender as áreas ambientais, da saúde e da indústria.

Ações internacionais demonstram a relevância de se atuar em parceria, fato que ocorre não apenas em países com economia em desenvolvimento, mas também naqueles considerados de primeiro mundo, como apresentado na parte experimental desta pesquisa. Esse tema tem sido muito discutido, dado o impacto dessa área nos segmentos citados. Não existe uma forma única para o seu estabelecimento, e tampouco os modelos adotados em outras áreas podem ser simplesmente transpostos para a área de química.

Nesse contexto, a cooperação entre entidades, como em redes, situa-se no centro desta nova era, e deve fornecer maior orientação estratégica para inovação e criatividade, fato que vem ao encontro dos princípios que nortearam o estabelecimento do Programa Brasileiro de Metrologia em Química (PBMQ), ao final dos anos 1990. No decorrer de seu desenvolvimento, foi possível constatar que o caminho escolhido – de uso e aprimoramento das competências brasileiras – gera bons frutos e representa uma atitude de respeito à sociedade pelo reconhecimento de recursos valiosos existentes e pelo uso responsável dos aportes financeiros que advêm do governo em apoio à ciência e à tecnologia.

Atuar em redes na área em estudo significa realizar pesquisas, gerar produtos tecnológicos, disseminar o conhecimento, criar ambientes dinâmicos e sinérgicos, altamente especializados e atualizados; atuar segundo preceitos mundiais das melhores práticas metrológicas, com visão crítica do estado da prática e do estado da arte.

1.1 Fatores relevantes no desempenho de redes

Os fatores relevantes considerados nesta pesquisa são aqueles relacionados com o desempenho de redes, que afetam os seus resultados. Ao se agregar competências técnico-científicas de diferentes origens, é preciso identificar as melhores formas de conjugação das mesmas, para que numa atuação coletiva os objetivos comuns sejam alcançados.

Assim, ao se formatar modelos de gestão cooperativos, como redes, é importante qualificar e quantificar, tanto quanto possível, os fatores existentes quer sejam de caráter pessoal, social, tecnológico quer sejam acadêmico, financeiro e político. Aqueles que contribuem positivamente devem ser valorizados e os que têm ação oposta devem ser eliminados ou minimizados, aprimorando o sistema de gestão.

Alguns podem ser equacionados no âmbito da própria rede, como as relações interpessoais e interorganizacionais dos partícipes, competências, coordenação e geração dos produtos. Outros independem de qualquer ação interna. Neste caso são os fatores de influência existentes no meio externo, como as políticas, que se refletem no apoio financeiro e institucional em nível de Estado e na interação formal da rede com a sociedade.

Tanto no ambiente interno quanto no externo existem variáveis controláveis e não controláveis, cujos pontos fortes e fracos devem ser identificados. Também as ameaças e oportunidades de cada uma delas devem ser avaliadas. Essas variáveis influenciam o funcionamento da rede e a sua interação com o meio externo, devendo ser monitoradas em tempo real.

Nesta pesquisa são analisadas algumas dimensões que afetam os resultados de uma rede. Especificamente são destacados vantagens, motivações e cuidados a serem observados quando se atua sob essa formatação. Também são analisados aspectos de aprimoramento para a gestão da área em estudo.

O entendimento desses fatores e das oportunidades de melhoria é de grande valia em processos de gestão cooperativa, de forma a se obter os resultados esperados, que são os produtos metrológicos aplicados na área de química.

1.2 Produtos metrológicos em química

Neste trabalho a denominação “produtos metrológicos” engloba produtos, técnicas e atividades relevantes ao desenvolvimento da área como materiais de referência certificados, os programas de comparação interlaboratoriais, normas técnicas, ISO Guias e outras publicações técnico-científicas, métodos primários, métodos analíticos validados, treinamento, participação em fóruns técnico-científicos mundiais e a disseminação da rastreabilidade metrológica, com as incertezas inerentes a cada processo.

Muitos importadores exigem que serviços de calibração e de análises possuam certificados emitidos por laboratórios credenciados, cujos resultados estejam acompanhados das declarações de incerteza de medição e, ainda, que estejam referenciados a padrões nacionais ou internacionais que assegurem a sua rastreabilidade (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, 2007a).

Os conceitos e definições desses produtos metrológicos são descritos a seguir.

1.2.1 Rastreabilidade

Resultados analíticos comparáveis a qualquer tempo e lugar, que tenham a sua rastreabilidade estabelecida, de acordo com padrões internacionais, constituem uma forte base de apoio às transações comerciais e mesmo políticas. Para conseguir comparabilidade de resultados ao longo do tempo e do espaço, é essencial estabelecer um elo entre os resultados de medição, bem como das etapas individuais, a uma mesma referência estável ou uma medição padrão. Os resultados podem ser comparados com sua relação a essa referência comum (Ellison et al., 2003).

A rastreabilidade tem sido uma das exigências fundamentais requeridas nas transações comerciais, por estabelecer uma relação entre os resultados de medições e os valores de padrões de valor metrológico, claramente definidos, dentro de critérios aceitos internacionalmente.

1.2.2 Materiais de referência certificados

Dentre os mecanismos de apoio aos laboratórios na execução das análises laboratoriais encontram-se os Materiais de Referência (MRs) e os Materiais de Referência Certificados (MRCs), que podem ser considerados como padrões em química. Os materiais de referência não têm um certificado e nem sempre representam uma reprodução exata da unidade. Em várias áreas esses materiais desempenham a mesma função dos MRCs, preenchendo lacunas existentes. Porém, os MRCs posicionam-se em uma categoria superior à dos MRs.

Esses materiais são usados para o desenvolvimento e validação de métodos, calibração de equipamentos, controle de qualidade em sistemas de produção de bens e de materiais, atribuição de valores a materiais bem como para assegurar a integridade e a confiabilidade ao longo do tempo do processo de medição. Por essas funções, constituem-se em importante mecanismo para o estabelecimento da rastreabilidade metrológica.

Existe uma carência desses materiais em áreas estratégicas para a indústria, comércio, saúde e meio ambiente, ocasionada principalmente pela diversificação de materiais-matrizes, componentes e concentrações. Uma produção adequada, que supra as carências existentes, demanda especialidades técnico-científicas diferentes, tanto em recursos humanos quanto em infraestrutura laboratorial. Adicionalmente, são várias as dificuldades de importação, mesmo quando se dispõe em outros países dos MRCs nas especificações necessárias à indústria nacional.

Parte da demanda por esses materiais decorre de regulamentos governamentais, como a certificação da composição de alimentos em suporte ao controle de produtos, de acordo com os componentes identificados na rotulagem de etiquetas, tanto para alimentos comercializados no país quanto para os exportados, que devem considerar também a regulamentação do país que está adquirindo o insumo.

Esses materiais constituem-se em mecanismo de garantia de ligação entre as medições do laboratório e os sistemas nacionais e internacionais de medição, representando um papel importante na infra-estrutura metrológica. As necessidades por materiais de referência crescem na proporção direta do

desenvolvimento de novas tecnologias e de novos esforços, para a melhoria de qualidade de vida de toda população.

1.2.3 Programas de comparação interlaboratorial

Os Programas de Comparação Interlaboratoriais (PIs) têm por objetivo avaliar e demonstrar a confiabilidade dos resultados laboratoriais. A participação em PIs é uma atividade relevante para os laboratórios que permite a auto-avaliação, possibilitando a tomada de medidas corretivas eventualmente necessárias e a comprovação da competência perante autoridades, clientes ou pares, conforme Ponçano (2005).

A participação em PIs é requisito da norma NBR ISO/IEC 17025 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (2005) como forma de demonstrar proficiência ou compatibilidade de resultados. Outros benefícios podem advir da participação em PIs, como:

- melhoria da confiabilidade metrológica dos dados emitidos pelo laboratório;
- *benchmarking*;
- identificação da natureza dos desvios cometidos pelo laboratório (sistemáticos ou aleatórios);
- monitoramento de metodologias e de calibração dos equipamentos;
- detecção de necessidades de treinamento; e
- aprimoramento dos serviços prestados.

Resultados exatos e confiáveis, obtidos com base na adoção de ferramentas metrológicas, como os MRCs, PIs e avaliação entre pares, dão suporte à avaliação objetiva da competência em medições – o que torna essas ferramentas fundamentais na consolidação de acordos entre os países.

1.2.4 Métodos primários e métodos validados

Métodos primários são métodos de medição que possuem a mais elevada qualidade metrológica cuja execução pode ser completamente descrita e entendida. Nesses métodos a incerteza total pode ser expressa em termos do Sistema Internacional de Unidades (SI), cujos resultados são, portanto, aceitos sem referência a um padrão, da quantidade que está sendo medida (Milton; Quinn, 2001).

Podem ser considerados potencialmente como métodos primários os métodos gravimétricos, titulométricos, coulométricos, espectrometria de massas por diluição isotópica, abaixamento do ponto de congelamento, calorimetria e ressonância magnética nuclear - para faixas de concentração específicas. Nessas faixas eles podem servir como referência de ordem superior a outros métodos usados rotineiramente em laboratórios de controle, com os quais é realizada a maioria das análises.

Para métodos mais comuns e abrangentes, normalmente utilizados em laboratórios de controle tem sido enfatizada a importância da validação de métodos, que propicia uma garantia de qualidade metrológica nos resultados emitidos pelos laboratórios. Por esse processo é possível obter evidências de que os requisitos para aplicação do método foram atendidos, tais como precisão, especificidade, limite de detecção e de quantificação, linearidade, robustez e outros. Os MRCs desempenham um papel fundamental no processo de validação de métodos.

1.2.5 Normas técnicas, ISO Guias e publicações técnico-científicas

Norma técnica é um documento estabelecido por consenso e aprovado por um organismo reconhecido; no caso brasileiro, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Fornece, para uso comum e repetitivo, as regras, diretrizes e características para as atividades ou seus resultados, visando à obtenção de um ótimo grau de ordenação em um dado contexto (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2006).

A norma técnica proporciona maior facilidade e segurança nas trocas de informações entre o fornecedor e o consumidor, eliminando ruídos na comunicação entre ambos; cria padrões mínimos de qualidade, em respeito ao seu consumidor, aos novos mercados que pretende alcançar e, ainda, à imagem de sua empresa e seu setor industrial; promove a difusão tecnológica, consolidando e estabelecendo parâmetros consensuais entre os fornecedores, consumidores e a academia.

As comissões de estudos que trabalham em normas técnicas são importantes difusoras de tecnologia, pois reúnem agentes especializados nas mais diferentes matérias, que trocam, continuamente entre si, conhecimentos que são incorporados a cada um deles. Norma técnica tem ainda o mérito de provocar

a necessidade de capacitação tecnológica dos agentes envolvidos para buscar a melhoria do produto, dos processos, e da mão-de-obra nos centros e institutos de pesquisa (Instituto Nacional do Plástico, 2005).

ISO Guias são documentos semelhantes às normas técnicas que servem como recomendações, por exemplo, para a produção de MRCs, definindo conceitos e procedimentos.

Os desenvolvimentos na área de metrologia em química tomam por base as orientações, requisitos formais e embasamento técnico-científico proveniente das normas, ISO Guias e documentos como os gerados pela Co-operation on International Traceability in Analytical Chemistry (CITAC), Eurachem e International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC)

1 2.6 Treinamento

Neste item incluem-se as participações em eventos técnico-científicos, treinamento em outras instituições, participação em PIs e fóruns técnico-científicos relevantes na área, em nível nacional e internacional.

1.2.7 Disseminação da rastreabilidade

Este produto é visto sob duas perspectivas: a primeira relacionada com a rastreabilidade dos resultados das medições realizadas pelos laboratórios que, numa cadeia contínua e com as incertezas de cada etapa determinadas, relaciona-se com o desenvolvimento de MRCs ou métodos analíticos de primeira ordem nacionais ou internacionais, que requer instituições especializadas.

A segunda é tornar esses MRCs e métodos acessíveis à comunidade usuária, distribuindo-os e provendo orientações para o seu uso. Nesta segunda ação, o valor agregado é a veiculação desses MRCs e métodos que pode ser feita por meio de publicações em seminários, congressos e revistas especializadas, assim como pela realização de cursos e palestras oferecidos à comunidade usuária formada pelo parque industrial brasileiro, centros de pesquisa, universidades, laboratórios de ensaios e de calibração.

Os produtos só terão uso efetivo se alcançarem o seu destino final, que é onde de fato haverá um valor agregado, nos aspectos econômicos e sociais. Os resultados analíticos devem estar, sempre que possível, rastreados a um Instituto Metrológico Nacional (IMN), quer seja ao IMN do próprio país onde são gerados

quer seja ao de outros países que disponham das referências necessárias. É visível que a disseminação da rastreabilidade é mais abrangente quanto mais parceiros em áreas específicas estiverem envolvidos, sempre respeitando os requisitos metroológicos reconhecidos pela comunidade internacional.

Tanto sob a óptica do desenvolvimento de produtos metroológicos quanto de sua veiculação, é perceptível a necessidade de diversas especializações para atender a demanda dos diversos segmentos. Para melhor entendimento da área estudada nesta pesquisa, a seguir são apresentados definições e contextos relativos à metrologia em química.

1.3 Área de estudo: metrologia em química

A metrologia – ciência das medições – abrange todos os aspectos teóricos e práticos relativos às medições, qualquer que seja a incerteza, em todos os campos da ciência ou da tecnologia, conforme Vocabulário Internacional de Termos Fundamentais e Gerais de Metrologia do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (2007b).

Vários estudos nos últimos anos têm indicado que investimentos em medições têm sido muito elevados, majoritariamente no campo da química, principalmente em países industrializados, conforme Comité International des Poids et Mesures (2003), fazendo com que seja tema integrante da agenda do desenvolvimento de governos de muitos países.

É importante para todo país disseminar a cultura metroológica e ampliar a oferta de produtos metroológicos, possibilitando o aperfeiçoamento rápido e homogêneo de sua comunidade laboratorial.

As medições de grandezas físicas, como massa, tempo e comprimento, não dependem de matrizes e componentes específicos. Em química, encontra-se uma realidade diferente e é muito difícil, ou mesmo impossível, dispor de produtos metroológicos que atendam, de forma completa, às necessidades dessa área. Em decorrência, alguns conceitos teóricos estabelecidos, embora corretos e reconhecidos, mostram-se de difícil implantação prática (Golze, 2003).

Nessa área os produtos metroológicos, que apóiam a melhoria da capacidade analítica laboratorial, propiciam o necessário respaldo à obtenção de resultados confiáveis e exatos, conforme Ponçano et al. (2004a).

Sob a perspectiva de produtos metrológicos inovadores podem ser incluídos aqueles novos ou melhorados, que ultrapassaram a fase de desenvolvimento, alcançando a fase de comercialização, e que incorporaram benefícios decorrentes de P&D utilizados para sua obtenção (Associação Brasileira das Instituições de Pesquisa Tecnológica, 2005). Nesse caso, podem ser utilizados como indicadores o número de novos MRCs, aprimoramento da qualidade de resultados analíticos, número e tipo de publicações, patentes, rentabilidade, valor agregado, diminuição de falhas, tempo de produção e custo, conforme Tidd et al. (2001).

1.4 Justificativa de atuação em redes em metrologia em química¹

A criação de uma infra-estrutura na área de metrologia em química, que assegure a realização adequada de medições químicas de uma nação, tem sido reconhecida como uma necessidade do mundo moderno em um ambiente de economia global, de acordo com Plonski e Ponçano (2004).

Entretanto em muitas nações tal estrutura ainda não é uma realidade. E para seu estabelecimento devem ser considerados os aspectos particulares de cada país, como as áreas prioritárias, recursos, políticas, informação disponível, estratégias e modelos de gestão.

Não há um modelo único ou um modelo “correto”, cada nação tem a sua realidade, necessidades e expectativas. Entretanto, seja qual for a formatação, é visível a relevância de se atuar de forma cooperativa com instituições que detenham o conhecimento teórico e prático de segmentos da área química, viabilizando a geração e disseminação de produtos metrológicos.

Assim, para o adequado desenvolvimento e uso desses produtos é importante a integração de organizações como os provedores de programas interlaboratoriais, produtores de MRCs, institutos metrológicos, tecnológicos e outras instâncias governamentais, laboratórios de análise, órgãos regulatórios, organismos de acreditação e da garantia da qualidade, órgãos de defesa do consumidor, indústria e academia

O Comité International de Poids et Mesures (2003), relata que a ampla necessidade de medições comparáveis, rastreáveis e reconhecidas, assim como

¹ A partir desta citação, o termo “Metrologia em Química” será expresso como MQ.

de padrões e métodos nas diversas áreas da sociedade levaram à formação de novas redes de cooperação internacionais e intergovernamentais.

Em 2001 e 2002 foram assinados os *memoranda of understanding* e outros acordos com a Organização Mundial da Saúde, Organização Mundial da Meteorologia, Federação Internacional de Química Clínica e Laboratório de Medicina e o Laboratório Internacional de Cooperação e Acreditação. Para os próximos anos devem ser firmados acordos com a Agência Mundial Antidrogas e a Comissão do *Codex Alimentarius*.

Em 2002 uma nova atividade relacionada com a rastreabilidade em laboratórios de medicina foi iniciada pelas instituições Bureau International des Poids et Mesures (BIPM), International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (IFCC) e International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) e também com representantes de organizações de avaliação da qualidade, produtores de MRC e associações da indústria (*in vitro*), sob a denominação de Joint Committee for Traceability in Laboratory Medicine.(JCTLM).

O objetivo é apoiar em nível mundial o estabelecimento da comparabilidade, confiabilidade e equivalência de resultados de medição, visando à melhoria da saúde e ao estabelecimento de uma rede internacional de laboratórios de referência.

Nesse relatório do Comité International de Poids et Mesures (2003), é citada a extensão de requisitos para medições em novas áreas. A diversificação de atividades na área de metrologia em química é fato cada vez mais reconhecido, bem como o de que nenhum IMN é capaz de prover toda a faixa de medição e serviços no nível demandado, tornando essenciais formas de cooperação como rede.

É notória a recomendação contida nesse relatório de que os IMNs atuem de forma cooperativa, compartilhando custos de medição e evitando duplicações desnecessárias. Nesse aspecto as Organizações Metrológicas Regionais (OMRs) desempenham um papel importante, inclusive no apoio à composição e divulgação das competências no banco de dados do Mutual Recognition Arrangement of the International Committee fo Weights and Measures (CIPM-MRA).

A quantidade de MRCs existente no banco de dados internacional chamado Code d'Indexation des Matériaux de Reference (COMAR), gerenciado

pelo Federal Institute for Materials Research and Testing (BAM), expressa a grande diversidade de tipos necessários para atendimento da demanda na área.

Conforme consta nesse banco de dados, existem cerca de 11.000 tipos de materiais de referência certificados, provenientes de 200 produtores de 27 países (Code d'Indexation des Matériaux de Reference, 2007).

A adequada infra-estrutura para atender as necessidades da área de metrologia em química deve:

- assegurar a qualidade das exportações e facilitar o comércio quanto ao controle químico relativo à composição de produtos, identificação de contaminantes e resíduos, reduzindo os níveis de duplicação de medições e prevenindo a rejeição de produtos nacionais pelo não atendimento da qualidade necessária;
- controlar as especificações de produtos importados;
- aumentar a eficiência na produção industrial, com controles mais efetivos no processo, assegurando as condições de operação e monitorando a composição química e especificações do produto; e
- apoiar a inovação, o desenvolvimento industrial e as especificações para novos produtos, propiciando a base de medições necessária.

A infra-estrutura e conseqüentemente o sistema de gestão dessa área devem considerar aspectos que de fato permitam obter as respostas técnico-científicas e benefícios econômicos em nível satisfatório. Há diversas maneiras de se estabelecer modelos para desenvolver produtos metrológicos. Com maiores ou menores restrições decorrentes de leis, esses modelos situam-se entre dois pólos:

- centralizado assumido pelo IMN; e
- distribuído em tarefas que são executadas por organismos externos ao IMN.

E, sem dúvida, uma miríade de situações pode ser desenhada entre esses dois extremos.

Fazer tudo em um único instituto nessa área pode significar recriar e refazer o que já existe em outras organizações do país, fora do IMN. Em relação aos mecanismos de controle, apesar de maior facilidade que um IMN tem em deter o poder dessa área, são extremamente valiosas as interações e o uso de

competência de outras instituições e especialistas – que uma estrutura centralizada falharia ao deixar de usá-las. Por esse motivo, a maioria das economias tende em favor de arranjos menos centralizados (Asia-Pacific Metrology Programme, 2006).

O que se constata mundialmente é que formatações em rede têm propiciado respostas eficazes e eficientes, fazendo uso da infra-estrutura disponível em outras instituições do país. Esse fato se deve aos altos investimentos laboratoriais que seriam necessários para realizar todos os desenvolvimentos metrológicos em uma única instituição, além de precisar dispor de muitos recursos humanos treinados, para o domínio do conhecimento das diversas técnicas analíticas.

Cada técnica e suas respectivas conjugações apresentam especificidades que dependem das áreas de atuação em que são aplicadas, o que demanda um amplo espectro para atender os segmentos da indústria, saúde e meio ambiente. É relevante que o desenvolvimento dos produtos metrológicos atinja todos os usuários, chegando aos laboratórios prestadores de serviços cujos resultados são usados diretamente pela população, tornando efetivo o seu uso e a sua disponibilidade em toda a cadeia de usuários.

A diversificação das necessidades da área de metrologia em química evidencia a importância da participação de vários atores com papéis diferentes e complementares. A FIG.1 sintetiza as aplicações dos produtos metrológicos gerados nessa área cujo desenvolvimento demanda o domínio do conhecimento de diferentes tipos de materiais e métodos, fato que requer capacitações técnico-científicas específicas. Esses produtos diretamente relacionados com a confiabilidade e exatidão dos resultados emitidos por laboratórios geram um impacto direto no comércio e bem-estar social.

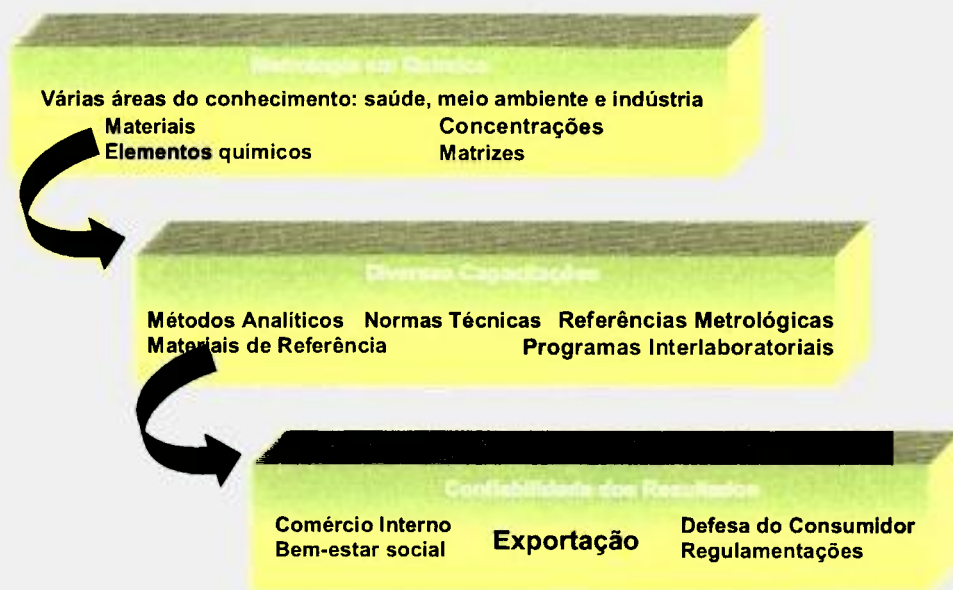


FIGURA 1 - Áreas de aplicação da metrologia em química
 Fonte: elaborado pela autora

Organizações participantes de redes nessa área facilitam o contato direto com outros grupos de especialistas e usuários e podem realizar a disseminação da rastreabilidade metrológica com maior amplitude do que a proveniente de um único órgão, fato que assume uma maior importância em países com grandes áreas, como o Brasil. O mesmo se pode dizer quanto à identificação de demandas nos vários setores que pode ser realizada de forma mais abrangente, contando com a participação de especialistas de cada segmento.

A importância da formalização da participação de organizações em rede, em áreas como a em estudo, no sistema metrológico deve ser lembrada, tanto pela clara identificação de sua função perante o mercado interno quanto pela possibilidade de participação nas atividades do mundo metrológico internacional.

No contexto mundial devem ser mencionadas as atividades relacionadas com o Comité Consultatif pour la Quantité de Matière (CCQM) e com as Organizações Metrológicas Regionais (OMR). A ligação a esses organismos deve ser feita pelo IMN de países membros ou associados ou por delegação em nível governamental, de acordo com o Mutual Recognition Arrangement (MRA).

Daí decorre a importância do reconhecimento e formalização de redes em MQ no sistema nacional.

O CCQM trata das questões da área de química e se constitui na instância executiva do Comité International des Poids et Mesures (CIPM), criado no âmbito da Convenção do Metro. Considerando-se as possibilidades de cooperação, em rede ou outras formas de parceria, a FIG.2 apresenta um fluxograma que faz a ligação das competências nacionais no mais alto nível internacional na área de química, compreendendo os laboratórios designados e instituições que podem atuar em parceria com o IMN na forma de redes, atendendo às necessidades de disseminação da rastreabilidade dos laboratórios que fazem controle de qualidade e pesquisa nos diversos segmentos da sociedade.

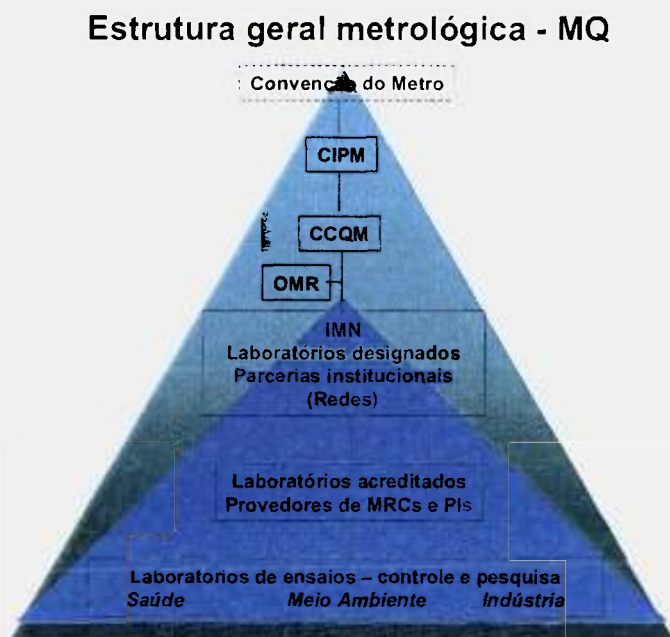


FIGURA 2 – Fluxograma de relacionamento de laboratórios com o CCQM
Fonte: elaborado pela autora

É importante citar que as atividades metrológicas dos institutos especialistas, que venham a participar de um sistema metrológico nacional requerem procedimentos, técnicas, conhecimentos e habilidades especiais, além daqueles normalmente adotados nas realizações de ensaios rotineiros.

Em muitas economias, o sistema reconhecido como de maior benefício social e econômico tem sido o modelo cooperativo. Nesse modelo o IMN atua em conjunto com outras organizações que têm especialidades específicas na área de química.

Por esses motivos, a alternativa de atuação em redes na área de metrologia em química tem se mostrado factível e vem sendo cada vez mais adotada. Também a convergência da evolução social e das tecnologias criou uma base para o desempenho de atividades em redes, em toda a estrutura social. A seguir são apresentadas noções sobre sistemas em rede utilizadas neste trabalho.

1.5 Atuação em rede

Em relações de cooperação como redes, é preciso identificar quem são os atores ou as unidades que participam e intervêm, como eles se relacionam e se comunicam, quem toma as decisões, quais são os objetivos (ou metas) tangíveis, ações e seus resultados, quais as responsabilidades e regras e como controlar o conjunto do processo e avaliar os resultados, segundo Thiollent (2004). Também Krebs e Holley (2002) sugerem “radiografar” os atores – pessoas, organizações, instituições e suas relações e interseções.

Processos de trabalho individualizados podem ser reintegrados nos resultados por meio de uma multiplicidade de tarefas interconectadas. Os fatores que influenciam o desempenho de arranjos organizacionais, como redes, estão vinculados aos processos de aprendizagem de indivíduos e organizações, por um lado, e aos processos de seleção, por outro, conforme Dosi e Castaldi (2002).

Dentre os vários conceitos e discussões encontrados na literatura, a Teoria dos Atores em Rede apresenta características que convergem com as existentes em redes na área de metrologia em química. Essa teoria tem o propósito de facilitar o entendimento de sistemas sóciotécnicos como ordens de negociação e o trabalho que cientistas e engenheiros desenvolvem na construção e manutenção de atividades em rede, conforme Latour (1999) e Callon (1992, 1995).

Para que haja sucesso no desempenho de redes, vários aspectos devem ser cuidadosamente observados. Sob essa óptica, neste trabalho são

analisados fatores relacionados com desempenho sob a configuração de redes, visando ao sucesso na geração de produtos metrológicos.

1.6 Objetivos

O objetivo geral da pesquisa é identificar benefícios e incrementar o grau de compreensão relativo à atuação em redes na área de metrologia em química. Para o alcance desse objetivo foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Objetivo específico 1: identificar os aspectos relacionados com os benefícios decorrentes da atuação em redes;
- Objetivo específico 2: verificar os fatores de influência no desempenho de redes; e
- Objetivo específico 3: identificar as dimensões de aprimoramento no desempenho de redes.

1.7 Contribuições

A proposta deste trabalho é gerar uma contribuição aos estudos relacionados com gestão em redes, propiciando maior compreensão sobre o tema. O desenvolvimento do estudo é feito em uma área estratégica, a de metrologia em química, em que a literatura é praticamente inexistente, assumindo este trabalho um caráter inovador.

Especificamente, esta pesquisa visa a propiciar uma contribuição prática aos estudos existentes, como os relacionados com a Teoria dos Atores em Rede. Os resultados obtidos também podem significar um apoio aos que atuam nessa área, em especial a seus gestores; além de gerar um cenário propício ao aprofundamento do tema por outros pesquisadores.

1.8 Abordagem Metodológica

Toda pesquisa científica é um movimento entre um referencial teórico e uma realidade, visando à produção de uma tecnologia voltada ao bem-estar ou à construção de uma História (Oliveira, 1998).

1.8.1 Revisão bibliográfica

Estudos existentes na literatura permitiram delinear benefícios, dificuldades, fatores de influência, estruturas e formas de gestão em redes associados ao seu desempenho, bem como possibilidades de aprimoramento. Nesta pesquisa, os dados encontrados em literatura foram associados com aqueles identificados na prática, de maneira a definir parâmetros que dêem suporte à gestão em rede na área em estudo.

1.8.2 Tipo de pesquisa

Foi realizada uma pesquisa exploratória para identificar fatores que influenciam processos de gestão em rede e relacionar aspectos tangíveis e intangíveis que afetam o resultado e conseqüentemente o sucesso das mesmas, em termos de geração e disseminação de produtos metrológicos.

Observa-se que a pesquisa exploratória é adequada quando a compreensão do fenômeno a ser investigado é incipiente ou existe pouca literatura disponível, conforme Mattar (1996). Neste trabalho, a fase exploratória teve por objetivo diagnosticar a realidade do campo de pesquisa e, a partir dele, estabelecer um levantamento da situação e dos problemas de primeira ordem, bem como definir os fatores em estudo, conforme os objetivos específicos e hipóteses propostas.

1.8.3 Escopo da pesquisa

Esta pesquisa foi desenvolvida em nível nacional por meio do estudo da rede do Programa Brasileiro de Metrologia em Química, analisada sob diferentes perspectivas. A esta pesquisa foi acrescentada uma abordagem internacional por meio de consultas aos responsáveis pela área em estudo dos países membros ou associados à Convenção do Metro, identificando fatores de influência no desempenho de redes, tendências e indicadores de gestão da área de metrologia em química.

1.8.4 Método analítico

O método empregado nesta pesquisa foi o de estudo de caso que, segundo Yin (2001), é adequado quando se pretende investigar o como e o porquê de um conjunto de eventos contemporâneos. Segundo esse autor, um estudo de caso investiga um fenômeno atual dentro de seu contexto de vida real, no qual os limites entre o fenômeno e o contexto não são claros e patentes, levando à utilização de múltiplas fontes de evidências.

Também são apontados propósitos aos quais os estudos de caso se aplicam, segundo Gil (1999), que são convergentes com esta pesquisa:

- explorar situações da vida real cujos limites não estão claramente definidos;
- descrever a situação do contexto em que está sendo feita a investigação; e
- explicar as variáveis causais de determinado fenômeno em situações muito complexas, que não possibilitam a utilização de levantamentos e experimentos.

Complementando, esta pesquisa enquadra-se no tipo de *estudo de caso múltiplo*, tomando por base Yin (1984). Este tipo de estudo permite avaliar experiências existentes em diferentes contextos, como adotado nesta pesquisa, tornando-a mais robusta. A sua aplicabilidade ocorre quando:

- as situações são contemporâneas, abrangentes e complexas;
- o fenômeno não pode ser estudado fora de seu contexto sem perda de utilidade da pesquisa;
- é necessário utilizar-se várias fontes para evidenciar os fatos; e
- não se possui controle sobre os eventos e comportamentos dos fatos e das pessoas envolvidas na pesquisa.

Este método contempla em sua fase inicial um importante processo de diagnóstico, após o qual se inicia um longo processo de experimentação e conversão do modelo em uso. No caso específico, a identificação dos fatores de influência, dificuldades, benefícios e motivações que levem a um melhor desempenho deve representar, de forma sintetizada, os avanços desta pesquisa, constituindo-se assim em peça fundamental para a materialização das melhorias antes desejáveis, conforme Holanda e Riccio (2001).

1.8.5 Síntese das etapas

Inicialmente são definidos os objetivos da pesquisa. Em seguida é realizada uma revisão na literatura existente em temas que dêem os subsídios necessários ao desenvolvimento desta pesquisa, garantindo o seu caráter inovador. Esses temas são analisados em cenários onde a área de metrologia em química se insere, com base em informações técnico-científicas, históricas e vivenciadas na área estudada, tanto em nível nacional quanto internacional.

Numa etapa subsequente é realizada a pesquisa exploratória. O seu desenvolvimento se dá por meio de um estudo de caso múltiplo que compreende dois estudos em âmbito nacional relativos à rede brasileira, um realizado no âmbito interno da rede e outro por consultor externo. Um terceiro estudo é realizado contando com a participação de gestores da área de metrologia em química de diversos países, em sua maioria membros ou associados à Convenção do Metro.

Numa etapa final, as informações obtidas na pesquisa exploratória são discutidas à luz dos fundamentos teóricos e práticos existentes, de maneira a verificar o alcance dos objetivos e comprovar as hipóteses formuladas.

A FIG.3 apresenta uma síntese das principais etapas propostas para o desenvolvimento deste trabalho.

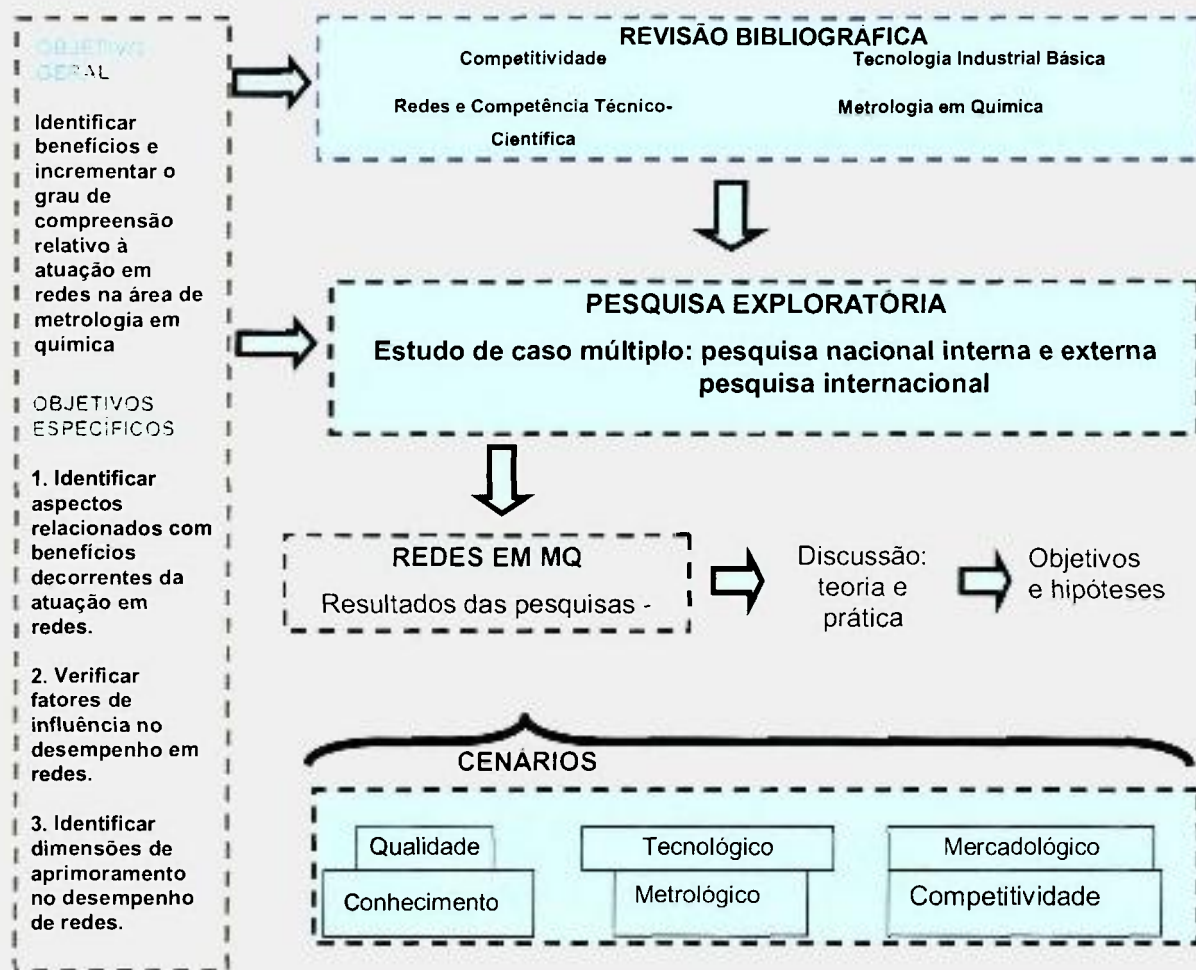


FIGURA 3 - Síntese das etapas previstas na pesquisa
Fonte: adaptado de Vasconcellos (2007)

1.9 Delimitação do estudo

A delimitação deste estudo está na esfera da identificação dos benefícios decorrentes da atuação em rede na área de metrologia em química, evidenciando fatores de influência em seu desempenho e oportunidades de aprimoramento destacados na pesquisa exploratória, segundo a percepção de seus respondentes.

Os resultados obtidos restringem-se à experiência vivenciada no gerenciamento da rede do Programa Brasileiro de Metrologia em Química (PBMQ), às avaliações realizadas no âmbito da rede brasileira e à pesquisa internacional realizada majoritariamente em países associados à Convenção do Metro.

No desenvolvimento deste estudo são abordados aspectos relacionados com qualidade, tendo sempre presente a lógica da amplitude da

área *versus* a inserção competitiva nacional e internacional, e o atendimento aos padrões mundiais demandados na área em estudo.

1.10 Estrutura do trabalho

O capítulo 1, "Introdução", inicia o conteúdo e a importância deste trabalho, com as motivações para a sua realização. Abordam-se as definições e conceitos relevantes para o desenvolvimento da pesquisa, gestão da área estudada e produtos metrológicos gerados, justificativa, objetivos, contribuições, metodologia e delimitações.

No capítulo 2, "Contextualização da Pesquisa", relaciona-se a pesquisa com aspectos de competitividade, globalização, qualidade, tecnologia industrial básica, sistemas metrológicos e metrologia nas transações comerciais, posicionando o tema na esfera nacional e internacional.

O capítulo 3, "Fundamentação Teórica", introduz, na primeira parte, definições e conceitos de competências, principalmente as individuais, técnico-científicas e organizacionais, bem como noções relativas à transmissão e à absorção de conhecimento.

Na segunda parte, é feita uma ampla abordagem sobre redes, enfatizando aquelas de caráter público com funções tecnológicas, que geram serviços e produtos de uso coletivo com a participação de agentes heterogêneos. São ainda apresentados conceitos, princípios, benefícios, dificuldades, motivações, formas de gestão, tipologias, exemplos, teorias, estruturas e outros fatores relacionados com o desempenho de redes, em termos dos seus resultados. Enfatiza-se a Teoria dos Atores em Rede, apontando-se diversas características convergentes com o tipo de rede que atende às necessidades da área em estudo.

Na terceira parte desse capítulo é apresentada uma síntese analítica dos fatores identificados que podem influenciar o desempenho de redes. Ao final deste capítulo, encontram-se os tópicos evidenciados na literatura que devem ser considerados prioritariamente ao se atuar em rede, em áreas como a desta pesquisa. Também são apresentadas as hipóteses levantadas, com base na fundamentação teórica, visando a delimitar os problemas expostos.

O capítulo 4, "Rede do Programa Brasileiro de Metrologia em Química", revela o caminho percorrido pela rede do Programa Brasileiro de Metrologia em

Química (PBMQ), desde a sua criação, dado o seu papel na pesquisa exploratória. São descritos e analisados as suas linhas de atuação, objetivos, composição, evolução, produtos e serviços tecnológicos gerados, apoios governamentais e principalmente os aspectos relacionados com gestão em rede.

No capítulo 5, “Pesquisa Exploratória”, são apresentados a metodologia e os resultados obtidos a partir das avaliações interna e externa da rede PBMQ realizadas respectivamente pela coordenadora e pelo consultor externo junto às lideranças do PBMQ. Além da pesquisa em âmbito nacional é apresentada a pesquisa realizada no ambiente internacional e os resultados obtidos.

No capítulo 6, “Discussão dos Resultados”, são discutidos os resultados obtidos na pesquisa, nacional – interna e externa e internacional, à luz dos fundamentos teóricos. São verificados aspectos relacionados com benefícios da atuação em rede e fatores de influência e de aprimoramento em seu desempenho, possibilitando uma melhor compreensão sobre o tema.

O capítulo 7, “Conclusão”, apresenta o alcance dos objetivos gerais e específicos e a comprovação das hipóteses formuladas. Também são apresentadas as contribuições e limitações do estudo realizado e propostas para futuros desenvolvimentos na área.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA

Dada a relação desta pesquisa com aspectos relacionados com competitividade, globalização, qualidade, tecnologia industrial básica, sistemas metrológicos e metrologia nas transações comerciais, estes temas são abordados neste capítulo visando à contextualização da pesquisa diante desses cenários.

2.1 Competitividade

Atuações cooperativas que propiciem redução de custos, prazos e qualidade diferenciada são essenciais à competitividade, as quais são abordadas neste tópico.

2.1.1 Conceitos de Competitividade

O estabelecimento de cooperações regionais e a inclusão do desenvolvimento de novas formas de organização estão diretamente vinculados às políticas que estimulam transformações e inovações. Para que isso se viabilize, é necessário trabalhar toda a cadeia de conhecimentos, mobilizando-a para a constituição de novos produtos.

Nessa esfera, a competitividade é vista a partir das relações de cooperação em cadeias de redes de relações e combina diferentes formas de capitais: tangíveis, humanos, logísticos e tecnológicos.

Quanto à competitividade, existem vários modelos possíveis de serem adotados. Dentre os mais disseminados, encontra-se o da análise competitiva de Porter (1998), apresentado na FIG.4. Nesse modelo, cinco forças são evidenciadas, com reflexos para as empresas, a saber: entrada de novos concorrentes, poder de negociação dos clientes, poder de negociação dos fornecedores, aparecimento de produtos substitutos e rivalidade entre os atuais concorrentes, a partir das quais a rentabilidade do setor pode ser determinada.

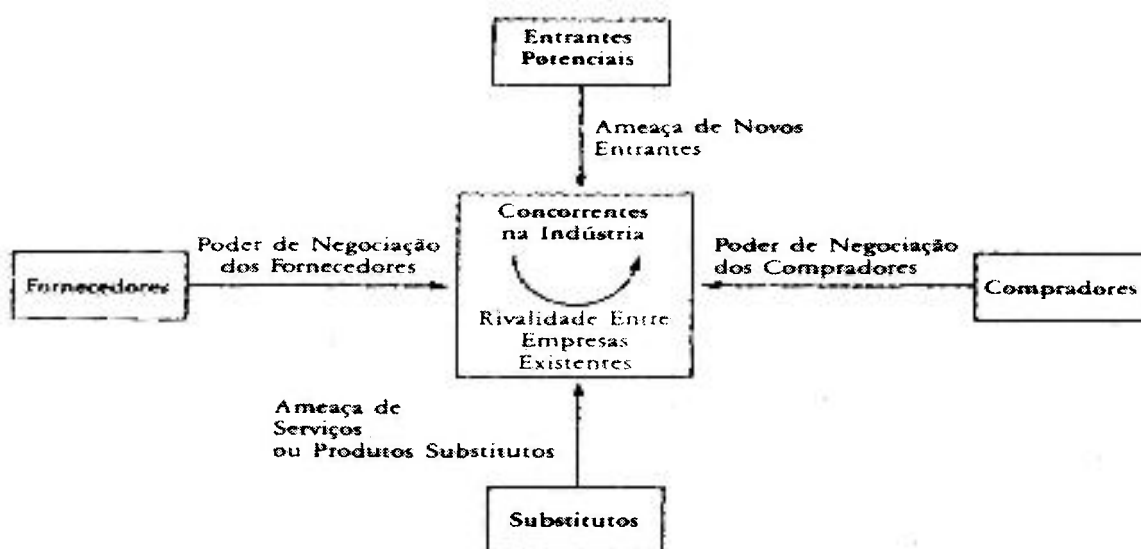


FIGURA 4 - Análise competitiva
Fonte: Porter (1998)

Embora se possa argumentar que este modelo é largamente usado para análise estratégica, observa-se uma tendência de enfatizar apenas as forças externas e como elas podem ser combatidas pela empresa. As forças intrínsecas da organização e sua habilidade de desenvolver competências, independentemente dessas forças, não são aspectos considerados. O modelo pode, portanto, ser classificado como reativo e não pró-ativo (Have et al., 2003).

Seguindo essa lógica, o presente estudo pretende abordar, além do ambiente externo, também as forças intrínsecas das organizações e sua habilidade de desenvolver competências, dentre elas, mais especificamente a competência técnico-científica, visando à geração de produtos metrológicos relevantes para a área de química.

Em paralelo, com novos regimes de mercado, Cruz-Moreira (2003) afirma que a globalização produtiva e a chegada de uma economia baseada em conhecimento levam as empresas a buscar novas formas de organização e gestão da produção, o que reafirma a importância da temática deste trabalho.

Organizações bem-sucedidas, não apenas as empresas comerciais, mas também as da administração pública, são aquelas que operam sobre uma base do conhecimento coletivo, conforme Filos e Banahan (2000). Isso significa cooperação eficiente, compartilhamento de informações, geração de novas idéias e desenvolvimento para explorá-las.

A combinação correta dos ingredientes é um fator básico à maximização do uso dos recursos, eliminação de ineficiências, melhoria da

produtividade e implantação de modernas formas de administração, tais como qualidade total e uso das melhores práticas, segundo Porter (1997), que também afirma que existem somente duas maneiras de se obter vantagem competitiva: custos baixos e diferenciação.

Esses conceitos são alicerces na formação de estratégias para impulsionar ações que visam ao incremento de competitividade em áreas como a de metrologia em química, dada a sua inserção na indústria e comércio. A atuação em redes de cooperação pode significar, além da própria garantia de manutenção no mercado, o apoio à inserção internacional de bens e serviços.

2.1.2 Cooperação

A relação competitividade & cooperação, no caso de estruturas em rede, pode ser vista sob vários ângulos. Conforme Silva (2003), as condições para aumentar ou perder competitividade empresarial dependem do nível de relacionamento com outros agentes sociais, incluindo ligações horizontais entre as companhias e a determinação de trabalhar com parceiros, no campo da pesquisa de ponta e do desenvolvimento, em um quadro de cooperação e competição. Quando empresas se organizam sob a forma de cooperação, conseguem obter ganhos, que num nível individual não seria possível alcançar, esse tipo de ganho refere-se ao conceito de Eficiência Coletiva.

O conjunto de intervenientes, em que determinados recursos são partilhados com vistas à otimização dos resultados, propicia um retorno para todos os intervenientes maior que o individual, no contexto de uma determinada atividade. Em outras palavras, uma rede de cooperação competitiva deve atuar como um instrumento de otimização entre os intervenientes e destes com o mercado, por meio do qual se pretende maximizar o retorno derivado da atividade desenvolvida em cooperação.

Esses aspectos têm sido constatados nas atividades em rede do Programa Brasileiro de Metrologia em Química, analisado nesta pesquisa, onde determinadas atividades são realizadas por mais de um participante que, conseqüentemente, pela similaridade dos produtos e serviços, atuam no mesmo mercado potencializando a atividade. Entretanto, deve ser ressaltado que os produtos nem sempre são idênticos, em decorrência da variabilidade no nível metrológico que pode existir, ou seja, nem sempre possuem exatamente o

mesmo patamar de qualidade, o que os diferencia perante o usuário.

Verifica-se que o aperfeiçoamento dos processos, que decorre das interações, atualizações e troca de experiências, resulta em benefício para cada participante, bem como na sensibilização do mercado onde esses produtos são comercializados.

As cooperações em pesquisa podem trazer maior competitividade e mais chances de sucesso pela possibilidade de:

- aprimorar o próprio produto em ambiente sinérgico, altamente especializado e atualizado com as melhores práticas metrológicas, com uma visão panorâmica do estado da arte;
- compartilhar a realização da pesquisa, o que, em alguns casos, significa a sua própria viabilização;
- participar das decisões e do estabelecimento de prioridades de novos desenvolvimentos; e
- demarcar um maior espaço e atuar de forma mais competitiva no mercado pela maior inserção do conjunto, agregando valor não somente ao produto da sua própria empresa, mas a toda a rede, ou seja, toda a cadeia envolvida. Esta inserção também possibilita inclusive maiores chances junto a órgãos de fomento.

Nesse cenário e frente às grandes mudanças ocorridas, principalmente pela globalização, evidencia-se uma preocupação mundial relativa ao desenvolvimento econômico e social das nações em que cooperações assumem papel relevante, coadunando-se com os princípios deste estudo.

2.2 Qualidade

Temas relacionados à globalização, tecnologia industrial básica e suas funções, ao arranjo de reconhecimento mútuo e sistemas nacionais de medição estão intrinsecamente vinculados às questões metrológicas discutidas nesta pesquisa.

2.2.1 Globalização

Estudos realizados por diversos autores tentam identificar como a adoção e uso de novas tecnologias (recursos de entrada) propiciam melhor eficiência e maior produtividade no processo de crescimento econômico (saída), e

conseqüente melhoria da qualidade de vida da população, fato acentuado no processo de globalização, conforme Temple et al. (2002).

No contexto da qualidade, abrangendo produtos e serviços utilizados no comércio, controles ambientais e da saúde, alguns marcos históricos relacionados com a globalização são apresentados na TAB.1. A evolução histórica traça um caminho onde convivem instituições que convergem quanto ao tema central exercendo papéis distintos que contribuíram para o estágio atual da metrologia, especificamente à aplicada ao campo da química. Participaram da realização dessas ações diversas organizações de caráter público, conforme o Ministério da Ciência e Tecnologia (2001b).

TABELA 1 - Evolução histórica da qualidade no Brasil

Ano	Histórico
1899	Criação do Gabinete de Resistência de Materiais da Escola Politécnica
1921	Adesão do Brasil à Convenção do Metro
1926	Transformação do Gabinete de Resistência de Materiais da Escola Politécnica no Laboratório de Ensaio de Materiais, contribuindo com importantes avanços para a construção civil
1933	Criação do Instituto Nacional de Tecnologia (INT)
1934	Criação do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) por transformação do Laboratório de Resistências de Materiais
1938	Criação da Comissão de Metrologia do Instituto Nacional de Tecnologia (INT):
1940	Criação da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)
1951	Criação do Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq)
1961	Criação do Instituto Nacional de Pesos e Medidas (INPM)
1968	Criação da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP)
1972	Criação da Secretaria de Tecnologia Industrial (STI)
1973	Criação do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (SINMETRO) e do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO)
1979	Institucionalização do SINMETRO e efetiva implantação do INMETRO

continua

Continuação

Ano	Histórico
1984	Implantação do Subprograma de Tecnologia Industrial Básica
1987	Criação do Projeto de Especialização em Gestão da Qualidade
1991	Lançamento do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade
1992	Modernização das atividades de Normalização, Credenciamento de Laboratório e Certificação, com as resoluções do CONMETRO.

Fonte: elaborado pela autora

Esses órgãos de pesquisa, tecnologia, metrologia, qualidade e normalização foram sendo criados em sintonia com as mudanças do mercado mundial. De 1950 a 1993 o crescimento dos negócios transnacionais triplicou relativamente à produção de mercadorias e, no mesmo intervalo de tempo, houve um aumento da produção mundial negociada, de 7% para 17%.

Particularmente nos anos 1980, pôde-se vislumbrar uma nova fase do processo de globalização, constatada pela intensificação das trocas mundiais de bens e serviços e pela expansão do comércio, resultando em uma duplicação do comércio mundial entre 1984 e 1996. Ainda na década de 1990, a situação nos mercados de capitais mudou de forma intensa, com grande aumento das transferências internacionais de capitais, conforme Boxberger e Klimenta (1999).

No bojo desse movimento, Lima (2003) faz referência ao Acordo Geral sobre Tarifas e Comércio (GATT), em que as barreiras tarifárias ao comércio, aplicadas a bens, passaram de 40% , em 1947, para 5% em 1994. Acompanhando essa redução de barreiras tarifárias, observou-se um crescente aumento de barreiras técnicas, abrindo-se os Estados ao fluxo internacional de bens, serviços e capitais.

Também, ao estabelecerem a Organização Mundial do Comércio (OMC), os países elaboraram e passaram a seguir um novo acordo sobre barreiras técnicas, o Agreement on Technical Barriers to Trade (TBT). A título de definição:

“Barreiras técnicas, considerando o estipulado pela OMC, são barreiras comerciais derivadas da utilização de normas ou regulamentos técnicos não transparentes ou não embasados em normas internacionalmente aceitas, ou ainda, decorrentes da adoção de procedimentos de avaliação da conformidade não transparentes e/ou demasiadamente dispendiosos, bem como inspeções excessivamente rigorosas”. (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, 2007a, p.1).

As questões que se colocaram a partir desses acontecimentos históricos mundiais evidenciaram a necessidade de se estabelecer uma infraestrutura no País que o protegesse e, ao mesmo tempo, o tornasse competitivo em bases globais.

2.2.2 Medições

Estudiosos mostram que o processo econômico determina a adoção e a difusão de medição e de técnicas de medição e reafirmam o efeito que estas têm sobre a atividade econômica, tanto no nível micro como no macroeconômico, como evidenciado em trabalhos desenvolvidos por Antonelli e Patrucco (2002); Blind (2001); Tassej (1997; 2001); Temple e Williams (2002).

Firmas comercializando produtos dominantes no mercado irão competir em custo e qualidade, assim como podem desenvolver novas e mais eficientes medições e técnicas para terem vantagem competitiva. A seleção das melhores medições emerge da base técnica das firmas produtoras e de uma variedade de alternativas usadas pelas firmas concorrentes, ou seja, ela aparece após o mercado ter escolhido o produto dominante (Temple et al., 2002).

Esses autores enfatizam que, quando um produto ou serviço se torna dominante em um mercado, um conjunto de técnicas de medição pode surgir, passando a ser aplicado para atender às especificações de produtos, conforme Antonelli e Patrucco (2002).

Na indústria, os métodos de produção necessitam de processos de medição adequados, para prover a segurança à crescente automatização das linhas de produção. Esses processos devem ser continuamente adaptados a novas técnicas, equipamentos e instrumentos que dia-a-dia buscam o seu aprimoramento de forma a atingir novos limites de leitura e de sensibilidade. Da mesma forma, a inovação tecnológica também depende desses desenvolvimentos na geração de novas idéias e produtos.

Com relação às especificações para a exportação, também existe uma demanda importante por medições exatas e confiáveis, uma vez que há riscos de prejuízos na comercialização de produtos domésticos, se estes não atenderem aos requisitos internacionais.

O estabelecimento de padrões industriais e comerciais, como os regulamentados pela International Organization for Standardization (ISO) ou

Comité Européen de Normalisation (CEN), também requerem medições confiáveis de acordo com requisitos mundiais, o que destaca a importância dos sistemas nacionais de medição.

2.2.3 Sistemas nacionais de medição

Os sistemas nacionais de medição são fontes potenciais de vantagem competitiva que podem dar suporte às indústrias domésticas e ao desenvolvimento industrial, assim como proteger os mercados internos, por meio da criação de padrões, diferenciando os bens domésticos em termos de qualidade, segundo Blind (2001).

Também existe uma demanda com relação à especificação de limites para a exportação, se os produtos domésticos falharem ao não atenderem padrões internacionais. Nesse aspecto, os sistemas nacionais de medição têm o papel de garantir que as infra-estruturas domésticas estejam de acordo com os padrões internacionais e de interagir com os organismos mundiais para assegurar que as medições sejam reconhecidas internacionalmente.

2.2.4 Cenário internacional

Em 1875 foi fundada a Convenção do Metro voltada ao estabelecimento de uma infra-estrutura global de medições, a qual reúne 51 países membros e 22 países associados (Bureau International des Poids et Mesures, 2007a).

O Comité International, des Poids et Mesures (CIPM), composto de dezoito membros de países diferentes, zela pela Convenção do Metro. É o órgão que recomenda e, em parte, orienta o rumo das pesquisas em metrologia em nível mundial. Atua por meio de Comitês Consultivos em grandezas específicas, formados por especialistas internacionais ligados aos laboratórios nacionais, apoiados pelo Bureau International des Poids et Mesures (BIPM). Este órgão é mantido com recursos de todos os países membros e visa a compatibilizar os sistemas metrológicos das nações.

2.2.5. Arranjo de reconhecimento mútuo

Em 1999 foi criado pelo CIPM, sob a autoridade da Convenção do Metro, o Arranjo de Reconhecimento Mútuo (ARM), do inglês Mutual Recognition

Arrangement (MRA), o qual representou um avanço na internacionalização da metrologia. Essa foi a maneira encontrada para aumentar a confiança na capacidade técnica dos laboratórios participantes, visando à equivalência nos resultados das medições e possibilitando que certificados de calibração validados fossem aceitos por todos os signatários, fato significativo diante da redução das barreiras técnicas ao comércio. Com esse propósito os diretores dos Institutos Nacionais membros ou associados da Convenção do Metro assinaram o ARM.

No âmbito desse Arranjo, as comparações interlaboratoriais-chave (*key comparisons*) têm sido importante recurso para evidenciar a base técnica necessária à equivalência internacional. Igualmente exigidos são os sistemas da qualidade e demonstrações de competência dos institutos metrológicos nacionais diante de seus pares.

2.2.6 Sistema metrológico nacional

Em diversos países existem sistemas metrológicos nacionais, sob várias formatações quanto às suas estruturas e funções. No Brasil esse sistema foi instituído em 1973, com a finalidade de formular e executar a política nacional de metrologia, normalização e qualidade.

O Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (SINMETRO) é orientado por um órgão colegiado de nível ministerial. É composto do Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (CONMETRO) que define as políticas, e da entidade executora o Instituto de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO), uma autarquia federal vinculada ao Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior.

Como parte dos esforços de modernização do SINMETRO, o CONMETRO passou a contar com uma estrutura de Comitês Técnicos em caráter de assessoramento que são: o Comitê Brasileiro de Metrologia (CBM), o Comitê Nacional de Normalização (CNN), o Comitê Nacional de Credenciamento (CONACRE), o Comitê Brasileiro de Certificação (CBC), o Comitê Codex Alimentarius do Brasil (CCAB) e o Comitê de Coordenação de Barreiras Técnicas ao Comércio (CBTC). Esses Comitês, que devem atuar com ampla representação de todas as partes envolvidas (do governo e do setor privado), têm como atribuição propor ao CONMETRO políticas, diretrizes e orientações estratégicas

para as respectivas áreas. No âmbito do CBM formou-se a rede do Programa Brasileiro de Metrologia em Química que é estudada na pesquisa experimental deste trabalho.

- **Acreditação e Certificação**

De 1982, quando o primeiro laboratório foi credenciado (Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), para ensaios de capacetes automotivos) até o final da década, o INMETRO credenciou apenas laboratórios de calibração e ensaios. Em 1990 passou a credenciar também organismos de certificação, sendo a Fundação Carlos Alberto Vanzolini o primeiro organismo de certificação credenciado. Em seguida vieram outros e hoje já são mais de cinquenta. A partir de 1992, o INMETRO deixou de realizar as atividades de certificação, limitando o seu papel, nesse campo, ao de Organismo Credenciador. Isto por exigência do International Accreditation Fórum (IAF), para poder obter o reconhecimento internacional como credenciador. Ressalte-se aqui que o termo “credenciador” usado na década dos anos 1990 passou nos últimos anos a ser denominado “acreditador”.

A acreditação é concedida aos laboratórios por organizações específicas para tal e também por IMNs. Os organismos de acreditação passam por mecanismos de reconhecimento mútuo, como o de *peer evaluation*, coordenados por organizações como o IAF, para a acreditação de organismos de certificação e o International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC), para a acreditação de laboratórios de ensaios e calibração.

No Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade e Certificação, a acreditação é concedida pelo INMETRO a laboratórios de ensaios e de calibração, organismos de certificação, de inspeção e de verificação de desempenho de produto. Desta forma, o INMETRO provê a acreditação de organizações certificadoras de serviços, produtos, sistemas, processos e pessoas. Por exemplo, a Fundação Carlos Alberto Vanzolini possui acreditação pelo INMETRO como certificadora, o que formaliza, dentro do sistema nacional, o seu papel de certificar produtos no mercado.

Cabe mencionar, entretanto, que existem outros sistemas de certificação oficiais no País, coordenados pelos respectivos ministérios ou agências reguladoras, como no caso da aeronáutica, saúde e meio ambiente.

No Brasil o organismo acreditador definido por lei é o IMN, INMETRO. Porém, essa situação não é geral. A Austrália, por exemplo, dispõe de um instituto metrológico nacional dedicado ao desenvolvimento da metrologia, sendo o papel de organismo acreditador desempenhado por outra organização governamental denominada National Association of Testing Authorities (NATA).

Nesse ambiente, observam-se discussões em fóruns de relevância da área, como o ILAC, em que são ponderados aspectos como: o mesmo organismo responsável pelo desenvolvimento científico, que tem a guarda dos padrões nacionais, que trata das metodologias e referências primárias, que estabelece a rastreabilidade ao Sistema Internacional de Unidades (SI), definindo as regras do sistema, deve também avaliar os laboratórios e conceder a acreditação?

Ao se retornar à questão da avaliação da conformidade, além da possibilidade de conflito de interesses, também são colocadas questões éticas em que se pondera: os mesmos organismos delegados pelo INMETRO para fazer a fiscalização compulsória, ou seja, os Institutos de Pesos e Medidas (IPEMs), que são agentes fiscalizadores, deveriam realizar a certificação? De qualquer maneira, nessa década de 1990 houve um especial estímulo ao surgimento dos Organismos de Certificação Credenciados (OCCs), oferecendo ao mercado muitas opções para a certificação.

No tocante à base laboratorial, existem duas redes acreditadas pelo INMETRO: Rede Brasileira de Calibração (RBC) e Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio (RBLE), que comportam hoje, juntas, 459 laboratórios, conforme dados do *site* do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (2007b). Complementando esse quadro, existe a Rede Brasileira de Metrologia Legal e Qualidade (RBMLQ), que é composta por 26 órgãos metrológicos regionais, dos quais 23 são órgãos da estrutura dos governos estaduais, 1 órgão municipal e os 2 restantes são administrados pelo próprio INMETRO.

O espectro de atuação do Sistema Nacional deve proteger o mercado interno quanto ao ingresso de bens e serviços que não atendam a critérios de qualidade de interesse para o nosso consumidor, bem como garantir a competitividade das exportações. Produtos de alto valor agregado freqüentemente requerem capacidade de medição e certificação extremamente sofisticadas. E a área de química permeia grande parte dessas medições, o que

reforça a importância de cooperações e parcerias. Várias das funções referidas nesse Sistema encontram-se no âmbito do Programa de Tecnologia Industrial Básica.

- **Tecnologia Industrial Básica**

A expressão brasileira “tecnologia industrial básica”, conhecida pela sigla TIB, concebida ao final dos anos 1970, corresponde aos conceitos norte-americanos de *infrastructural technology* e alemão de MNPQ (sigla, naquele idioma, do quarteto “medida, norma, ensaio e qualidade”). Abrangem as funções tecnológicas encadeadas de metrologia, normalização e regulamentação técnica e avaliação de conformidade, assim como os campos do *design* e da propriedade intelectual e, ainda, algumas tecnologias de gestão.

Cabe observar que “[...] a problemática da TIB é de particular relevância para os países latino-americanos, na medida em que decorre e potencializa o hiato tecnológico que caracteriza as relações com os países mais avançados” (Fleury, 2003, p.1).

Essas questões são evidenciadas no documento estratégico sobre o Programa de Tecnologia Industrial Básica (TIB) e Serviços Tecnológicos para a Inovação e a Competitividade do Ministério de Ciência e Tecnologia:

“Uma base científica forte e confiável e um sistema de medição harmonizado são indispensáveis para prover a eficiência na produção e no comércio de bens e serviços que atendam às necessidades da sociedade [...] A importância da metrologia assume proporções cada vez mais relevantes, não apenas pela sua interação aos processos industriais, mas também por interferir diretamente em processos políticos e sociais, induzindo a melhoria da qualidade dos padrões de vida do cidadão, do desenvolvimento do comércio interno e externo, da saúde, da segurança, da educação e da proteção ao meio ambiente, constituindo-se inclusive em pré-condição para qualquer atividade de natureza científica, tecnológica e cultural.” (Ministério de Ciência e Tecnologia, 2001b, p.48-49).

No contexto da TIB, a metrologia tem uma posição de destaque, e a importância da metrologia aplicada ao campo da química cresce cada vez mais, dada a sua inserção em inúmeras áreas de interesse social e econômico.

- **Marcos históricos da Metrologia em Química**

Em nível nacional, até a década de 1990 houve um maior enfoque

metrológico para as medições em física do que em química, fato em total consonância com praticamente todos os países. Atualmente, muitos ainda mantêm uma lacuna no que diz respeito à metrologia em química. Na década de 1990, a metrologia em química é colocada como um desafio a ser vencido para a maioria dos países e, especialmente, para aqueles com economia em desenvolvimento.

No Brasil, em 1997, foi formado o Comitê de Metrologia em Química para a Indústria Química Paulista (CMQIQP). Essa iniciativa originou-se do Sindicato das Indústrias de Produtos Químicos para Fins Industriais e da Petroquímica no Estado de São Paulo (SINPROQUIM), do Sindicato do Comércio Atacadista de Produtos Químicos para a Indústria e Lavoura do Estado de São Paulo (SINCOQUIM), do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE/SP) e apoio do INMETRO. O objetivo centrava-se em organizar e disseminar ações de Metrologia em Química no Estado de São Paulo, visando melhorar e assegurar a qualidade dos produtos da indústria paulista, realizado sob a coordenação do IPT.

O convite feito ao IPT deve-se ao fato de que esse Instituto sempre teve vínculos com a metrologia em várias áreas, em seus 107 anos de existência. Particularmente a produção de materiais de referência certificados, considerados padrões em química, foi iniciada em 1975 e hoje o Instituto dispõe de mais de 130 tipos desses materiais.

Ainda em 1997, realiza-se no Brasil, coordenado pelo INMETRO, o 1º Congresso de Metrologia Química, com o apoio do Sistema Interamericano de Metrologia, o qual foi um marco importante para as ações subseqüentes desenvolvidas nesta área.

Em 1998, o Comitê Brasileiro de Metrologia (CBM) criou o Subcomitê de Metrologia em Química (SCMQ), tendo sido o IPT também convidado a coordená-lo. Os seus primeiros integrantes foram os membros do comitê paulista (CMQIQP) que apoiaram nas definições e ações delineadas para esse Subcomitê. Nesse mesmo ano, o CBM elaborou o Plano Nacional de Metrologia (PNM), que dentre as atividades propostas previu a formação de uma Rede de Produtores de Materiais de Referência no Brasil.

Por meio de discussões com os integrantes do SCMQ, e posterior elaboração de propostas alinhadas com o PNM, foi desenvolvida uma linha de

ação estruturada sob a forma de um programa, que passou a chamar-se Programa Brasileiro de Metrologia em Química (PBMQ).

No ano 2000 foi criada uma Divisão no INMETRO para atuar na área de metrologia em química cujos laboratórios vêm sendo implantados, contando com apoio governamental. A gestão dessa área no IMN do Brasil é feita de forma centralizada, similar à tradicionalmente adotada para a área de física dessa instituição.

Em nível internacional, em 1993 foram criadas organizações relevantes para a área de metrologia em química, atuantes até hoje, como o Comité Consultatif pour la Quantité de Matière (CCQM), a Co-Operation on International Traceability in Analytical Chemistry (CITAC) e o Sistema Interamericano de Metrologia – Chemical Metrology Working Group (SIM-CMWG).

Considerando as necessidades da área e tentando cobrir as necessidades dos países, nos últimos anos o CCQM passou a incluir diretrizes mais específicas para a participação de laboratórios designados de outras instituições, que não somente os IMNs. A participação desses laboratórios em atividades, como as *Key Comparisons*, ocorre mediante a delegação feita pelo próprio instituto ou por outra instância governamental do país.

Porém, existem situações em que não há necessidade de delegação por parte do IMN. São laboratórios que participam por razão de sua competência, contribuindo cientificamente em estudos como os das *Pilot Studies*. Neste caso o laboratório não representa o IMN e pode participar do estudo, desde que convidado. Laboratórios participantes do PBMQ tiveram a oportunidade de participar de diversos estudos nesse nível.

- **Aplicações da Metrologia em Química**

A metrologia em química tem um papel essencial no provimento de soluções para um futuro sustentável, como na proteção ao meio ambiente – em que se abrange ar, água e solo – é preciso conhecer a sua condição e identificar ameaças e pressões, onde a avaliação e o monitoramento de poluentes demandam medições confiáveis.

A relevância dessa área também se evidencia no segmento da saúde, onde pacientes submetidos a tratamentos médicos devem estar seguros de que

os testes a que foram submetidos tenham resultados exatos e que as dosagens das drogas medicamentosas estejam corretas.

Um exemplo prático da importância da aplicação dos preceitos metrológicos pode ser observado em resultados de análises clínicas. Estes resultados constituem-se em indicadores fundamentais, servindo de base para diagnósticos, que definem tratamentos médicos decisivos para a saúde do paciente. Resultados falso-positivos levam a tratamentos desnecessários e a outras inter-relações possíveis; enquanto resultados falso-negativos podem levar a tratamentos terapêuticos indevidos e até gerar situações fisiologicamente irreversíveis.

Adicionalmente, existem casos de doenças que não apresentam sintomas clínicos característicos, nas quais os resultados laboratoriais são decisivos. Um exemplo típico é o da hipercalcemia decorrente da presença de altos níveis de cálcio no soro que, se não tratada adequadamente, pode levar o paciente a estados de hipertiroidismo e até mesmo ao aparecimento de câncer. Neste caso em particular, foram feitos levantamentos do aspecto econômico, os quais demonstraram que o impacto oriundo da redução do nível de incertezas das medições envolvidas, de 0,5mg/dL para 0,1mg/dL, foi bastante significativo, reduzindo os gastos anuais com tratamentos de US\$ 1,3 bilhão para US\$ 0,4 bilhão, conforme Gallaher et al. (2003).

Qualidade assegurada exige que os resultados laboratoriais emitidos por quaisquer laboratórios – da indústria, centros de pesquisa, prestadores de serviços, universidades, órgãos de controle ou de fiscalização – sejam exatos e confiáveis. A metrologia em química é uma ciência por meio da qual são gerados produtos metrológicos, em apoio ao atendimento e aprimoramento de bens e serviços, tornando-os mais competitivos nos mercados nacional e internacional.

Nesse contexto evidencia-se a importância da área em estudo e a sua estreita relação com o desenvolvimento econômico dos países, bem como o impacto na saúde e bem-estar da sociedade, conforme Ponçano et al (2004b). O atendimento das necessidades dessa área caminha por formas de gestão cooperativas, dentre as quais as redes se destacam.

Os produtos metrológicos gerados nessa área são fundamentais para obter resultados laboratoriais confiáveis que apoiem as tomadas de decisão em um país – propiciando bases seguras à qualificação, certificação e normalização.

Em decorrência, a superação de barreiras técnicas e a concretização de acordos mútuos podem se tornar realidades, levando a maior competitividade em dimensão global, conforme ilustrado na FIG.5.



FIGURA 5 – Mercados de atuação da metrologia em química
Fonte: elaborado pela autora

A seguir são apresentados fundamentos teóricos relacionados com conceitos, definições e características de competências, em especial as de caráter técnico-científicas, que têm uma relação direta com o desempenho das redes. Também são relatados trabalhos desenvolvidos por diversos autores sobre o tema redes. Cabe ressaltar que existem muitas formas de configuração em rede, porém foram considerados os conceitos, definições e situações convergentes com as características da área em estudo.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo são abordados aspectos relacionados com competências e aspectos relativos à absorção e à troca do conhecimento. Também é feita uma ampla abordagem sobre conceitos, princípios, formas de gestão, benefícios, aprimoramentos, motivações e tipologias de redes, enfatizando aquelas com funções tecnológicas, que geram serviços e produtos de uso coletivo com a participação de agentes heterogêneos.

3.1 Parte A – Competências

Numa atuação em redes é muito importante identificar os fatores envolvidos nas relações interpessoais, principalmente aqueles relacionados com a força básica para alcançar os resultados. Este fato demanda maior atenção quando a equipe é formada por competências técnico-científicas de diferentes instituições regionalmente distantes e com papéis diversos em sua atuação, como é o caso deste estudo. Assim, neste item são abordados os conceitos, definições e aspectos relativos à absorção e à troca do conhecimento que podem ocorrer em ambientes de redes.

3.1.1 Definições e conceitos

O volume substancial de pesquisa sobre cultura organizacional e os problemas do choque cultural, quando organizações interagem, fundem-se ou tentam formar alianças estratégicas, indicam que as culturas, bem como grande parte da prática organizacional não são totalmente racionais (explicáveis), nem completamente arbitrarias e mutáveis. Deve-se considerar que a prática organizacional está pronunciadamente limitada e vinculada à evolução histórica da organização e dos indivíduos que dela fazem parte.

Identificar os fatores envolvidos nessas interações é muito importante, principalmente aqueles relacionados com a força básica para o alcance dos resultados. Este fato demanda um cuidado ainda maior, quando a equipe é formada por competências técnico-científicas de diferentes instituições, como é o caso deste estudo.

Pela pesquisa bibliográfica realizada, observa-se que freqüentemente os termos “competências” e “capacitações” são tidos como equivalentes. Para

Fleury (2001), a competência não se limita a um estoque de conhecimentos teóricos e empíricos detido pelo indivíduo, nem se encontra encapsulada na tarefa.

Competência é a inteligência prática de situações que se apóia sobre os conhecimentos adquiridos e os transforma, com uma força que aumenta conforme a complexidade das situações, segundo Zarifian (1994). Este autor também afirma que a competência do indivíduo não é um estado, não se reduz a um conhecimento ou *know-how* específico.

Situando competência numa encruzilhada, Boterf (1995) cita três eixos formados pela própria pessoa, sua biografia e a sua socialização. Assim competência compreende o conjunto de aprendizagens sociais e comunicacionais nutridas a montante pela aprendizagem e pela formação, e a jusante pelo sistema de avaliações. Segundo esse autor, competência é um saber direcionado a mobilizar, integrar e transferir os conhecimentos, recursos e habilidades, num determinado contexto profissional.

Reforçando essa idéia, Fleury e Fleury (2000) complementam dizendo que competência é um saber agir responsável e reconhecido que agrega valor econômico à organização e valor social ao indivíduo.

Competências essenciais da empresa são compostas de conjuntos de conhecimentos, em que todo conhecimento é fruto de um processo de aprendizagem, conforme Fleury (2001).

3.1.2 Conhecimento disponível e absorção do conhecimento

O filósofo Gilbert Ryle, ao mencionar o termo *know that*, alerta para o fato de que se deve ter em mente não apenas o conhecimento declarado, que pode ser expresso em um exame, mas também o conhecimento disponível, denominado *know-how*. O conhecimento disponível que confere habilidade a um indivíduo em responder às situações reais e fazer coisas é a experiência na prática. Esse conceito é importante para o estudo em questão, que trata de unir competências que já tenham *know-how* nos temas específicos de sua atuação.

No caso da área em estudo, a seleção dos atores para integrar uma rede se dá com base na competência em executar determinadas atividades, ou seja, na experiência já disponível. Nesse ambiente a passagem do conhecimento tácito para o explícito pode ocorrer de forma organizada e sistemática, finalizando

num processo de internalização do conhecimento nas instituições participantes, além de sua disseminação à comunidade em geral. Aspectos como esses são abordados por Castells (1999), que enfatiza a transformação do conhecimento como um importante processo de criação e desenvolvimento.

Porém, os conhecimentos e o *know-how* não adquirem *status* de competência a não ser que sejam comunicados e trocados, de acordo com Boterf (1995). Esses, sem dúvida, são fatores que influenciam o desempenho de uma rede. A disseminação e a interação são aspectos fundamentais em uma rede de conhecimento para que a comunicação seja eficiente e gere de fato a competência, e a sua melhoria.

Essa troca e desenvolvimento de competências figuram em iniciativas como as de comunidades da prática. O conceito dessas comunidades como desenvolvido por Wenger (1999) mostra a aprendizagem como processo, no qual os indivíduos formam suas identidades em relação às identidades sociais do grupo. Essas comunidades constituem-se em grupos de pessoas empenhadas num trabalho objetivo e concreto durante um período de tempo, ao longo do qual constroem coisas, resolvem problemas, aprendem e inventam, com engenho e criatividade.

Ainda de acordo com Wenger (1996) nessas comunidades não se percebe o aprendizado, que ocorre de maneira natural. Por conseguinte, a prática é freqüentemente tida como estática ou então caótica, não estruturada, e assim continuamente adaptável. Essa é uma dinâmica que, contando com os atores apropriados, conduz ao crescimento pela sinergia gerada e o conseqüente compartilhamento do conhecimento.

No centro desse argumento está a caracterização da aprendizagem como processo de engajamento na prática, ou seja, de alguém se tornar membro de um grupo social de praticantes, o que estaria em consonância com princípios de atuação em rede, como constatado na parte experimental deste estudo.

No que se refere à composição, ou seja, os elementos e recursos que a constituem sob a forma de potenciais de mobilização, é preciso entender que caracterizar os recursos de competências não é uma tarefa fácil, tendo em vista a sua heterogeneidade, complexidade e suas dimensões mais abstratas.

Em que pese as diferentes abordagens recentes acerca do tema, Boterf (1995), Zarifian (1994), Tremblay e Sire (1999), e Green (1999) entendem

que continuam a prevalecer como elementos de referência, para qualquer classificação nesse campo, os três grandes eixos já tornados clássicos: conhecimentos (saber); habilidades (saber-fazer) e atitudes (saber-ser/agir).

Cada organização possui certa habilidade de aprender a partir de outras organizações. Cohen e Levinthal (1990) denominam de capacidade de absorção de conhecimento a habilidade de reconhecer o valor dos ensinamentos novos, externos, de assimilá-los e de aplicá-los a fins comerciais. Isso mostra que algumas organizações têm maior capacidade de absorver conhecimento do que outras.

Um fator determinante é a possibilidade de desenvolvimento usando a habilidade de assimilar novos conhecimentos, isto é, quanto mais uma organização conhece uma tecnologia específica, mais facilmente poderá absorver novos conhecimentos no contexto dessa tecnologia. Este conceito é importante ao se considerar que essa é a base para o ingresso de atores em uma rede tecnológica como a de metrologia em química, como constatado na formação da rede PBMQ.

Ratificando essas afirmações teóricas e práticas, outros autores afirmam que as barreiras intelectuais e sociais serão consideravelmente menores quando novos conhecimentos e tecnologias forem familiares em relação às competências existentes, segundo Berger e Luckmann (1967), Kogut e Zander (1992).

Observa-se que o conhecimento organizacional é formado por um elo que abrange *pools* coletivos de conhecimento, habilidades e oportunidades de incentivo. Em outra vertente, é necessário que a sua gestão considere aspectos como o uso efetivo do conhecimento gerado, adaptado às necessidades de cada situação, na velocidade e condições econômicas para a sua exploração, desenvolvimento e utilização.

Desta forma, competências organizacionais exercem influência no sucesso ou insucesso dos resultados obtidos pelas organizações, ou seja, no seu próprio destino, em termos de benefícios, crescimento, probabilidade de sobrevivência e padrões de mudança de agregação.

3.1.3 Competências em redes de metrologia em química

O presente estudo considera as forças intrínsecas da organização e sua habilidade em desenvolver competências, mais especificamente a competência técnico-científica. Fazer uso de competências existentes nas organizações, propiciar uma maior sinergia e transformar o conhecimento são fatores críticos para um melhor resultado de desempenho em rede.

Na área de metrologia em química, comparações com as melhores práticas e a identificação e transferência de conhecimento têm sido atividades largamente e sistematicamente perseguidas por muitos gestores, com o intuito de demonstrar o desempenho de cada um e de todos, em padrão globalmente aceito, bem como buscar os aprimoramentos possíveis.

Estudos cuidadosos de microprocessos de aprendizagem organizacional têm sido conduzidos por estudiosos como Cohen e Bacdayan (1996), entre outros. Na parte experimental desta pesquisa, observa-se que a aprendizagem baseada na troca de experiência entre pares tem se mostrado como um fator bastante enriquecedor. Em ambientes sinérgicos de redes, em especial os de caráter técnico-científico, ocorrem a troca e a potencialização do conhecimento em decorrência da sinergia existente nesses pólos de conhecimento.

O norteamento para a avaliação das atividades em rede na área em estudo tem como principal indicador os produtos metrológicos, que devem ser gerados sobre uma sólida base de conhecimento, propiciando a transferência efetiva das melhores práticas técnico-científicas. Nesse contexto, observa-se que a socialização do conhecimento teórico e prático, bem como o uso da infraestrutura organizacional, à qual se vinculam os partícipes, normalmente são iniciados com a formação de um “time” ou “equipe” de interação, viabilizando o compartilhamento de perspectivas e experiências, fatores ligados ao sucesso das organizações.

Como na área de química atua-se com uma grande variedade de atividades, quanto maior o uso das organizações que já conhecem diferentes técnicas analíticas, possibilitando um aprofundamento de seus conhecimentos, mais eficaz e eficiente será a rede.

Esses princípios são corroborados pelos estudos da rede PBMQ e também naqueles realizados no cenário internacional, nos quais para a formação

das redes e grupos de trabalho parte-se do pressuposto da existência de conhecimentos tecnológicos específicos que propiciem de maneira facilitada uma maior capacidade de absorção e aprimoramento de novos conhecimentos. Com isso, esse processo de melhoria ocorre de maneira mais fácil, mais rápida, mais eficiente e menos onerosa e no patamar de qualidade necessário. Esse procedimento beneficia de forma direta cada integrante da rede, as suas instituições e o País.

Observa-se que em redes a gestão de competências de diferentes atores e o uso compartilhado da infra-estrutura de diversas organizações, se bem gerenciadas, conduzem a uma maior sinergia entre os participantes, potencializando a capacidade de cada um deles, tanto na identificação e priorização de demandas quanto na geração de produtos.

A correta seleção de partícipes competentes, que “somem” na busca de objetivos comuns, é fator determinante para o sucesso de uma rede e conseqüente alcance dos resultados. Essas características são particularmente relevantes ao se atuar em áreas da ciência e da tecnologia, como a TIB, especificamente em metrologia.

Para gerar produtos na amplitude e qualidade requeridas, há necessidade de diversas especialidades de conhecimentos e muitos recursos de infra-estrutura, principalmente – mas não só – os laboratoriais. Nesse ambiente, formações em rede despontam como uma alternativa real para o seu atendimento, nas quais as competências constituem a sua base.

Numa síntese da teoria apresentada, autores como Boterf, (1995), Zarifian (1994), Tremblay e Sire(1999), Green (1999), Berger e Luckmann (1967), Kogut e Zander, (1992) enfatizam como importantes competências que apresentem as seguintes características: conhecimento, habilidade, atitude e familiaridade com o conhecimento e a tecnologia específica.

3.2 Parte B – Redes

O caráter benéfico de atuação sob configuração em redes, os cuidados e as possibilidades de aprimoramento podem ser identificados neste capítulo, composto por estudos de diversos autores, permitindo a apresentação do tema sob diversas perspectivas. É importante ter uma compreensão sobre o contexto geral, bem como sobre os fatores principais que influenciam os resultados finais

nas atividades cooperativas, neste caso voltadas ao desempenho de redes na área de metrologia em química.

À medida que se examina a bibliografia, verifica-se que praticamente inexistente literatura sobre gestão em redes na área de metrologia em química, apesar dos reflexos desta área nos desenvolvimentos científicos, na economia e no bem-estar da sociedade. Este fato mostra o caráter inovador desta pesquisa que deverá abrir cenários propícios a um aprofundamento no tema em estudo.

Análises recentes sobre desenvolvimento da ciência, tecnologia e inovação têm focado a importância, cada vez maior, de novas formas de organização que encorajem a flexibilidade nas relações interorganizacionais e a cooperação entre universidades, centros de pesquisas, companhias e usuários. Sabidamente, em atividades conjuntas, cada um dos participantes intervém mais ou menos ativamente no desempenho coletivo.

3.2.1 Conceitos

Estudos sobre gestão estratégica para sistemas organizacionais sob a forma de redes constituem-se atualmente em um importante foco e muito há para ser explorado, conforme Fleury (2002).

Um conceito extensivamente verificado na literatura considera redes como um conjunto de pontos (nodos ou nós) ligados por um conjunto de relações, conforme Baiardi e Basto (2006). Outros como Grandori e Soda (1995), afirmam que o termo redes por si só é uma noção abstrata, não identificando o que de fato está compreendido.

No País, autores como Amato Neto (1999), têm desenvolvido o tema “redes” com ênfase em cooperação interempresas, sob o contexto de reestruturação industrial. Já Castells (1999), que não faz concessões ao compartilhamento do saber, atenta ao fato de que mudanças no padrão de sociabilidade, em razão das transformações tecnológicas e econômicas, fazem com que as relações entre indivíduos, sociedade e inovação tecnológica entrem em uma nova era globalizada e centrada na informação, onde as redes representam culturas distintas, relevantes e responsáveis.

Um aspecto positivo enfatizado por Guarnieri (2005) refere-se ao fato de que a distância (ou intensidade e frequência da interação) entre dois pontos

(ou posições sociais) é menor (ou mais freqüente, ou mais intensa), se ambos os pontos forem “nós” de uma rede do que se não pertencessem a mesma rede.

Em virtude da complexidade das interações em rede e do fato das diversas noções a seu respeito serem originárias de campos de saber diversos e se referirem a fenômenos diferentes, é possível encontrar noções opostas que estejam associadas ao conceito de rede, tais como formalidade-informalidade, cooperação-competição, efemeridade-permanência, solidariedade-conflito, igualdade-diversidade e racionalidade instrumental-racionalidade comunicativa, segundo Fleury (2002).

Embora formas de organização social em redes tenham existido em outros tempos e espaços, o novo paradigma da tecnologia da informação fornece a base material para sua expansão penetrante em toda a estrutura social, conforme demonstram os estudos sobre relações entre firmas, realizados por Lomi e Grandi (1993) em empresas italianas. Esses autores também evidenciaram que a dinâmica de cada rede em relação às outras representa fontes cruciais de dominação e transformação de nossa sociedade: uma sociedade que podemos apropriadamente chamar de sociedade em rede, caracterizada pela primazia da morfologia social sobre a ação social – constatações cada vez mais visíveis na prática das relações interinstitucionais.

A convergência da evolução social e de tecnologias como a de informação cria uma base para o desempenho de atividades em toda estrutura social, como avaliado por estudiosos na área de ciência da informação, entre eles Tarapanoff (2001). Segundo essa autora, redes são sistemas abertos altamente dinâmicos e receptivos à inovação e apropriados à economia capitalista Tarapanoff (2001). Essa base conceitual de redes é aplicável ao desenvolvimento em P&D e de tecnologias relacionadas com a geração de produtos tecnológicos, como os considerados nesta pesquisa.

Esses fatos convergem com as conclusões de Castells (1999) que apresenta, como tendência histórica, as funções e os processos em redes cada vez mais organizados e dominantes nesta era. Segundo esse autor, redes constituem a nova morfologia social de nossas sociedades, e a difusão da lógica de redes modifica de forma substancial a operação e os resultados dos processos produtivos e de experiência, poder e cultura. Formas sociais intermediárias são, por vezes, referidas como formas de organização em rede (Podolny; Page, 1998).

Uma das grandes vantagens da análise de redes é o fato de se constituir em uma ferramenta flexível, por meio da qual se pode lidar com um número considerável de fenômenos sociais. Essa tendência é confirmada por estudos recentes em sociologia econômica como em Zuckerman (2003). Esse autor em estudos que discutem sociologia econômica europeia e norte-americana, traz à luz a relação entre fenômenos econômicos e sociais e a existência de atores “econômicos” concretos.

Como ressaltado por Callon (1989), em áreas onde existem complementaridade e sinergia na associação de pessoas com especializações em atividades diferentes, que utilizam técnicas e equipamentos diversos, pode haver uma potencialização do conjunto e de cada um individualmente ao atuarem cooperativamente, como no caso da área em estudo.

Essas observações decorrem de sua visão em relação aos fatos científicos: eles são compostos de elementos heterogêneos, associam competências a equipamentos, textos a saberes tácitos, humanos a não-humanos. É desta impureza que depende sua capacidade de resistir e de interessar.

Abordagens feitas por esse autor em sua Teoria dos Atores em Rede referem-se aos atores como elementos que intervêm na rede, criando elos com outros agentes ou elementos, que podem ser humanos ou não-humanos. Esse conceito é fundamental ao se tratar de redes como na área em estudo, pois além dos aspectos de capacitação, comunicação, transferência e atualização do conhecimento, também há que se considerar a infra-estrutura necessária aos desenvolvimentos conjuntos visando à geração de produtos metrológicos.

Dada a convergência dos princípios, estrutura e formas de operacionalização dessa Teoria com as características das redes em MQ, esta é apresentada mais detalhadamente no tópico seguinte.

3.2.2 Teoria dos atores em rede

A Teoria dos Atores em Rede – *Actor-Network Theory* –, conhecida pela sigla ANT, deve apoiar o delineamento do modelo teórico desta pesquisa, em conjunto com fatores apontados por outros autores. Essa teoria, desenvolvida a partir do trabalho de Callon (1991) e Latour (1992), pode ser vista sob uma perspectiva que traz à baila toda uma infra-estrutura normalmente excluída,

quando se consegue grandes ganhos científicos e tecnológicos, por uma atuação conjunta com diversos atores.

A ANT representa uma frente de trabalho particularmente relevante e, segundo Kaghan e Bowker (2001), ainda deve ser alvo de muitos estudos que venham a propiciar uma compreensão mais ampla para o seu desenvolvimento.

A formatação de redes, de acordo com a ANT, compreende qualquer coleção de tangíveis, intangíveis e híbridos que podem se unir para participar de alguma atividade coletiva organizada em evento e temas específicos por algum período de tempo.

Pela ANT, o que distingue um grupo de outro é o tamanho e o escopo da atividade desenvolvida. Nessa perspectiva, o entendimento amplo de sistemas sóciotécnicos compreende conceitos de como atividades coletivas são criadas e mantidas, mesmo com grandes distâncias, por longos períodos de tempo e cruzando diversos tipos de comunidades interativas.

Essa teoria tem dado muita ênfase às áreas do conhecimento ligadas ao poder de cientistas e pesquisadores, abrindo possibilidades de incrementar o conhecimento científico sobre sistemas de gestão tecnológica, ponto central deste trabalho.

Evidencia-se uma clara consonância entre diversos aspectos da ANT com os objetivos desta pesquisa, por considerar como fatores críticos a união de competências e infra-estruturas das organizações, dentro de uma interação dinâmica, selando vínculos de acordo com compromissos assumidos.

Enquanto o sujeito se marca por sua unidade, a subjetividade é sempre parcial, pré-pessoal, polifônica e coletiva, segundo Moraes (2004). De seu ponto de vista sobre a teoria de rede de atores, é pertinente afirmar que esse processo de heterogênesse está em obra nas controvérsias científicas, na construção de uma rede a partir da mobilização de aliados. Esse autor pondera que uma rede de atores se define tanto pela mobilização do mundo quanto pela produção de subjetividade.

Trata-se de um caminho de duas vias: uma rede é um processo de produção com vínculos externos e, ao mesmo tempo, intenso em sua subjetividade. A abordagem desse autor configura um aspecto importante da atuação em rede, que é o entendimento das expectativas, a tradução em ações dos interesses dos membros que a integram, para gerar os resultados esperados.

Quanto maior essa compreensão, que não é simples, maior a força e adesão aos programas em rede.

Corroborando com o contexto apresentado, Escossia e Kastrup (2005) enfatizam que a noção de rede, tal como desenvolvida por Callon e Latour, surge como fundamental para a formulação de um conceito de coletivo, que considera a relação estabelecida entre humanos e não-humanos.

Com essa base estrutural de redes, pode-se ter uma dimensão que propicie um entendimento mais profundo sobre a constituição do psiquismo e de aspectos sociais que permita equacionar e superar as dicotomias que podem surgir ao se atuar com diversos atores.

Complementando a abordagem dessa teoria, numa citação relativa às regras governamentais dos Programas Tecnológicos Flexíveis da França, citado por Callon et al. (2002), evidencia-se a transformação de investimentos governamentais em construção de infra-estrutura de apoio a redes, propiciando vantagens competitivas às empresas pela economia gerada. Porém, estas devem buscar a sustentabilidade de suas atividades, terminados os suportes financeiros de estruturação e, sempre que possível, manterem a sua ligação com o governo para darem suporte às políticas governamentais.

Concluindo, a noção de sociedade somente como uma reunião de indivíduos vem sendo frontalmente rejeitada. Com relação às configurações em redes, estas tendem a ser compostas não apenas de indivíduos, mas de uma infinidade de materiais heterogêneos. Tal fato incorre numa intensificação da sinergia, articulação e trocas que ocorrem nesse ambiente, fundamentais ao se projetar o desenvolvimento de produtos tecnológicos como aqueles necessários à área em estudo.

3.2.3 Pólos de redes

Segundo Callon et al. (2002), as redes apresentam três pólos principais – científico, técnico e mercadológico sintetizados a seguir.

- pólo científico: é caracterizado essencialmente pela produção de conhecimento científico certificado, geralmente sob a forma de artigos em periódicos. Outros documentos podem ser gerados como relatórios e soluções tecnológicas, a exemplo daquelas voltadas à indústria;

- pólo técnico: é caracterizado pela concepção e desenvolvimento de produtos e pela capacidade de gerar serviços específicos. A regra central desse pólo dirige-se ao processo de inovação, gerando objetos técnicos como patentes, pilotos, protótipos, testes, normas, regras e métodos; e
- pólo mercadológico: descreve o estado da demanda, identidade dos consumidores, a natureza de suas necessidades, a hierarquia de suas preferências (critério de compra), suas formas organizacionais e assim por diante. Permite o delineamento do valor dos serviços sob a óptica dos consumidores. Para as companhias, esta informação é transmitida ao longo de sua rede para a distribuição e comercialização, e também as associações com usuários e consumidores. O mercado, na sua origem, é uma forma de organizar e coordenar a informação, uma máquina gigantesca de produção de informações mais ou menos inteligíveis e explícitas sobre a identidade dos usuários e suas expectativas.

3.2.4 Morfologia de redes

A morfologia da rede é uma fonte de reorganização das relações de poder. As conexões que ligam as redes (por exemplo, fluxos financeiros e influências políticas) representam os instrumentos privilegiados do poder. Assim, os conectores são os detentores do poder. Neste trabalho são estudadas as relações existentes nessas conexões, os fatores de influência em seu desempenho, externos e internos às mesmas, bem como dimensões de aprimoramento.

A ANT desenha redes como sempre abertas, independentes e passíveis de mudanças; foca o trabalho em andamento e os mecanismos adotados como efeitos de fechamento, levantando fronteiras e promovendo estabilidade e ordem em uma rede.

A rede de atores fala de um plano de conexões heterogêneas, a partir do qual emergem igualmente as ciências, crenças e religiões. Uma rede é marcada por múltiplas conexões e múltiplas entradas.

Contrastando com a ênfase na hierarquia de funções, outras aproximações adotam o conceito de estrutura sociotécnica, onde se insere a ANT, como uma ordem de negócio, segundo Strauss et al. (1981). Nesta visão, não há uma função dominante ou autoritária associada a um conjunto de rotinas, local ou

global, por meio das quais as diferentes funções são desenvolvidas na organização.

Com a mesma visão de redes, Larédo (1998) ressalta o fato de não haver um membro dominante, sendo os pesos relativos dos integrantes quase iguais.

3.2.5 Sub-redes

O processo de fechamento em uma rede é chamado de *caixa preta*, que significa definir os limites ao redor de uma sub-rede particular, especificando as entradas e saídas na interface, entre a sub-rede e o restante dos participantes da rede, assim como o desempenho esperado de todos os envolvidos.

Quando uma sub-rede é bem-sucedida nos moldes de uma caixa preta, ela pode ser vista como um simples recurso de entrada e saída, que atua de acordo com requisitos claros e bem definidos. Pouco ou nenhum trabalho adicional é necessário para demonstrar como a sub-rede pode ser conectada e como irá interagir com o restante da rede, pois o resultado de uma é rapidamente transferido para outra.

Esse conceito vem ao encontro das atividades desenvolvidas em rede na área de metrologia em química que são independentes em seus temas e, ao mesmo tempo, podem ter um entrelaçamento importante para o resultado final. Essas atividades são executadas por sub-redes, com competências específicas que podem ter uma atuação permanente ou temporária, gerando produtos metrológicos por meio de processos característicos de caixa preta e interagindo com outras sub-redes, transferindo e aprimorando os produtos gerados.

3.2.6 Critérios para classificação de redes

As classificações e formas de organização em redes são bastante diversificadas e definem um caminho, em geral específico, de acordo com a sua aplicação e funcionalidade. Alguns critérios básicos foram citados com frequência na literatura, como ressaltado por Grandori e Soda (1995):

- os *mecanismos de coordenação organizacional* variam conforme as diversas combinações e graus de informações ou de troca de informações, comunicação, negociações, planejamento, controles, integração,

articulação, responsabilidade, hierarquia, autoridade, incentivo, seleção dos participantes, infra-estrutura e suporte público;

- o *grau de formalização* em muitos sistemas, leis e contratos são os principais meios de formalização de relações interorganizacionais. Apesar de alguns estudiosos considerarem redes como dimensões de cooperação informais, segundo Hakansson e Snehota (1992), grande parte da literatura mostra que as relações interfirmas são formalizadas, e explicitamente reguladas e salvaguardadas, por meio contratual, e se constituem em importante dimensão de organização interorganizacionais; e
- o *grau de centralização* pode variar bastante, de acordo com a atividade e o nível de cooperação existente entre as partes.

3.2.7 Tipos de redes

Existem diversos tipos de redes que podem ser encontrados na literatura. Neste item são citados aqueles de maior convergência com as formatações possíveis de se adequarem às características da área de MQ.

3.2.7.1 Rede de Grandori e Soda (1995)

Este autor apresenta os seguintes tipos de redes:

- *redes sociais* – são firmas com relações puramente sociais, desprovidas de qualquer acordo formal;
- *redes burocráticas* – são redes de coordenação interfirmas formalizadas por troca ou acordos contratuais associados, P&D e consórcios de cooperação tecnológica; e
- *redes proprietárias* – são as redes burocráticas formalizadas por meio de contratos que adicionalmente têm compromissos de propriedade intelectual (direitos autorais).

A maioria dos casos de redes na metrologia em química, como a existente em âmbito nacional, enquadra-se nas características das burocráticas. Porém alguns produtos metrológicos gerados são passíveis de depósito de patentes, como nas proprietárias.

3.2.7.2 Rede de Callon et al. (2002)

São as denominadas redes técnico-econômicas, coordenadas por agentes heterogêneos. Esses agentes podem ser laboratórios públicos, centros técnicos de pesquisa, firmas industriais, organizações financeiras, usuários e autoridades públicas, que participam coletivamente no desenvolvimento e difusão de inovações que, por meio de numerosas interações, organizam o relacionamento entre a pesquisa técnico-científica e o mercado. Existem vários intermediários circulando entre esses agentes.

Essa rede pode escrever documentos como artigos científicos, relatórios, patentes e outros, incorporar soluções por meio de pesquisadores mudando de laboratório e engenheiros mudando de firma, gerar ganhos por contratos de cooperação entre centros de pesquisa e empresas, fazer empréstimos financeiros quando da contratação de serviço ou aquisição de produto e desenvolver atividades técnicas como protótipos, equipamentos e produtos destinados ao consumo final.

3.2.7.3 Rede de Larédo (1998)

De acordo com Larédo (1998), redes de caráter público existem sob duas formatações. A primeira voltada para novos métodos, é útil para tomada de decisão pública, visando atividades como novas medições ambientais, definição de boas práticas médicas ou normas para a qualidade de desempenho de equipamento médico. A segunda está relacionada com o desenvolvimento de novas opções tecnológicas para os chamados bens públicos, como energia de biomassa e células combustíveis.

São redes que de fato constroem a conexão entre pesquisa e políticas setoriais. Por similaridade com os produtos gerados na área de metrologia, é evidente que redes com essas características podem apoiar a consolidação de políticas públicas, assim como necessitam nelas estarem inseridas, tanto pelo aspecto financeiro como institucional.

Adicionalmente, atender a políticas setoriais significa selecionar e demonstrar que essas redes possuem um vasto espectro de atuação como na área em estudo. Com isso são disponibilizadas informações importantes aos tomadores de decisão, constituindo-se em geradoras de produtos metrológicos de uso público, convergindo com as perspectivas abordadas neste estudo.

Essas redes são importantes no desenvolvimento de programas de pesquisa e de inovação e na produção de bens coletivos, dado que seu principal resultado está na geração de novos conhecimentos básicos, em um meio de treinamento massivo.

Redes de caráter público são consideradas como um conjunto de relações relativamente estáveis, de natureza não hierárquica e interdependente, que vincula uma variedade de atores, os quais compartilham interesses comuns com relação a uma política e trocam recursos para satisfazer a esses interesses, reconhecendo que a cooperação é a melhor maneira de atingir objetivos comuns, segundo Börzel (1998).

Entende-se que a formação de redes temáticas, em apoio ao desenvolvimento setorial de um país, deve fazer parte de políticas públicas e deve ser operacionalizada por meio de órgãos específicos. Nessa mesma linha, Larédo (1998) enfatiza que há uma dimensão crucial para o sucesso da inovação que deve ser acelerada, com o devido apoio econômico, estimulando o processo de aprendizagem e os numerosos ajustes e redefinições que permitem a articulação entre os promotores políticos e os numerosos e diversos apoiadores dessas políticas.

Sem dúvida, apenas por meio de processos interativos e abertos que esses objetivos poderão ser progressivamente alcançados. Estudos que visam a implementar estruturas que considerem os fatores relevantes e apropriados e conseqüentemente viabilizem o desempenho de redes, como o proposto nesta pesquisa, são de grande valia, pelo possível impacto resultante. A evolução em consonância com políticas e objetivos de uso público efetivo deve incrementar o desenvolvimento tecnológico, fundamental ao crescimento social.

3.2.7.4 Rede ONSA – um exemplo

Existem experiências brasileiras na área tecnológica onde a operação em redes foi fundamental para o seu sucesso, alcançando visibilidade mundial, como o da rede Organização para Seqüenciamento e Análise de Nucleotídeos (ONSA) iniciada em 1997 pela Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). A sua formação inicial compreendeu trinta laboratórios ligados a instituições de pesquisa do Estado de São Paulo, desenvolvendo

projetos como *Xyllela fastidiosa*, Genoma Funcional, Genoma Cana-de-Açúcar, Genoma Humano do Câncer e outros.

Os integrantes da rede ONSA são unânimes em enfatizar a relevância do estabelecimento de uma metodologia de trabalho integradora para os diversos partícipes que viabilizou o alcance dos resultados. Foi evidente a importância dessa forma de organização na área da biotecnologia, desde a etapa da pesquisa básica até a produção. O seqüenciamento do DNA e o mapeamento de genomas são exemplos da primeira etapa, assim como os inúmeros conhecimentos e produtos intermediários obtidos na segunda e terceira etapas, resultando em uma expressiva gama de fármacos, vacinas, sementes e outros.

Existem semelhanças na trajetória da rede ONSA com a rede PBMQ estudada na pesquisa exploratória deste trabalho. Uma delas é a sua composição que contou com a participação de pesquisadores, tecnólogos, engenheiros, empresários, usuários e agentes governamentais. Outra semelhança foi a diversificação das competências técnico-científicas dessa rede, provenientes de instituições de norte a sul do Brasil. Também a distribuição regional dessas capacitações mostrou similaridades entre as duas redes. Por outro lado, os objetivos da rede ONSA eram específicos e o seu alcance se deu em um determinado período de tempo enquanto o campo de atuação da metrologia em química é bastante amplo e seu desenvolvimento é contínuo. Em ambas a atuação complementar e sinérgica foi relevante ao alcance de seus objetivos.

Por essa experiência pode-se observar que atividades inovadoras, como a da rede ONSA, são produtos de um esforço essencialmente coletivo. Porém, ações dessa natureza devem ser precedidas de articulações, em geral complexas e não-lineares. Este movimento prévio visa a identificar e vincular competências específicas que viabilizem os processos de aquisição de conhecimentos ao longo de uma cadeia de produção, conforme mencionado por Olalde (1999).

3.2.8 Cooperação e competitividade em redes

Vários aspectos relacionam-se com cooperação e competitividade em redes como os de caráter social, regional e os de gestão, conforme apresentados neste item.

3.2.8.1 Aspectos gerais

Sob várias perspectivas, observa-se que a cooperação entre empresas ou instituições é uma estratégia competitiva que pode impulsionar o desenvolvimento de atividades inovadoras e tende a apresentar desempenho superior em relação àquelas que não participam de tais arranjos, da categoria ou do grupo considerado (Nohria, 1992).

Também as conclusões dos estudos de Lomi e Grandi (1993) demonstram que organizações em redes têm apresentado evidências de que, seja qual for a sua formatação, o impacto dessa forma de organização é positivo quanto às chances de sobrevivência das firmas, quando comparado com aquelas individuais.

A importância estratégica de morfologias, sob a configuração em redes, é evidenciada por Castells (1999) em seus estudos, nos quais ressalta que esse aspecto gera uma determinação social em nível mais alto que a dos interesses sociais específicos, expressos por meio das redes: o poder dos fluxos é mais importante que os fluxos do poder.

As observações e análises feitas parecem indicar que a nova economia está organizada em torno de redes globais de capital, gerenciamento e informação, cujo acesso ao *know-how* tecnológico é importantíssimo para a produtividade e a competitividade, como enfatizado por Castells (1999), estudioso de destaque nessa área.

Da mesma forma, recursos escassos impelem as empresas e instituições para a busca de melhores formas e métodos de trabalho, pois estes representam fatores de competitividade e sobrevivência no mercado econômico globalizado, conforme Lima et al. (2000), idéia que reforça a importância das uniões e parcerias.

Pequenas e médias empresas podem obter vantagens competitivas, na medida em que tornam mais eficientes suas operações e estratégias, ao atuarem de forma associada e conjunta, como abordado nos estudos de Piore e Sabel (1984), Brusco e Righi (1989) e Porter (1993,1998). Nesse contexto, a cooperação interorganizacional é considerada como estratégia para sobrevivência e desenvolvimento de empresas, assim como um fator gerador de competitividade local e de desenvolvimento regional, citado por Freeman (1987), ao estudar temas

como Sistemas Nacionais de Inovação, e Esser et al. (1984), em Modelos de Competitividade.

Sistemas de inovação regionais com elevado grau de interação entre vários grupos de atores devem apresentar um alto grau de geração de conhecimento e inovação, segundo Teigland et al. (2004), mostrando o suporte desse tipo de atuação às questões de competitividade.

3.2.8.2 Aspectos sociológicos

Tratando-se de cooperação interorganizacional, nota-se que os interesses sociológicos iniciais em organizações, sob a formatação de rede, foram motivados em parte por uma visão organizacional crítica. A tarefa da sociologia econômica seria descrever o modo pelo qual ações econômicas são estruturadas mediante redes, segundo Swedberg (2004).

Essa análise se deve ao fato da importância das redes em termos da competitividade, dado que as ações econômicas não acompanham somente os caminhos concisos e diretos da maximização, tal como reivindicam os economistas, mas também aqueles consideravelmente mais complexos das redes, com um envolvimento direto de seus atores.

Numa visão sociológica, estudiosos evidenciaram a prevalência e a funcionalidade de formas organizacionais que não poderiam ser classificadas como mercado ou hierarquias, segundo Podolny e Page (1998). Como resultado desse trabalho sabe-se que a organização em rede estimula o aprendizado, representando um mecanismo para o alcance do *status* ou legitimidade, que permite uma variedade de benefícios econômicos, facilitando o gerenciamento de dependência de recursos e provendo uma considerável autonomia para os funcionários. Podem ser citadas como vantagens:

- aprendizado: cria condições para um aprendizado mais rápido, pois preserva uma maior diversidade de pesquisas de rotina comparativamente às organizações hierárquicas e compreende uma maior riqueza e complexidade de informações;
- legitimidade e *status*: decorrentes da associação ou da afiliação; e
- benefícios econômicos e de qualidade: pela maneira como os produtos podem ser gerados.

3.2.8.3 Aspectos regionais

Na questão da regionalidade, ao se atentar para o desenvolvimento de tecnologia, Marcelino e Vasconcellos (1984) apontam como um dos principais problemas o elevado nível de diferenciação entre os vários Estados do País, o que dificulta o delineamento e a implantação de uma política global para o país como um todo, considerando-se as condições demográficas, econômicas e culturais de cada região.

Um dos aspectos analisados nesta pesquisa é o envolvimento de instituições provenientes de diferentes Estados do País, ou seja, as especificidades das regiões devem ser observadas ao se analisar as demandas, disponibilizar recursos e, especialmente, ao se disseminar produtos metrológicos em apoio à competitividade regional.

3.2.9 Requisitos de redes

Segundo Tarapanoff (2001), em redes é importante que os participantes consigam comunicar-se, ou seja compartilhem os mesmos códigos de comunicação (por exemplo, valores ou objetivos de desempenho). Requisitos relevantes para o nascimento e manutenção das redes também são evidenciados por Corrêa (1999) e Casarotto Filho e Pires (1999) como as culturas de:

- **confiança:** diz respeito a questões ligadas à cooperação entre as empresas, envolvendo aspectos culturais e de interesse de pessoas e de empresas. A ética assume um papel fundamental e o conhecimento sobre pessoas ou empresas que têm interesses comuns são os primeiros passos para a geração desta cultura. Conforme Corrêa (1999), o fortalecimento da confiança entre os parceiros é fundamental na criação, manutenção e desempenho das redes. Este é o requisito mais mencionado na conexão das relações de cooperação interorganizacionais, tanto na literatura como na pesquisa experimental. Os agentes envolvidos devem estar confiantes de que outros agentes irão atuar no interesse do sistema de cooperação do qual eles participam, havendo assim convergência de interesses. Mesmo quando há conflito de interesses, deve existir confiança uns nos outros, sem controle ou salvaguardas, com base no mecanismo de integração, como normas sociais e de identificação;

- competência: diz respeito às questões ligadas às competências essenciais de cada parceiro. Engloba desde aspectos materiais, como as instalações e equipamentos, até aqueles imateriais, como os processos, o saber como fazer os processos (*know-how*). Na literatura há evidências sobre diferentes fatores relevantes na análise da competência de cada parceiro, e conforme Olave e Amato Neto (2001) neste aspecto devem ser analisados fatores como:
 - valor agregado pelo parceiro ao cliente final;
 - robustez da diferenciação conseguida pelo parceiro; e
 - flexibilidade operacional – tipo e quantidade na produção e prazo de entrega.
- tecnologia da informação: diz respeito ao fluxo de informação que é vital para a implementação e o desenvolvimento de redes flexíveis. Trata-se, portanto, de aspectos ligados aos recursos computacionais para o processamento dos dados como, por exemplo, os tipos de informações transmitidas, entre quais parceiros, quais os meios de comunicação, armazenamento, acesso de informações e base de dados.

3.2.10 Estruturas sociais

Dado o processo de construção social de redes, a sua gestão e conceitos como impregnação, vazio estrutural e conectores fazem parte dessa estrutura, cujos conceitos são abordados neste item.

3.2.10.1 Construção social e interfaces

Para Granovetter (1992) redes não emergem automaticamente por pressões, mas são socialmente construídas, motivo pelo qual exercem um *feedback* em relação às instituições, ajudando a redefini-las. Também têm ação na internalização de normas e procedimentos, bem como na consolidação de valores culturais.

Peci e Costa (2002) reforçam esse conceito ao dizerem que as análises em redes privilegiam uma visão estrutural e funcionalista, quando na verdade são construções sociais, ou seja, existe um equívoco conceitual que pode prejudicar a adequada compreensão das teorias de redes.

A rede estabelece uma maior área governança envolvendo empresas, organizações e todo o ambiente institucional. Na taxonomia recente dos arranjos institucionais, as redes figuram como elementos de interface no plano horizontal e vertical entre os mercados, o Estado e a comunidade, assumindo hierarquias diversas, segundo Hollingworth e Boyer (1997).

É visível que uma organização em rede representa um grande potencial para a inovação, decorrente do desempenho associado às interações e conseqüente sinergia, numa dinâmica que compreende atores e infra-estrutura articulados com e entre instituições, agências públicas e mercado. As premissas para o sucesso estão na multiplicidade de interfaces das competências envolvidas – papéis, atividades, instituições e atores – que demandam uma gestão adaptada à realidade e aos anseios dos que dela participam.

Hoje os sociólogos-economistas preocupam-se com outros aspectos, considerados relevantes para a atualidade, como formas de gestão. A preocupação com os custos de transação, por exemplo, parece haver se esgotado e, ao mesmo tempo, verifica-se um interesse crescente pelo trabalho dos economistas com foco em instituições e nas relações entre elas. Existe ainda um sentimento cada vez maior de que a sociologia econômica e a economia comportamental têm muito em comum, segundo Camerer et al. (2004).

3.2.10.2 Impregnação

A concepção do termo “impregnação” retoma e refaz conceitos da estrutura social, incluindo a questão da colaboração, os quais foram ofuscados na obsessão pela eficiência presente nas teorias econômicas em algumas escolas do pensamento. Também é considerada a subjetividade nas relações econômicas, ressaltando aspectos como a confiança e a colaboração. O conceito de “impregnação”, resultante do trabalho de Granovetter (1985), advém do programa de pesquisa na linha de discussão de “mercado e hierarquia”.

Considerando esse argumento da impregnação, Baiardi e Basto (2006) afirmam que as relações sociais e profissionais se superpõem de tal forma que os padrões de transação entre organizações tendem a obedecer outras lógicas, além daquela prevista nas relações econômicas.

Esses conceitos referem-se tanto à superposição das relações sociais às relações econômicas, quanto à combinação entre as relações sociais. Em

redes é fácil imaginar a presença da “impregnação”, como mencionado na literatura. Como exemplo, Kilduff e Tsai (2003) citam colegas de estudo que passaram a trabalhar juntos, superpondo relações de amizade às relações de trabalho; também mencionam empresários que escolhem parentes como fornecedores, superpondo a relação de parentesco à relação comercial.

Nesse contexto as pessoas tendem a fazer negócios com amigos e conhecidos mais do que tentam buscar parceiros de negócio no mercado desconhecido. As inovações são transmitidas por meio de relações; assim, seriam as relações “impregnadas” condutoras mais ágeis das inovações?

Dois outros conceitos estão associados à “impregnação”: o de conectores e o da força dos laços fracos. Os conectores são aqueles atores que transitam entre diversas redes e promovem a construção de pontes entre redes distintas, ou seja, concentra-se nesse ator a superposição de relações. Em uma rede esse ator pode ter relações de amizade, enquanto em outra mantém relações comerciais.

O segundo conceito – a força dos laços fracos – foi cunhado por Granovetter (1973). Ao pesquisar como as pessoas conseguiam empregos, o autor observou que as indicações de “conhecidos” para uma vaga pesavam muito mais que as indicações de parentes na obtenção de empregos.

3.2.10.3 Vazio estrutural e conectores

Num texto bastante influente e citado com freqüência, Burt (1983) sugeriu que a capacidade empresarial podia ser compreendida com ajuda da análise de redes. Sua idéia básica era a de que um empreendedor conecta dois grupos de pessoas que, sem a atuação dele, permaneceriam destituídas de conexão, como, por exemplo, compradores e vendedores. Em suas atribuições como intermediário, o empreendedor se engancha por assim dizer num “vazio estrutural”, segundo esse tipo de argumento.

O conceito de vazio estrutural é o oposto da “impregnação”. Enquanto no último há uma superposição de relações, no primeiro a relação entre dois atores, grupos ou organizações é inexistente. Essa inexistência ou falha ocorre, por exemplo, quando o segmento científico descola-se do setor produtivo.

Os vazios estruturais são abordados por Burt (1995) como oportunidades para estabelecer conexões ao invés de torná-los elementos

ausentes. Assim, pessoas, setores e organizações podem desempenhar o papel de *liaison* ou conector, estabelecendo a relação onde esta se faz necessária, ampliando o seu papel social.

Esta função de conector pode ser útil sob a perspectiva da estrutura social competitiva, em que o capital social pode significar o diferencial para o sucesso. A taxa de retorno depende da relação com a qual o capital é investido. E o capital social torna-se uma variável crítica. Diferentemente das outras modalidades de capital, o social é o único que se expande com o uso, não se desgasta, estabelece sinergias com o capital humano e intelectual e, uma vez construído, dificilmente é desconstruído; pelo contrário, pode até ser expandido como capital de rede de acordo com Wellman et al. (1996).

3.2.11 Fatores de manutenção

Seja qual for o arranjo, a forma de cooperação deve estar sustentada por uma base comum de princípios. As aproximações de negócios focam esses princípios e definem a criação e a formatação das redes, de modo que são as negociações de fato que levam aos acordos e formatos finais das redes.

Esses princípios, juntamente com as razões, justificativas, contingências e fatores de responsabilidade, definem a própria sobrevivência das redes. Fatores como efetividade econômica e eficiência desempenham um papel expressivo na definição dos modelos. Entretanto, outras forças existem como a legitimação, apoiada em suporte público, e legislação, conforme Carrol et al. (1988). Esses fatores foram identificados em redes na área de metrologia em química, observando-se que são relevantes para a manutenção das redes e influenciam a sua própria formatação e integração nos sistemas metrológicos nacionais.

A dependência de recursos é um fator destacado no estudo de redes e pode ocorrer tanto em termos qualitativos quanto quantitativos. Segundo Grandori e Soda (1995), na análise quantitativa devem ser questionados pontos como interdependência, relevância da atividade para cada firma, processo de desenvolvimento ou troca de bens e serviços e transformação de processos em conjunto.

Como ordem qualitativa, Grandori e Soda (1995) caracterizam a interdependência horizontal, baseada em simbiose e complementaridade, que

pode requerer diversos mecanismos de coordenação, diferentes daqueles necessários numa interdependência vertical.

3.2.11.1 Princípios

De acordo com Guarnieri (2005), para que uma rede organizacional exerça todo o seu potencial, é preciso que sejam criadas equipes de trabalho que atendam a princípios, simbolizados na FIG.6:



FIGURA 6 - Princípios de redes

Fonte: Guarnieri (2005)

Esses princípios, relevantes ao se considerar a formação de redes, podem ser detalhados da seguinte maneira:

- **propósito unificador:** é o espírito de uma rede. Pode ser expresso como um alvo unificador e um conjunto de valores compartilhado pelos participantes, de forma esclarecedora, democrática e explícita;
- **participantes independentes:** fazer parte de uma rede não quer dizer deixar de lado sua independência. Ao contrário, uma rede requer participantes independentes, automotivados, não limitados por hierarquias. Cada participante possui talentos únicos, diferentes e valiosos para trazer ao grupo e para exercer sua criatividade, portanto é preciso independência. É o equilíbrio entre a independência de cada participante e a interdependência cooperativa do grupo que dá força motriz a uma rede;
- **interligações voluntárias:** os participantes da rede se relacionam e realizam tarefas de forma voluntária e automotivada, podendo escolher

seus interlocutores e optar por trabalhar em projetos que os ajudem a cumprir seus objetivos pessoais e organizacionais;

- **multiplicidade de líderes:** uma rede possui menos chefes e mais líderes. Líderes podem ser caracterizados como pessoas que assumem e mantêm compromissos, mas que também sabem atuar como seguidores e permitem ser liderados. Como cada participante traz seus talentos à rede, estes vão ser utilizados para a resolução dos problemas trazidos pelo grupo. Descentralização, independência, diversidade e fluidez de liderança são atestados de autenticidade de redes que visam à transposição de fronteiras;
- **interligação e transposição de fronteiras:** redes pressupõem transposição de fronteiras, quer sejam geográficas, hierárquicas, quer sejam sociais ou políticas. O alcance dos objetivos e propósitos são prioridades, não importa que para isso seja necessário por exemplo o gerente delegar uma tarefa ao diretor, ou se a pessoa que melhor complementa a sua aptidão para um determinado projeto esteja trabalhando a 2 mil km de distância;
- **formação de grupos de trabalho:** para tratar de assuntos de interesse da rede. Os Grupos de Trabalho (GT) são temáticos ou de execução de tarefas. Por exemplo: GT Conceitual, GT Integração e Participação, GT Captação de Recursos, GT Tecnologia, GT Mecanismos de Reconhecimento e Visibilidade; e
- **criação dos fóruns:** os fóruns são encontros periódicos, em que temas relevantes são debatidos, buscando formas de compartilhamento de experiências e solução de problemas sociais. É um espaço onde se envolve toda a rede.

3.3 Gestão em redes

Trabalhar em rede não é seguir regras tampouco copiar modelos e sim criar, de forma coletiva e democrática, pactos que possam orquestrar as individualidades geridas sob um olhar coletivo.

Neste tópico a gestão compreende a rede como um todo, dentro do princípio de uma construção social, que deve ter mecanismos de articulação – negociador e político – e mecanismos de atuação com base na

cooperação resultante de arranjos (inter)institucionais. Esse movimento deve ser feito por todos os membros da rede e não apenas pelo gestor da rede, garantindo que a gestão seja compartilhada e permitindo ampla participação das instituições-membros. Nesse aspecto, o planejamento deve ser participativo e integrador, bem como os processos de implantação e de avaliação, segundo Peci e Costa (2002).

Outros fatores importantes na gestão de redes são os atores, os recursos, as percepções e as regras. O grau de interesse nos objetivos e valores dos membros das redes, bem como a institucionalização dos acordos, das regras, das responsabilidades, da distribuição do poder, dos critérios de entrada e saída dos atores na rede também devem ser considerados. Destacam-se ainda os processos de comunicação, por desempenharem o papel de tornar os objetivos e ações transparentes a todos os componentes da rede conforme Fleury (2002).

Grandori e Soda (1995) delineiam caminhos para entender a natureza e a variedade dos mecanismos de coordenação empregados para manter a cooperação interfirmas, assim como para entender a especificidade de cada forma de rede em termos da mistura peculiar de mecanismos de coordenação empregados. Esses autores citam mecanismos de coordenação organizacional usados em redes interorganizacionais, como:

- **comunicação, decisão e negociação** – há menos custo e maior onipresença onde as redes estão operando. Para formar alianças, os participantes devem ser procurados e os termos das negociações devem ser acordados. Para manter cooperações mais duradouras, devem ocorrer comunicações seqüenciais e repetitivas relacionadas às decisões e negociações. Exemplos são as redes interpessoais entre firmas que visem à troca de informações, segundo Aldrich e Glinov (1990) e Granoveter (1985);
- **coordenação social e controles** – todos os tipos de sistemas estáveis de cooperação têm um lado social, conforme Griesinger (1990). É valioso saber como os mecanismos de coordenação social e de controle podem desenvolver relações interorganizacionais, tanto por tratarem dos aspectos peculiares como alguns que possam ter sido negligenciados. Considera-se aqui todo o tipo de coordenação social e de controle de relacionamentos estáveis e profundos baseados em normas de grupos, reputação e controle de pares, de acordo com Ouchi (1979, 1980);

- **integração e articulação** – com as Unidades correspondentes às responsabilidades horizontais e papéis e mecanismos-chave para criação de organização de redes, considerando os fatores internos e externos;
- **equipes** – quando o escopo da cooperação é amplo ou o número de firmas é elevado, as atividades de coordenação tornam-se muito importantes e necessitam de pessoal dedicado, podendo haver pessoas comuns em equipes diferentes;
- **relações hierárquicas e de autoridade** – uma das idéias antigas da ciência das organizações é de uma firma empregar outros mecanismos de coordenação, como comunicações, negociações laterais, grupos de trabalho e de decisão, objetivos e incentivos e estruturas matriciais. Quanto mais complexas são as instituições, ou as redes, mais estas farão uso extensivo, porém não exclusivo, da hierarquia;
- **sistemas de planejamento e de controle** – a cooperação traz consigo problemas de controle de comportamento dos cooperados. Sabe-se que os controles de sistemas baseados em resultados são mais efetivos do que aqueles que vêm da supervisão hierárquica de comportamentos;
- **sistemas de incentivo** – objetivos por realinhamento tornou-se um modo de coordenação em contextos de atividade de informação complexos. Mecanismos de coordenação podem prover particularmente fortes incentivos para iniciar e manter relações cooperativas, a exemplo daqueles comuns em áreas de pesquisa e de desenvolvimento que envolvem direitos autorais;
- **sistemas de seleção** – uma maneira significativa de coordenar redes interorganizacionais é fazer a seleção dos participantes, tomando por base alguns pressupostos de comportamento que sejam relevantes para a cooperação;
- **sistemas de informação** – esses sistemas têm sido de longa data considerados como mecanismos de integração vertical entre firmas mais recentes, sendo tomados como integradores horizontais poderosos para gerenciar a interdependência dentro e entre firmas, (Ciborra, 1990; Ebers, 1993). Os mecanismos de coordenação de redes de informação tecnológica merecem um lugar de destaque: em primeiro lugar em razão

da espetacular redução de custos em comunicação e, em segundo, porque as redes de informação tecnológica podem ser empregadas como mecanismos de coordenação isolados, baseados mais em máquinas do que em pessoas; e

- **infra-estrutura e suporte público** – sabe-se que, em muitos casos, a cooperação poderia ser altamente benéfica, mas não o é, pela dificuldade em manter a sua operacionalidade e conseqüentemente atingir os seus objetivos. Esse fato ocorre de forma clara quando no processo de cooperação sucedem atividades inovadoras. Nesses casos, alguma forma de suporte por parte de agentes públicos é fundamental. Também relevante é o alto grau de envolvimento de agências governamentais na criação de infra-estruturas para o desenvolvimento de pólos científicos.

3 4 Avaliação e monitoramento

Monitorar sistematicamente é um recurso fundamental, de maneira a mensurar o desempenho em termos de seu impacto, produtos gerados e competitividade. Monitorar e definir indicadores estruturais e de interação entre os atores, bem como o desempenho de cada nó e as relações com outras organizações – academia, mercado e governo – devem ser atividades contínuas.

No que se refere à eficácia na gestão de redes, destacam-se instrumentos de controle que devem estar direcionados para os resultados e não para os aspectos burocráticos, que são objetivo-meio na gestão de políticas. A eficácia deve ser avaliada pelo alcance dos resultados acordados na rede, segundo Passador (2000) e Barbosa e Medeiros (2003). Em seu livro “*Avaliação de serviços e programas sociais*”, Aguilari e Ander-Egg fornecem uma definição bastante detalhada sobre este tema:

"A avaliação é uma forma de pesquisa social aplicada, sistemática, planejada e dirigida; destinada a identificar, obter e proporcionar de maneira válida e confiável dados e informação suficiente e relevante para apoiar um juízo sobre o mérito e o valor dos diferentes componentes de um programa (tanto na fase de diagnóstico, programação ou execução), ou de um conjunto de atividades específicas que se realizam, foram realizadas ou se realizarão, com o propósito de produzir efeitos e resultados concretos; comprovando a extensão e o grau em que se deram essas conquistas, de forma tal que sirva de base ou guia para tomadas de decisões racionais e inteligentes entre cursos de ação, ou para solucionar problemas e promover o conhecimento e a compreensão dos fatores associados ao êxito ou ao fracasso de seus resultados" (Aguilari, Ander-Egg, 1994, p. 31).

Em linhas gerais, pode-se dizer que os objetivos da avaliação são conhecer, por meio de comprovação objetiva e sistemática, o andamento de um projeto, se os objetivos e metas estão sendo alcançados e se a situação-problema está sendo modificada.

Na parte experimental desta pesquisa é realizada a avaliação da rede do Programa Brasileira de Metrologia em Química (PBMQ). Na análise da eficácia, verifica-se o alcance dos resultados previstos e mesmo se estes são pertinentes. Essa análise é feita em relação aos beneficiários do projeto e ao impacto que se espera provocar com os produtos metrológicos gerados, que se constituem no aspecto central a ser avaliado.

É preciso notar que os participantes possuem valores e objetivos comuns, porém dinâmicas diferenciadas de trabalho. O todo e os pontos da rede devem ser igualmente e paralelamente considerados. Uma avaliação deve abordar a lógica orgânica das redes, a um só tempo o todo e as partes. São itens importantes a serem avaliados quando se atua em rede: participação, geração e troca de conteúdos, interatividade e conectividade e adesão.

Finalizando este capítulo, observa-se claramente que, numa rede, seus membros participam de um coletivo, tomam decisões, atuam em diferentes instâncias de poder, têm papéis e atribuições que se diferenciam, conforme as estratégias e finalidades a que se destinam. Além dos fatores internos, existem influências externas, controláveis ou não.

A formação de redes de fato parece ser elemento estratégico da nova economia e determinante para os rumos futuros de um país, onde a gestão assume um papel relevante. Nesse contexto, definir fatores que influenciam o desempenho de redes e possibilidades de aprimoramento, dando base a formatações adequadas que resultem em atuação eficaz e eficiente, é fundamental.

3.5 Síntese analítica dos fatores de influência

Neste tópico são sintetizados fatores que afetam o desempenho de redes na área em estudo, ou seja, aqueles que influenciam o alcance dos resultados em termos dos produtos metrológicos gerados. De acordo com a pesquisa bibliográfica realizada, são abordados conceitos e parâmetros enfatizados na literatura, numa perspectiva morfológica, econômica e social.

O objetivo desse levantamento é identificar as melhores formas de conjugação de competências pessoais e institucionais que resultem em gestões eficazes e produtivas. Também são valorizados aspectos de aprimoramentos no sistema de gestão, auxiliando o alcance de objetivos comuns, coletivos.

Para facilitar a compreensão, é feito um enquadramento desses fatores por tópicos, os quais, conceitualmente, enquadram-se nas definições dos fatores críticos de sucesso. Alguns são internos, como as relações interpessoais e interorganizacionais dos partícipes, competências, coordenação e geração dos produtos, e outros de caráter externo, como as políticas que se refletem no apoio financeiro e institucional em nível de Estado e a formalização da rede, que afetam o seu desempenho.

Fatores críticos de sucesso, de acordo com Rockart (1979), abordam relacionamentos com e entre áreas ou processos das organizações. Alguns dizem respeito ao ramo da atividade desenvolvida, outros são atribuídos a vários componentes da organização e também a subunidades organizacionais específicas. Segundo Rockart (1979) a identificação desses fatores, em número, não deve ser muito extensa, é preferível fazer desdobramentos posteriores.

A dinamicidade admitida no conjunto de fatores estratégicos para o sucesso de uma gestão decorre dos impactos provocados pelas mudanças nos ambientes internos e externos da organização, segundo Silveira (2003). Tais mudanças devem ser monitoradas e avaliadas e podem acarretar alterações no conjunto de fatores, afetando no grau de importância dos mesmos.

3.5.1 Fatores críticos de influência no ambiente externo

As redes em estudo são de caráter público, tendo por finalidade gerar ou apoiar o desenvolvimento de bens e serviços coletivos, de acordo com padrões mundiais. Pelo levantamento bibliográfico realizado, alguns fatores se sobressaem no cenário relacionado com a formação, manutenção, competitividade e qualidade de redes em metrologia em química. São evidenciados pelos autores e fazem parte do contexto em que se insere essa área, aspectos de caráter político, econômico, de demanda, de interação internacional e regional.

Pelo lado político e econômico, o reconhecimento de redes, em especial as de caráter público, relaciona-se com a possibilidade de apoio

financeiro para o seu desenvolvimento e reconhecimento formal do papel da rede no sistema metrológico. No caso de redes, os mecanismos de reconhecimento, perante os pares em nível mundial e o mercado usuário demandam uma identidade formal para a rede.

No aspecto econômico Larédo (1998) ressalta que o desenvolvimento de redes públicas deve fazer parte de políticas públicas, e do planejamento governamental. Esse autor enfatiza que há uma dimensão crucial para o sucesso da inovação que deve ser apoiada economicamente, estimulando processos inovadores e de aprendizagem, como se observa nas redes em MQ.

Corroborando essas colocações, Grandori e Soda (1995) ressaltam que muitas vezes ocorrem dificuldades financeiras até mesmo para manter o sistema operante, prejudicando o desempenho em redes. Essa situação se evidencia claramente quando no processo de cooperação ocorrem atividades inovadoras. Nesses casos, alguma forma de suporte por parte de agentes públicos é fundamental, assim como um intenso envolvimento de agências governamentais na criação de infra-estruturas para o desenvolvimento de pólos científicos.

Complementando, esses autores também mencionam que numa atuação em rede deve-se buscar a auto-sustentabilidade naquilo que já foi estruturado, garantindo a continuidade dos produtos gerados que neste caso são de uso público e o suporte às políticas governamentais em atendimento às regulamentações.

O entendimento do estado da arte, com relação aos requisitos metrológicos mundiais, requer uma estreita interação com as organizações internacionais que atuam nessa fronteira do conhecimento. Essa interação propicia a execução de medições de forma atualizada com as práticas metrológicas reconhecidas, viabilizando a realização de medições segundo padrões e referências adotadas na área de metrologia em química em bases conceituais mundiais.

Como uma rede nessa área deve apoiar o desenvolvimento de produtos de um país e assegurar a qualidade de produtos importados e exportados, sistemas de medição nacionais devem estar atualizados com práticas comparáveis com as mundiais, permitindo a equivalência nos resultados das medições.

Esses aspectos foram evidenciados na contextualização deste trabalho, ao se descrever o papel dos sistemas metrológicos, a Convenção do Metro e o Arranjo de Reconhecimento Mútuo. A formalização do sistema de redes em MQ é importante por permitir a participação de seus integrantes nas atividades de organizações como o Comité Consultatif pour la Quantité de Matière (CCQM) e o Sistema Interamericano de Metrologia (SIM).

O desenvolvimento de produtos metrológicos, com o envolvimento de competências altamente especializadas e atualizadas em medições, deve ocorrer em sintonia com as demandas existentes no país que provêm dos diversos segmentos do mercado e também da necessidade de estabelecimento de padrões industriais e comerciais, como os regulamentados pela International Organization for Standardization (ISO) e Comité Européen de Normalisation (CEN).

No Brasil as atividades de Tecnologia Industrial Básica (TIB) claramente evidenciam essas demandas por medições que dão base às certificações, credenciações, normalização e controles de qualidade, visando à eficiência na produção e no comércio de bens e serviços que atendam às necessidades da sociedade, conforme Ministério da Ciência e Tecnologia (2001b).

Existem aspectos regionais que devem ser considerados em uma atuação em rede. Marcelino e Vasconcellos (1984) apontam o elevado nível de diferenciação entre os vários Estados, o que dificulta o delineamento e a implantação de uma política global para o país. Esse fator deve ser observado na dinâmica de uma rede, visando à sua competitividade mundial.

3.5.2 Fatores críticos de influência no ambiente interno

No ambiente interno de redes, na área em pauta, uma cooperação competitiva pode ser benéfica para os seus participantes, atentando-se ao fato de que diversos fatores influenciam o resultado final.

A motivação é um desses fatores, a qual deve ser valorizada, pois em várias situações é o que define a intensidade do alcance dos objetivos nesse tipo de sistema.

A formatação de redes idealizada para essa área é a de um sistema aberto altamente dinâmico, sinérgico e receptivo à inovação e adaptado à

economia capitalista. Redes figuram como elementos de interface no plano horizontal e vertical entre os mercados, o Estado e a comunidade.

De maneira geral, as características internas demandadas para atuação em rede têm uma grande convergência com as redes técnico-econômicas descritas por Callon et al. (2002) na Teoria dos Atores. Aspectos relevantes na atuação em redes, evidenciados nessa teoria e também abordados por outros autores, ressaltam a importância das infra-estruturas institucionais, das competências, tidas como capitais sociais, das estruturas, compreendendo sub-redes, e dos mecanismos de coordenação, considerando os níveis possíveis de formalização entre as relações estabelecidas.

Conforme extensivamente pesquisado na literatura, os fatores de influência externos e internos existentes nos cenários tecnológicos, metrológicos e mercadológicos devem ser considerados para o desempenho eficiente e eficaz em redes na área em estudo, os quais estão sintetizados na FIG.7.



FIGURA 7 - Síntese dos fatores de influência no desempenho de redes
Fonte: elaborado pela autora

A base da FIG.7 compreende os alicerces e fundamentos que podem dar a sustentação necessária a uma rede na área em estudo. Os fatores de influência internos e externos representam riscos ou dificuldades em sua operacionalização. Porém, esses fatores se bem gerenciados e cuidados, poderão contribuir para com o sucesso no desempenho de redes, como aquelas enquadradas no ambiente da área em estudo. Assim, com a existência de condições favoráveis pode-se alcançar o adequado desempenho de redes, caracterizado por resultados como os relacionados na parte central dessa figura, que expressam o caráter benéfico de atuações cooperativas como redes.

3.5.3 Hipóteses

O levantamento bibliográfico realizado, o cenário em que se insere a área de metrologia em química e as suas próprias características, bem como as discussões precedentes fornecem a base para a formulação das hipóteses, que orientam a investigação científica deste trabalho. Tais hipóteses derivam dos objetivos deste estudo e, após a sua demonstração, devem propiciar avanços sobre questões abordadas na pesquisa exploratória, bem como um melhor entendimento sobre atuação em redes na área em estudo.

- hipótese 1 – Pela diversidade de demandas na área de metrologia em química a atuação em redes é benéfica para as instituições e para o País.
- hipótese 2. – Para um desempenho eficiente e eficaz na geração e disseminação de produtos metrológicos na área química em rede devem ser considerados os fatores de influência e as dimensões de aprimoramento em sua gestão.

A **primeira hipótese** visa a demonstrar a necessidade de contar com competências em diferentes campos da química no contexto metrológico, dadas as necessidades existentes nos diversos segmentos industriais, da saúde e ambientais. Essas competências referem-se tanto aos recursos humanos quanto aos institucionais, laboratoriais e logísticos.

Atividades cooperativas em redes na área de MQ podem suprir essas demandas, por meio das capacitações existentes em um país, as quais podem ser usadas de imediato ou após algum aprimoramento, sempre atendendo aos

padrões mundiais da qualidade em medições. Com isso, um país pode crescer e se resguardar quanto aos produtos e serviços oferecidos à sociedade.

Essas constatações são feitas por diversos autores cujos estudos permitem apresentar aspectos benéficos numa atuação cooperativa sob a forma de redes. As diversas perspectivas apresentadas nas abordagens feitas por estudiosos da área encontram-se detalhadas na discussão da hipótese 1.

Redes emergem como um caminho para o desenvolvimento das organizações inseridas em uma economia globalizada em busca da competitividade nacional, conforme Olave e Amato Neto (2001). Este fato é fundamental para a área em estudo que tem uma relação direta com transações comerciais. Quando empresas se organizam sob a forma de cooperação, conseguem obter ganhos, que num nível individual não seria possível alcançar, conforme Silva (2003).

Estudos de Callon (1989, 1991) e Latour (1992) relacionam áreas complementares e sinérgicas na associação de pessoas com a potencialização do conhecimento conjunto, do indivíduo e da instituição, significando ganhos científicos e tecnológicos. Nessa mesma direção, Podolny e Page (1998) concluem que organização em rede estimula o aprendizado. Claramente, a sinergia gerada em redes é um dos aspectos importantes, facilitando a transformação do conhecimento no processo de criação e desenvolvimento, conforme Castells (1999).

Esta hipótese também aborda a diversidade da MQ, fato visível dada a sua aplicação às medições realizadas em campos multidisciplinares de diversas áreas. Referências encontradas na literatura mostram a amplitude e a diversidade de competências necessárias ao atendimento dessa área, demandando infra-estruturas domésticas condizentes.

No mercado mundial, negócios transnacionais crescem ano a ano, intensificando-se as trocas de bens e serviços, conforme Boxberger e Klimenta (1999), com conseqüente aumento de barreiras técnicas, segundo estudos de Lima (2003). O atendimento a normas e regulamentos técnicos, certificações e creditações são atividades demandantes de medições. Com relação aos limites impostos para a exportação também existe uma demanda importante por medições relacionada com vantagens competitivas diferenciando os bens domésticos em termos de qualidade, segundo Blind (2001).

Autoridades da área, como o Comité Consultatif pour la Quantité de Matière (CCQM) e o Bureau International des Poids et Mesures (BIPM), apresentam redes como alternativa viável para atender a diversidade de demandas na área de metrologia em química (Comité International des Poids et Mesures, 2003).

A **segunda hipótese** explora aspectos relevantes para que haja sucesso no desempenho de redes. Essa hipótese tem duas partes. A primeira visa a destacar fatores que influenciam os resultados finais, neste caso os produtos metrológicos gerados em redes. Por meio dela são analisados fatores em rede que, se bem gerenciados e cuidados, são benéficos aos que atuam sob essa forma de configuração.

A segunda parte dessa hipótese refere-se ao fato de que para o sucesso de uma gestão em redes é vital que sejam consideradas as dimensões de aprimoramento, conforme avaliado no estudo de caso realizado nesta pesquisa. Na demonstração desta hipótese são analisados componentes específicos de seu modelo de gestão, sendo identificados pontos fortes e fracos, que conduzem a propostas de aprimoramento.

Os estudos de caso realizados apresentam um conjunto de dados cuja abrangência permite a discussão dos aspectos levantados nessas hipóteses de forma consistente e sob diferentes perspectivas, quanto aos cenários da área e abordagens feitas. Assim, vale analisar se redes constituem-se no futuro da gestão para essa área e se hoje esse tipo de gestão é uma tendência real, considerando os benefícios de sua operacionalização.

Na discussão dos resultados são usados conceitos e definições de qualidade, de produtos metrológicos, de competitividade, de capacitações e de redes, em especial a Teoria dos Atores em Redes, já apresentada em capítulos anteriores.

Pelas similaridades encontradas entre a teoria de redes ANT e as redes existentes na área de MQ, os estudos de Callon (1992); Latour (1992) foram relevantes na comprovação desta hipótese. Dentre os fatores destacados encontram-se a seleção de atores com base no conhecimento e experiência nos temas específicos de sua atuação, dado que barreiras intelectuais e sociais são tanto menores quando maior o domínio da tecnologia, segundo Berger e Luckmann (1967); Kogut e Zander (1992).

Considerando os fatores de influência presentes em uma rede e visando ao sucesso de seu desempenho, as dimensões de aprimoramento assumem um papel relevante, como constatado por autores como Passador (2000) e Barbosa e Medeiros (2003).

A FIG.8 sintetiza os principais passos da pesquisa adotados até esta fase. Como pode ser observado, após a definição dos objetivos foi realizada uma extensa revisão bibliográfica que permitiu a elaboração das hipóteses. Em etapa subsequente encontra-se a pesquisa exploratória constituída por um estudo de caso múltiplo que compreende avaliações em nível nacional e internacional. Este estudo e o levantamento na literatura dão base para a demonstração do alcance dos objetivos e comprovação das hipóteses. Em decorrência de todos esses estudos teóricos e práticos são observados fatores que permitem uma melhor compreensão sobre redes na área de MQ, bem como influências e aprimoramentos em sua gestão e desempenho.

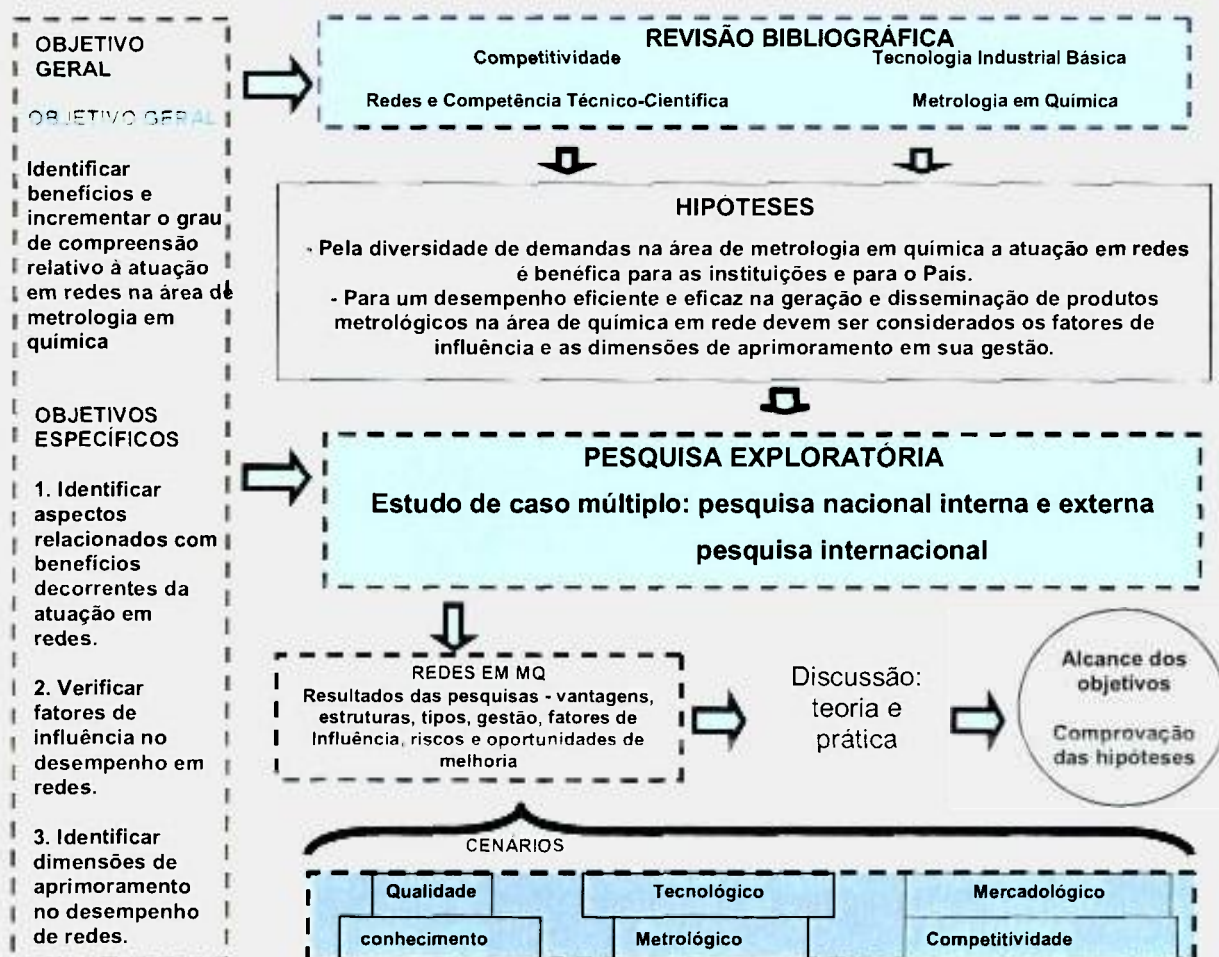


FIGURA 8 - Síntese da pesquisa realizada
Fonte: Adaptado de Vasconcellos(2007)

O cenário em que se insere esta pesquisa pode ser analisado sob diversas perspectivas, a saber: da qualidade de produtos e serviços, do conhecimento e da experiência necessários, tanto para a seleção de atores em rede quanto para o seu desenvolvimento, da tecnologia industrial básica, área onde medições se constituem em alicerce fundamental, da geração de produtos metrológicos, como os padrões em química, e do mercado a ser atendido na busca da competitividade e produtividade industriais.

A correta combinação dos ingredientes é um fator básico à maximização do uso dos recursos, segundo Porter (1997). Dada a importância estratégica da MQ na competitividade pela sua inserção na indústria e comércio, a atuação em redes de cooperação pode significar um forte apoio à inserção internacional de bens e serviços, fato acentuado pelo processo de globalização, conforme Temple et al. (2002).

No contexto da qualidade, abrangendo produtos e serviços utilizados no comércio, controles ambientais e da saúde, a evolução histórica traça um caminho onde convivem instituições que convergem quanto ao tema central, exercendo papéis distintos e contribuindo para o desenvolvimento da metrologia, conforme o Ministério da Ciência e Tecnologia (2001b).

Com relação às especificações para a exportação, existe uma demanda importante por medições exatas e confiáveis. Assim, sistemas nacionais de medição tornam-se fontes potenciais de vantagem competitiva que podem dar suporte ao desenvolvimento industrial e proteger os mercados internos, por meio da criação de padrões, diferenciando os bens domésticos em termos de qualidade, segundo Blind (2001).

Como estudo de uma rede de competências nessa área é apresentado no capítulo 4, "Rede do Programa Brasileiro de Metrologia em Química", ações e resultados que dão embasamento às avaliações realizadas na pesquisa exploratória.

4 REDE DO PROGRAMA BRASILEIRO DE METROLOGIA EM QUÍMICA

Fatores evidenciados na literatura podem ser verificados diante da realidade da rede deste Programa sob várias perspectivas, como: das relações interorganizacionais, das relações entre grupos de pesquisa, da gestão do conhecimento, da estruturação, da geração e da disseminação de produtos metrológicos.

O Programa Brasileiro de Metrologia em Química (PBMQ) constitui-se em um conjunto de ações direcionadas a apoiar o País na consolidação de uma base metrológica em química. Sua forma de gestão tem se dado por meio de rede formada a partir da identificação da capacitação laboratorial, direcionada ao atendimento de segmentos industriais, da saúde e ambientais.

O papel exercido pelo PBMQ tem sido estratégico e está pautado em uma ação coordenada que reúne e potencializa competências laboratoriais existentes no País, de forma articulada com a comunidade científica internacional. O uso de competências decorre da própria abrangência dessa área, que torna praticamente impossível dispor, em um único instituto, de todos os recursos necessários para a sua consolidação.

4.1 Objetivos do PBMQ

Neste capítulo é apresentado o caminho percorrido pela rede do Programa Brasileiro de Metrologia em Química (PBMQ), dado o seu papel na pesquisa exploratória. São descritos e analisados as suas linhas de atuação, objetivos, composição, evolução, produtos e serviços tecnológicos gerados, apoios governamentais e principalmente os aspectos relacionados com gestão em rede.

O objetivo geral do Programa é apoiar os laboratórios do País na consolidação de uma área como a MQ, cujo impacto econômico e social é significativo. O seu alcance se dá por meio de objetivos específicos que abrangem diversas ações voltadas para tal fim.

4.1.1 Geral

- apoiar a melhoria da qualidade e da confiabilidade das medições laboratoriais, por meio do aprimoramento de seu sistema de gestão na disseminação contínua da cultura metrológica e na disponibilização das ferramentas metrológicas aos laboratórios brasileiros.

4.1.2 Específicos

- identificar, reunir e coordenar as competências técnico-científicas dos diversos segmentos da área metrológica em química;
- identificar demandas metrológicas e priorizá-las;
- atender as demandas dos laboratórios com capacitação técnico-científica identificada, articulando e ajustando as condições necessárias para os desenvolvimentos;
- disseminar o conhecimento metrológico em química para laboratórios da indústria, de controle ambiental e da saúde, de órgãos reguladores e universidades, por meio de palestras, grupos de discussão e *site*;
- realizar cursos de especialização e de atualização e apoiar treinamentos para membros do PBMQ em instituições relevantes nacionais e internacionais;
- apoiar a melhoria da capacitação e monitorar o desempenho dos Grupos Técnicos (sub-redes) da Rede do PBMQ no desenvolvimento das atividades, de forma a atuarem como referências em suas áreas técnicas específicas;
- apoiar o desenvolvimento contínuo de produtos metrológicos;
- apoiar o instituto metrológico nacional;
- propiciar um ambiente facilitador para a inserção de pesquisadores brasileiros atuantes na área de metrologia em química em fóruns nacionais, regionais e internacionais;
- apoiar tecnicamente os laboratórios candidatos à acreditação e outros reconhecimentos formais: (i) como laboratórios de ensaio e de calibração; (ii) como produtores de materiais de referência certificados; e (iii) como provedores de programas interlaboratoriais; e

- publicar artigos técnico-científicos em periódicos, anais de eventos, revistas, *sites* e outros meios.

4.2. Fases e apoio financeiro

O escopo de atuação do PBMQ vem sendo consolidado gradualmente. Sua primeira fase (Fase I) compreende o período de 1998 a 2003 e a segunda (Fase II), ainda em curso, corresponde aos anos de 2004 a 2007.

Na Fase I, houve apoio por meio da proposta aprovada "Implementação da Metrologia em Química no Brasil: organização de redes de laboratórios e estruturação das atividades de produção de materiais de referência", dentro do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico/Tecnologia Industrial Básica (PADCT/TIB). O proponente e coordenador deste projeto foi o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. (IPT), tendo sido o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO) a instituição convenente.

Nessa fase procedeu-se à identificação preliminar de demandas na área metrológica em química e de capacitações existentes no País. Foram também desenvolvidas atividades de normalização, estabelecimento de procedimentos, disseminação do conhecimento e interações com instituições de relevância no País e no exterior.

Os benefícios resultantes desta fase estimularam o governo e a comunidade a apoiar a continuação do Programa sob a formatação de rede de forma ampliada.

Em agosto de 2003 foi aprovado o projeto PBMQ – Fase II, apoiado pelo Programa do MCT Fundo Verde-Amarelo/TIB – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), correspondendo ao período de 2004 a 2007, ainda em andamento. Nessa fase também o proponente e coordenador da proposta foi o IPT.

As atividades então propostas tiveram por base as informações obtidas em sua primeira etapa. Em paralelo, projetos específicos e outras colaborações têm ocorrido com organizações nacionais, como a Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC/RJ), Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), Sindicato

das Indústrias de Produtos Químicos (SINPROQUIM), e internacionais, como o National Institute of Standards and Technology (NIST), Sistema Interamericano de Metrologia (SIM), Organização dos Estados Americanos (OEA), National Research Council of Canadá–Institute for National Measurement Standards(NRC–INMS), Southern Africa Cooperation on Metrology (SADCMET), Asia Pacific Metrology Programme (APMP), dentre outras. Tal fato decorre da participação e relacionamento de alguns membros em mais de uma organização, o que amplia o espaço relacionado com o Programa.

4.3 Participantes da rede PBMQ

A TAB.2 apresenta a relação de participantes dos projetos de maior porte que deram apoio financeiro ao Programa. A participação de organizações públicas – federais e estaduais – foi majoritária.

TABELA 2 – Relação de participantes em projetos do PBMQ nas Fases I e II

Participantes	PBMQ Fase I	PBMQ Fase II
Institutos de pesquisa, tecnologia e de metrologia nacionais	INCQS, INMETRO, INT	CNEN/LAPOC, CETEM, CDTN, CTM, INT, IPEN, IRD, IEN, MAPA/LACQSA
Institutos de pesquisa e de tecnologia estaduais	CETEC, CIENTEC, IPT, TECPAR	CETEC, CIENTEC, IAL, IPT, ITAL, ITEP, TECPAR, SECTI
Redes metrológicas estaduais	RMRS, RMMG, REQARJ, REMESP	REMESP, REMEPE, RBME, REDETEC, RMMG, RMAL, RMCE, RPMe
Universidades	PUC/RJ, INSTITUTO MACKENZIE, USF, UNESP, USP/CENA, USP/FCF, USP/IQ	PUC/RJ, UNESP, USP/CENA, USP/FCF, USP/IQ, USP/IQSC, UFSC
Empresas	ABIMAQ/SINDIMAQ, SENAI, PETROBRÁS/CENPES, OXITENO	ANALYTICAL SOLUTIONS, ANALYTICAL TECHNOLOGY, CNI, COPERSUCAR, OXITENO, CTGÁS, SENAI/CETIND, WM; CERTI, HRT, PETROBRAS/CENPES
Órgãos de controle ambiental	SABESP	CETESB
Comitês e Sociedade de Metrologia	CBM, SBM, SINPROQUIM	SINPROQUIM

Fonte: elaborada pela autora

Observa-se um crescimento no número de participantes, bem como algumas alterações no perfil, ao longo do tempo, como o aumento do número de

instituições em nível federal e de empresas privadas, além das redes metrológicas estaduais.

Participaram da Fase I, 25 membros representantes de 25 organizações, provenientes de 5 Estados brasileiros. Na Fase II participam 140 membros, entre pesquisadores e técnicos, provenientes de 46 organizações distribuídas em 11 Estados brasileiros e o Distrito Federal.

A evolução de participantes por Estado do País, formalmente engajados nos projetos da primeira e da segunda fases do PBMQ, encontram-se sumarizados na TAB.3. A distribuição geral dos participantes por atividade encontra-se no APÊNDICE A. " Participantes do PBMQ por tipo de atividade"

TABELA 3 - Evolução da participação do PBMQ por Estado

Estados	PBMQ Fase I	PBMQ Fase II
Alagoas	—	RMAL
Bahia	—	RBME, SENAI/CETIND, SECTI
Ceará	—	RMCE
Distrito Federal	—	CNI
Minas Gerais	CETEC, RMMG	MAPA/LACQSA, RMMG, CETEC, CDTN, CNEN/LAPOC
Pernambuco	—	ITEP, REMEPE
Paraná	TECPAR	TECPAR, RPME
Rio de Janeiro	INCQS, INMETRO, INT, REQARJ, PUC/RJ, PETROBRAS/CENPES, SBM	CETEM, HRT, IEN, INT, IRD, REDETEC, PUC/RJ, ANALYTICAL SOLUTIONS, PETROBRAS/CENPES
Rio Grande do Norte	—	CTGÁS , RPMe
Rio Grande do Sul	CIENTEC, RMRS	RMRS, CIENTEC
São Paulo	IPEN, IPT, INSTITUTO MACKENZIE, USF, USP/CENA, USP/FCF, USP/ IQ, USF, CBM, ABIMAQ/SINDIMAQ, OXITENO, REMESP, SENAI, SABESP, SINPROQUIM, TELEBRÁS	ANALYTICAL TECHNOLOGY, IPT, ITAL REMESP, UNESP, CETESB, OXITENO, WM, USP/CENA, USP/FCF, USP/IQ, USP/IQSC, CTM, IAL, IPEN, COPERSUCAR, SENAI/CETIND, SINPROQUIM
Santa Catarina	—	CERTI, UFSC

Fonte: elaborado pela autora

Observa-se que na Fase I a participação concentrou-se na Região Sudeste, que dispõe do maior número de institutos de pesquisa e de tecnologia

do País, bem como de universidades, que se constituíram em um suporte importante, especialmente nessa fase de implantação. As instituições federais foram alocadas de acordo com a localização da unidade que interage com o PBMQ.

A demanda para a formação dessa rede veio principalmente da indústria, naquela época mais intensamente representada pelo Sindicato dos Produtores da Indústria Química, fato bastante natural considerando-se que a maior concentração industrial do País encontra-se na Região Sudeste. Assim, nessa expansão do PBMQ, foi possível desenvolver atividades junto a outras regiões do País, conforme ilustrado na FIG.9.



FIGURA 9 – Distribuição dos participantes do PBMQ por estado
Fonte: elaborada pela autora

Várias frentes de atuação foram se abrindo, conforme as atividades se desenvolveram, resultando na atual formatação e composição da rede. Com a geração de produtos metrológicos e a consolidação das atividades nos laboratórios, em termos de garantir o fornecimento contínuo desses produtos e possibilidades de ampliação, atendendo a novas demandas, verifica-se uma tendência à maior aproximação com a indústria.

Quanto ao número de profissionais efetivamente participantes da rede PBMQ, devem ser incluídos outros, que não estejam engajados em projetos apoiados pelo governo, como por exemplo, aqueles envolvidos em fóruns de

discussão e grupos de trabalho. Também muitos pesquisadores passam a interagir com essa rede após contatos em cursos e seminários. Algumas adesões são de caráter permanente e outras temporárias, dependendo do tema em questão.

4.4 Estratégias e gestão da rede PBMQ

O PBMQ é formado por uma rede que compreende sub-redes em sua estrutura. O critério para ingressar nessas sub-redes foi o de familiaridade com a tecnologia, aspecto enfatizado na literatura. Para ingressar na rede, os candidatos já devem dispor de uma base de conhecimento teórico, experiência prática e infra-estrutura laboratorial estabelecida, condição colocada desde o início das atividades.

As sub-redes estruturadas nesta rede do PBMQ agrupam-se de acordo com atividades e propósitos específicos e cada uma é coordenada por uma instituição diferente. A escolha da instituição coordenadora da rede e das sub-redes foi feita de acordo com a capacitação preexistente nessas organizações, que já vinham desenvolvendo atividades nos temas, conforme ilustrado na FIG.10. Esse conceito de formação de sub-redes foi enfatizado por vários autores na literatura e está em consonância com a *Actor-Network Theory* (ANT).

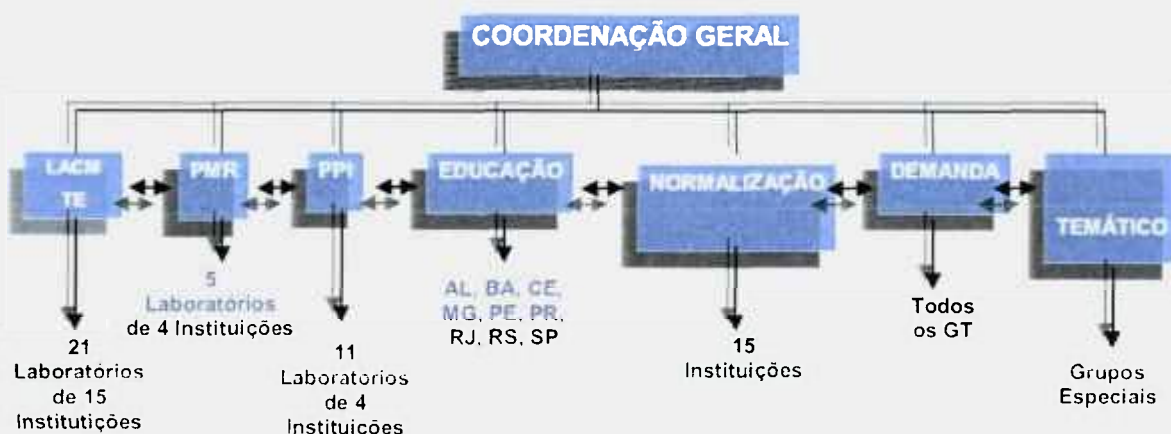


FIGURA 10 – Estrutura de gestão do PBMQ
Fonte: elaborado pela autora

Legenda e instituições responsáveis

Coordenação geral - IPT
LACMTE – Laboratórios de Alta Competência Metrológica em Técnicas Específicas (em química) - IPEN

Continua

continuação

PMR – Produtor de Materiais de Referência - IPT

PPI – Provedor de Programas Interlaboratoriais - SENAI/CETIND

Educação – REMESP em articulação com as redes metrológicas estaduais

Normalização – INT

Demanda – CNI e TECPAR

Temáticos – Coordenação depende do tema em análise.

4.5 Posicionamento do PBMQ no sistema metrológico brasileiro

O PBMQ foi criado a convite de instituições governamentais como o INMETRO e o MCT. Após o ano 2000, quando o INMETRO criou a sua Divisão de Metrologia Química houve uma mudança em suas estratégias quanto à gestão da área de metrologia em química, o que prejudicou o caminho natural para a formalização dessa rede no sistema metrológico brasileiro.

A FIG.11 apresenta um posicionamento do PBMQ, da forma como vem atuando, que em muitos aspectos complementa àquela de responsabilidade de um instituto metrológico nacional. A rastreabilidade toma a direção dos IMN e a comparabilidade fica na posição horizontal – da equivalência entre pares.

Dentro dessa rede existem laboratórios que vêm atuando em alto nível metrológico e que poderiam ser posicionados no topo da pirâmide. Entretanto, para que esses laboratórios atuem como tal em nível mundial é necessário que sejam formalmente designados.

Em redes de metrologia em química essa é uma das possibilidades de configuração, entretanto não é a única, como mostrado nas formatações em redes nessa área adotadas em outros países.



FIGURA 11 – Posicionamento do PBMQ na estrutura do País
Fonte: elaborado pela autora

4.6 Resultados

Os resultados são apresentados em ordem cronológica sempre que possível, pois nem todas as atividades foram realizadas de maneira subsequente, algumas se desenvolveram em paralelo. Porém, é importante evidenciar que informações obtidas em ações preliminares foram básicas para a consecução das etapas subsequentes.

4.6.1 Identificação de demandas por materiais de referência

As necessidades por materiais de referência certificados, também conhecidos como padrões em química, são muitas, principalmente daqueles que correspondam às matrizes e materiais utilizados na indústria nacional, controles na área da saúde e ambiental. As necessidades de mercado na Fase I do Programa foram identificadas por meio de questionários, conforme apresentado no APÊNDICE B – “Identificação de Necessidades por Materiais de Referência”, obtendo-se o seguinte retorno:

- de 1997 a 2000, foram consultadas 200 empresas da área industrial, com 134 respostas;

- de 2000 a 2001 foram consultadas 20 empresas ligadas à área de petróleo e derivados, e todas responderam;
- de 2000 a 2002 foram consultadas 600 instituições de pesquisa, universidades e empresas, com 180 respostas; e
- em 2001 foram realizadas 25 consultas a empresas produtoras de gases no País, órgãos de controle ambiental e laboratórios de pesquisa da indústria automobilística, e todos os questionários foram respondidos.

As indicações decorrentes dessas pesquisas, aliadas aos aspectos relacionados com impactos sociais e econômicos, regulamentações e agenda governamental ligados ao comércio e à viabilidade técnica de execução, permitiram o estabelecimento de prioridades para futuros desenvolvimentos de materiais de referência.

As áreas selecionadas foram:

- combustíveis (gasolina e diesel) e lubrificantes;
- água: potável, de abastecimento e de hemodiálise;
- gases de emissão veicular e gás natural;
- metais ferrosos (prioritariamente) e não ferrosos;
- minérios;
- agroindústria: açúcar, soja, leite, café e toxinas em alimentos;
- adubos; reagentes químicos de alta pureza;
- efluentes da indústria de couro; e
- sedimentos de mar, lagoas e rios.

A atividade de identificação de demandas na Fase II tem sido realizada continuamente com a participação dos membros, especialmente os coordenadores de sub-redes. Também uma metodologia adotada pela CNI e pelo TECPAR está sendo testada para realizar essas identificações.

4.6.2 Levantamento preliminar da capacitação laboratorial no País

Esta atividade teve por objetivo principal pré-selecionar potenciais participantes da rede, como encontrado na literatura, ou seja, corresponde ao processo de seleção de atores. O levantamento preliminar das capacitações técnico-científicas – humanas e de infra-estrutura laboratorial –, que pudessem atuar no desenvolvimento das atividades do PBMQ, foi realizado por meio de:

- questionários de pesquisa, constantes no APÊNDICE C – “Identificação de Competências Laboratoriais”, os quais foram respondidos por 100 laboratórios;
- participação em programas de comparação interlaboratorial, dos quais participaram 120 laboratórios nacionais; e
- visitas técnicas a 30 laboratórios.

Foram contatadas instituições de 14 Estados brasileiros: Bahia, Espírito Santo, Maranhão, Mato Grosso, Minas Gerais, Paraná, Pernambuco, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, Roraima, Santa Catarina, São Paulo e Tocantins.

4.6.3 Disseminação da cultura metrológica

As ações nesse campo foram desencadeadas logo no início da estruturação do Programa e se mantêm até hoje, abrangendo tanto o treinamento dos seus membros quanto da comunidade usuária. O aprimoramento da qualidade de serviços, de produtos e processos passa, indubitavelmente, por profissionais altamente capacitados e aptos a confrontarem as oportunidades e ameaças do mercado, onde a metrologia é um dos principais aliados dos índices de competitividade e produtividade. A mensuração de eventos em que o PBMQ foi apresentado, bem como os mecanismos de difusão do conhecimento encontram-se reportados na TAB.4.

TABELA 4 – Disseminação do PBMQ no País e no exterior

Atividades	Nº Eventos
Apresentação de palestras	110
Publicação em anais de eventos	112
Publicação em revistas técnicas e periódicos	12
Cursos internacionais	19
Cursos nacionais	19
Entrevistas	15
Participação e organização em eventos	16
Realização de Congressos Internacionais	03
Realização de workshòps internacionais	02
Desenvolvimento de <i>site</i>	02
Bate-papo (entrevistas <i>on line</i>) pela <i>website</i> do IPT	08
Reunião com os participantes do PBMQ	Contínuo
Treinamentos e visitas técnicas no exterior	32
Visitas técnicas no País	> 80

Fonte: elaborada pela autora

4.6.4 Representação e interação internacional

Além das atividades do PBMQ no País, durante a sua vigência foi possível a sua inserção em eventos internacionais realizados por organizações como: National Institute of Standards and Technology (NIST) – Estados Unidos, Laboratory of the Government Chemical (LGC) e National Physical Laboratory (NPL) – Reino Unido, Instituto Nacional de Tecnologia Industrial (INTI) – Argentina, Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU) – Uruguai, Corporación de Investigaciones Tecnológicas (INTEC) e Instituto Nacional de Normalización (INN) – Chile, National Institute of Material and Chemical Research (NIMC) – Japão, National Institute of Metrology (NIMC) – China, Federal Institute for Materials Research and Testing (BAM) e Physikalisch-Technisch Bundesanstalt (PTB) – Alemanha, Council for Scientific and Industrial Research (CSIR) – África do Sul, National Research Council of Canadá-Institute for National Measurement Standards (NRC-INMS) – Canadá, National analytical Reference Laboratory (NARL) e National Association of Testing Authorities (NATA) – Austrália, National Institute for Standards (NIS) – Egito e outros.

Desde então tem havido um profícuo intercâmbio técnico-científico de pesquisadores brasileiros com essas instituições, e também nas atividades do

Sistema Interamericano de Metrologia (SIM), Comité Consultatif pour la Quantité de Matière (CCQM), Co-Operation on International Traceability in Analytical Chemistry (CITAC) e International Standardization Organization-Committee on Reference Materials (ISO-REMCO). Essa interação propiciou a participação de organizações internacionais em apoio aos desenvolvimentos realizados no PBMQ, conforme relacionado no APÊNDICE D – “Participação de Organismos Internacionais nas Atividades do PBMQ”.

A operacionalização do PBMQ em rede, atuando por meio da articulação de competências existentes no Brasil, chamou a atenção de OMRs como a Southern Africa Cooperation on Metrology (SADCMET), que pediu e apoiou a apresentação dessa experiência brasileira, interagindo com a comunidade técnico-científica e empresarial de países como Angola, Moçambique, Quirquístão e Lesoto.

Outro destaque propiciado ao Brasil pelo PBMQ foi a eleição de sua coordenadora como presidente da Co-Operation on International Traceability in Analytical Chemistry (CITAC).

A inserção internacional tem sido fundamental para que os produtos metrológicos gerados nesse Programa estejam em total consonância com os requisitos técnicos mundiais. Muitas organizações e instituições têm interagido com o PBMQ propiciando um apoio técnico-científico fundamental, uma troca valiosa de conhecimentos entre os pesquisadores e as instituições. A FIG.12 representa de forma sintetizada como ocorre o fluxo de conhecimento entre organizações que vêm participando dos desenvolvimentos do PBMQ.

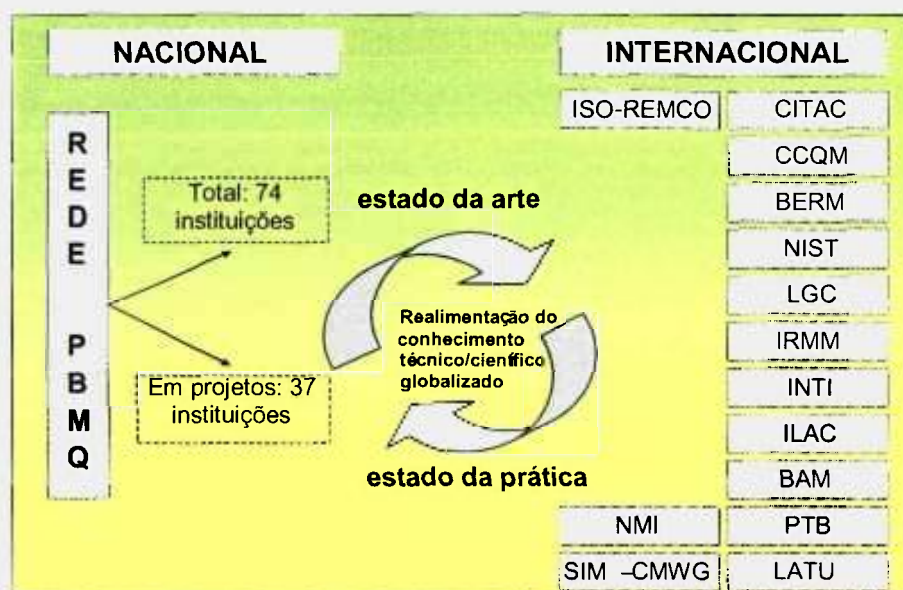


FIGURA 12 – Dinâmica de interação internacional do PBMQ
 Fonte: elaborada pela autora

4.6.5 Participação em programas de comparação interlaboratoriais internacionais

Com a interação internacional estabelecida, foi possível a participação de laboratórios brasileiros em PIs promovidos pelo SIM, CCQM, além de outros oferecidos por instituições de renome como o NIST. PIs desse nível, além de propiciarem todos os benefícios já mencionados, permitem uma troca de experiência com os maiores especialistas mundiais, proporcionando um conhecimento e amadurecimento na área em estudo, ou seja, a percepção do real estado da arte.

Os PIs do SIM e do CCQM têm dois níveis de participação, ambos com o mesmo rigor técnico-científico. Um nível é o das *Key Comparisons*, em que só participam IMNs ou laboratórios designados. O outro é o nível dos *Pilot Studies*, nos quais também participam laboratórios que possam contribuir cientificamente para os estudos. Desde 1999, já foram mais de 50 programas em que laboratórios brasileiros do PBMQ tiveram a possibilidade de participar, em nível *Pilot*.

4.6.6 Estruturação e desempenho da sub-rede de provedores de Pls

A existência de provedores de Pls capacitados, de acordo com os requisitos técnicos adequados, é de grande valia para o País. Após haver participado de diversos Pls internacionais como os do SIM e do CCQM, laboratórios brasileiros que já vinham realizando esses programas de comparação, ou seja, já dispunham de uma infra-estrutura básica, passaram a formar a sub-rede de Pls. Essa sub-rede conta com a participação de 51 pesquisadores e técnicos, incorporando laboratórios das seguintes instituições: CIENTEC, IAL, IPT, IRD e SENAI/CETIND.

Esses foram os laboratórios que receberam apoio do PBMQ, técnico e material, visando aos ajustes para a execução dessa atividade. As áreas beneficiadas com esse serviço foram: metalúrgicas, mineração, combustíveis e lubrificantes, celulose e papel, óleos cítricos, borrachas, tintas, água, saúde e alimentos. Essas áreas haviam sido identificadas como prioritárias na Fase I do PBMQ.

Como meta alcançada na Fase II foi projetada a realização de 11 programas, com duas rodadas cada um. Com isso, 553 laboratórios brasileiros tiveram a oportunidade de avaliar e melhorar o seu desempenho no processo de medição.

Dentro da linha proposta pelo PBMQ, de necessidade de auto-sustentabilidade para que os laboratórios dessem continuidade às atividades, após o término do suporte financeiro, houve um sucesso visível. Os programas não só continuam sendo oferecidos, mas o escopo dos mesmos foi ampliado com um crescente número de laboratórios participantes.

Até a presente data, 2007, essa atividade conta com a participação de laboratórios do exterior, o que tende a aumentar cada vez mais, ou seja, ultrapassa as fronteiras nacionais. Na literatura, autores que analisam redes de caráter público destacam a necessidade de buscar a auto-sustentabilidade para atividades já consolidadas, findo os apoios governamentais. Ao mesmo tempo, ressaltam a importância desse suporte principalmente em atividades de inovação.

4.6.7 Estruturação e desempenho da sub-rede de produtores de MRCs

Analogamente à formação da sub-rede de Pls, foi criada a sub-rede dos produtores de Materiais de Referência Certificados (MRCs). Participaram de

sua estruturação laboratórios que já detinham conhecimento na área e também que dispunham da infra-estrutura básica para geração desses produtos. A organização desse grupo contou com a participação de 27 pesquisadores e técnicos, incorporando laboratórios das seguintes instituições: CETEM, INT, IPEN e IPT.

Os aspectos de auto-sustentabilidade também foram requisitos para essa sub-rede, de maneira a assegurar aos usuários o fornecimento contínuo dos produtos o que demanda uma infra-estrutura para comercialização bem estabelecida. Com a produção dos MRCs selecionados, são atendidas as necessidades nas áreas de petróleo, mineração, alimentos e química.

A meta estabelecida para a Fase II, em fase de conclusão, é a produção de 17 MRCs, cujos parâmetros certificados podem ser usados, por exemplo, para o controle da qualidade e segurança de lubrificantes e combustíveis, qualificação de matérias-primas e produtos para exportação (minérios e metais), rastreabilidade metrológica de resultados de ensaios vinculados à legislação e outros.

4.6.8 Estruturação e desempenho da sub-rede de normalização

A elaboração de normas nacionais e de metodologias direcionadas às práticas metrológicas tem sido objeto de atenção especial por parte de um grupo de participantes do PBMQ, formado pelas organizações: Instituto de Tecnologia do Paraná (TECPAR), Instituto de Tecnologia de alimentos (ITAL), Instituto Adolfo Lutz (IAL), Universidade de São Paulo/Centro de energia Nuclear na Agricultura (USP/CENA), Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), OXITENO, Companhia de Saneamento Básico Ambiental (CETESB), Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), Centro Tecnológico da Marinha (CTM), White Martins (WM), Cooperativa de Produtores de Cana, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo (COPERSUCAR), Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), Universidade Estadual de Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) e Instituto Nacional de Tecnologia (INT) que, desde o seu início, vêm elaborando as ISO Guias na língua portuguesa. A ABNT convidou, então, esse grupo a se integrar ao CB-10 da ABNT, viabilizando a publicação desses Guias.

Até o momento foram elaborados e publicados 6 Guias relacionados com termos, definições, certificação, produção, tratamento estatístico e uso de

materiais de referência certificados. É uma atividade que complementa e fortalece as demais ações desenvolvidas no âmbito do PBMQ, além de consolidar o vínculo com o correspondente comitê da ISO.

4.6.9 Estruturação e desempenho da sub-rede de Laboratórios de Alta Competência Metrológica em Técnicas Específicas (LACMTEs)

Esta sub-rede foi formada com base na identificação preliminar de competências, visando a estabelecer laboratórios de referência em técnicas analíticas específicas em química. A competência desses laboratórios foi verificada por meio do atendimento aos quesitos da Associação Brasileira de Normas Técnicas (2005) e do desempenho verificado em PIs.

Esses laboratórios contaram com suporte do PBMQ para participação em PIs e para aquisição de MRCs. Integraram essa sub-rede 21 laboratórios das seguintes instituições: CETEC, CETESB, IPEN, ITAL, IPT, ITEP, TECPAR, PUC/RJ, MAPA e CTG.

Esse trabalho está em fase final. Algumas instituições que anteriormente não dispunham de competência para se apresentarem como participantes em outras sub-redes, nas condições existentes na época de sua formação, agora já a têm, o que trouxe a possibilidade de migrarem para outra sub-rede ou de participarem em mais de uma. Este fato se coaduna com o encontrado na literatura quanto ao fato de que as interações nas sub-redes são dinâmicas; as entradas e saídas de seus integrantes são baseadas nas competências para execução das atividades propostas.

4.6.10 Formalização das atividades

As ações relacionadas com a preparação dos laboratórios para o processo de acreditação visam a apoiar os laboratórios candidatos a produtores de MRCs e provedores de PIs, para que alcancem uma posição formal e reconhecida no sistema metrológico – nacional e internacional – nas funções que desempenham.

4.7. Resumo qualitativo dos resultados do PBMQ

Na parte externa da FIG.13 é apresentado um resumo das atividades desenvolvidas pelos participantes do PBMQ e na parte interna encontram-se os produtos metrológicos gerados, bem como a disseminação da cultura metrológica.

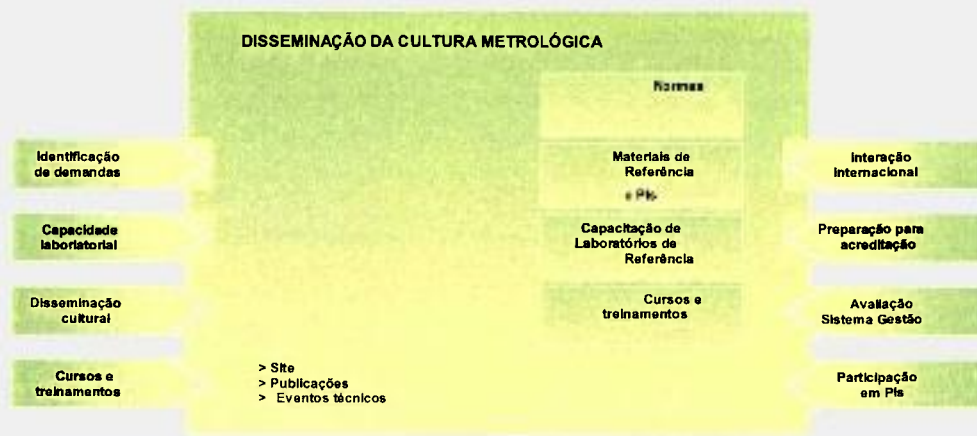


FIGURA 13 – Atividades e resultados do PBMQ
Fonte: elaborada pela autora

4.8 Avaliação da rede PBMQ

As fontes de informações para avaliação do PBMQ foram provenientes da experiência vivenciada em sua gestão, conforme descrição feita de seu histórico e resultados aqui apresentados, e das avaliações da rede PBMQ, uma realizada pela coordenação e outra por consultor externo. Estas duas avaliações, bem como a avaliação em âmbito internacional são relatadas no capítulo 5, "Pesquisa Exploratória".

5 PESQUISA EXPLORATÓRIA

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos nas avaliações interna e externa da rede PBMQ, realizadas respectivamente pela coordenadora e pelo consultor externo junto às lideranças do PBMQ. Além da pesquisa em âmbito nacional, também são apresentados os resultados obtidos na pesquisa internacional realizada. Essas informações somadas aos dados de literatura permitiram formular as hipóteses descritas no final deste capítulo.

As informações obtidas pela pesquisa experimental são avaliadas sob várias perspectivas, a saber: das relações interorganizacionais e políticas, da sinergia, das relações entre grupos de pesquisa, dos objetivos e estratégias, da geração de produtos tecnológicos, da identificação de pontos fortes e fracos, dos benefícios, das motivações, das tendências na consolidação de sistemas de gestão nessa área e dos fatores de influência e de aprimoramento no desempenho da rede, segundo a percepção de seus participantes.

5.1 Pesquisa nacional interna

Foi realizada uma avaliação interna da rede PBMQ, no período de julho de 2005 a julho de 2006, pela coordenadora junto aos seus participantes, por meio de questionários e entrevistas pessoais, com o objetivo de monitorar e avaliar o desenvolvimento das atividades. A análise dos resultados, realizada a partir das manifestações recebidas e organizadas dentro dos tópicos pertinentes, permitiu identificar diversos aspectos – benefícios e dificuldades – que influenciam no desempenho de redes. Estes fatores devem ser considerados na estruturação e funcionamento de atividades cooperativas, como a da área em estudo, bem como devem propiciar melhorias em seu desempenho.

5.1.1 Objetivo

O objetivo da avaliação interna foi o de monitorar o desenvolvimento das ações, garantindo a geração dos produtos metrológicos no nível e prazos acordados, a identificação de aspectos positivos, dificuldades, demandas e proposições de melhoria para a gestão em rede.

5.1.2 Metodologia

A metodologia adotada teve por objetivo identificar benefícios, aspectos fortes e fracos e fatores de influência diretamente relacionados com a gestão, a qual foi analisada sob a óptica dos resultados obtidos da atuação em rede e das oportunidades de melhoria. Adicionalmente, procurou-se identificar os temas em que se encontram as principais demandas na área de metrologia química, para se fazer o planejamento de futuras ações.

Para atingir esses objetivos, foi elaborado um estudo descritivo estatístico, ou seja, uma pesquisa quantitativa. Os resultados dessa pesquisa passaram por um processo de análise e interpretação das respostas obtidas das médias e percentuais.

Nessa pesquisa, parte-se da suposição de que há diferentes formas de saber e de perceber fatos e situações. Assim, nos contatos realizados, observou-se que, num primeiro momento, os pesquisados são levados a descrever a situação, ou o problema focalizado, visando à explicação ou solução que melhor lhes convêm. Neste contexto, o que se tem, na verdade, é a comparação de temáticas, em que se mostram zonas de compatibilidades e incompatibilidades em cenários objetivos e subjetivos.

O uso da comparação é um ponto de partida para se mapear os dois universos de representação, o formal e o informal, e para se buscar os meios de compreensão das partes. Esses aspectos foram estudados por meio de reflexões e avaliações realizadas com as principais lideranças da rede PBMQ. Não foi feita nenhuma preparação prévia com os participantes sobre os conceitos relacionados com a gestão, estratégia, governança e correlatos. As manifestações foram espontâneas e com base na experiência de cada participante.

Os itens abordados referem-se às atividades específicas das sub-redes do PBMQ. Esses itens foram avaliados sob a óptica da gestão da competência técnico-científica, ou seja, como acontece a gestão do conhecimento e a geração de produtos metrológicos com a participação das diversas instituições que integram a rede.

Para o desenvolvimento dos trabalhos foi elaborado um questionário estruturado com perguntas abertas e explícitas quanto ao seu conteúdo e aplicação, conforme demonstrado no APÊNDICE E – “Pesquisa Nacional Interna - Questionário”. O uso desta metodologia teve o intuito de estimular avaliações

críticas, para que o entrevistado pudesse responder livremente. Assim, foi realizada uma avaliação de forma participativa, procurando garantir um trabalho democrático e transparente.

5.1.3 Método de coleta de dados

Inicialmente, foi utilizado o recurso de inquérito pessoal com apenas 5 membros do PBMQ, para testar o questionário quanto ao grau de consistência e facilidade de resposta, segundo o entendimento dos entrevistados.

Após essa etapa, foi aplicado o método interativo para a coleta de dados, uma vez que os questionários foram enviados e respondidos por via e-mail, entre os respondentes e a pesquisadora.

5.1.4 Amostra

Foi utilizada amostra não-probabilística por julgamento, pois os elementos foram selecionados segundo um determinado critério, tendo como base as informações esperadas neste estudo.

O questionário foi enviado a 33 pesquisadores de nível sênior que têm liderado atividades do PBMQ. Do total enviado apenas 2 foram respondidos pessoalmente.

Participaram da pesquisa as seguintes instituições: Universidade de São Paulo/Centro de Energia Nuclear na Agricultura (USP/CENA), Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC), Centro Tecnológico Mineral (CETEM), Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), Fundação de Ciência e Tecnologia (CIENTEC), Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN), Centro de Tecnologia de Gás (CTGÁS), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Instituto Adolfo Lutz (IAL), Instituto Nacional de Tecnologia (INT), Instituto de Pesquisas Energéticas e Nuclear (IPEN), Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), Instituto de Tecnologia de Pernambuco (ITEP), Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento/Laboratório Nacional Agropecuário (MAPA/LANAGRO), Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC/RJ), Rede Baiana de Metrologia (RBME), Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro (REDETEC), Rede Metrológica do Estado de São Paulo (REMESP), Rede Metrológica de Alagoas (RMAL), Rede

Metrológica do Ceará (RMCE), Rede Paranaense de Metrologia e Ensaio (RPME), Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial/Centro de Tecnologia Industrial Pedro Ribeiro (SENAI/CETIND) e Instituto de Tecnologia do Paraná (TECPAR).

Essas instituições são provenientes dos seguintes Estados brasileiros: Alagoas, Bahia, Ceará, Minas Gerais, Paraná, Pernambuco, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, São Paulo e Distrito Federal.

5.1.5 Resultados

As informações obtidas encontram-se detalhadas e representadas por gráficos no APÊNDICE F – “Pesquisa Nacional Interna – Resultados”. Também são relatadas as manifestações individuais a cada item avaliado, e os agrupamentos por tema abordado.

A TAB.5 sintetiza os fatores identificados pelos respondentes nos tópicos abordados. Nessa tabela os aspectos similares, identificados nos quesitos analisados, foram agrupados, propiciando melhor visualização do conjunto e facilitando a análise dos fatores evidenciados pelos respondentes da pesquisa.

TABELA 5 – Síntese dos fatores de influência indicados pelas instituições participantes

Fatores de Influência Identificados	Número de Ocorrências	Porcentagem %
Melhoria laboratorial	156	28
Interação	95	17
Geração de produtos metrológicos	89	16
Governo: planejamento, reconhecimento e recursos	61	11
Gestão e imagem	56	10
Disseminação	39	7
Assessoria	25	5
Continuidade do PBMQ	16	3
Compras e Importação	13	3
TOTAL	550	100

Fonte: elaborado pela autora

Ilustrando os dados da TAB.5, a FIG. 14 mostra os itens identificados na pesquisa, em ordem decrescente de citação. Desta maneira, pode-se ter uma visão global – qualitativa e quantitativa – dos aspectos que prioritariamente se relacionam com o desempenho de redes na área de metrologia em química, como a do PBMQ, segundo a percepção de seus participantes.

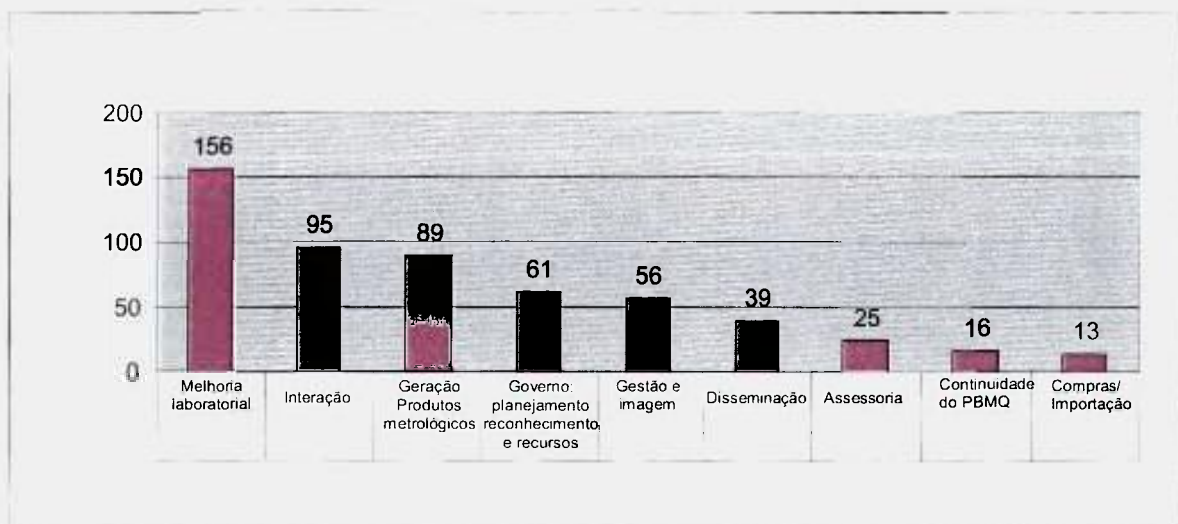


FIGURA 14 – Ilustração dos fatores de maior influência
Fonte: elaborado pela autora

Observa-se que o fator “melhoria laboratorial” foi o aspecto mais ressaltado pelos pesquisados em todos os quesitos apresentados, convergindo diretamente com o objetivo da rede PBMQ, que é dispor de competência laboratorial de acordo com os melhores requisitos de qualidade visando à geração e disseminação de produtos metrológicos. Neste item foi considerado o aprimoramento da infra-estrutura material e de recursos humanos. A melhoria da capacitação de recursos humanos foi um fator muito enfatizado pelos respondentes.

Na seqüência, o fator “interação” foi o mais abordado e refere-se às interações entre os membros da rede e destes com o meio externo. Este aspecto foi muito valorizado, constatando-se também a necessidade de ser aprimorado. Além das reuniões presenciais que foram bastante demandadas, outros recursos, como *site* e videoconferência, foram sugeridos pelos participantes para o aprimoramento das relações entre os participantes da rede.

Entre os itens mais citados, encontra-se a geração de produtos metrológicos como os programas interlaboratoriais, os materiais de referência e os treinamentos, diretamente relacionada com o desempenho da rede.

O quarto fator evidenciado foram as ações governamentais, especificamente as estratégias de planejamento. Foi ressaltada a importância da formalização do PBMQ no sistema metrológico nacional e o apoio financeiro para novos desenvolvimentos e inovações.

As referências feitas à coordenação, imagem e marca do PBMQ foram bastante positivas. A marca “PBMQ” foi evidenciada como muito forte.

Na seqüência foram citados aspectos relativos à disseminação da cultura metrológica e importância de assessoria para acreditação dos laboratórios. Quanto ao aprofundamento do conhecimento técnico-científico, foi sugerida a formação de pequenos grupos, constituídos por especialistas do PBMQ, para se discutir técnicas analíticas específicas.

Foi ressaltada a importância da continuidade do PBMQ para o País, tanto na utilização quanto no aprimoramento da competência técnico-científica.

Também aspectos operacionais relativos à agilidade na aquisição de insumos laboratoriais foram citados na pesquisa. São grandes as dificuldades encontradas na alfândega brasileira, provocando atrasos nos cronogramas de atividades e, por vezes, inviabilizando o recebimento de amostras e padrões.

5.1.6 Outros fatores

É importante salientar que as manifestações foram feitas de forma construtiva, com olhar no futuro, ou seja, visando à continuidade da interação sinérgica, que pode e deve ser aprimorada. Dessa atitude evidencia-se um valor fundamental para uma operação em rede, o da *confiança*, que é vigente entre os participantes, propiciando um ambiente favorável ao seu crescimento.

Uma das formas de se constatar a evolução do PBMQ é a crescente participação de organizações de outras regiões do País. A adesão de novos membros tem sido significativa e está mapeada na descrição do histórico do PBMQ. Este é um resultado positivo relacionado com o desempenho e o valor reconhecidos pelos participantes da rede.

Os produtos metrológicos gerados pelo PBMQ são de uso público e se constituem em insumos fundamentais para quaisquer laboratórios analíticos. A importância do desenvolvimento desses insumos em alto patamar de qualidade foi constatada nas respostas recebidas.

Outros mecanismos que propiciem uma maior aproximação entre os membros da rede devem ser explorados, o que se refletirá diretamente em seus resultados. Porém, deve-se atentar para que sejam claramente estabelecidos regras e procedimentos em sua operacionalização.

Os depoimentos mostram a opinião dos participantes quanto à relevância da integração de ações como as desta rede, direcionadas ao bom uso dos recursos públicos, em prol da geração de produtos demandados para a sociedade.

5.1.7 Síntese qualitativa dos fatores de influência identificados

A FIG.15 ilustra os fatores de influência, identificados em todos os tópicos do questionário, expressos no processo de avaliação realizado com os participantes do PBMQ.

Na parte externa da figura encontram-se os aspectos apontados pelos respondentes que têm uma relação objetiva com as questões do questionário. Já na parte interna da figura, evidenciam-se os fatores de ordem subjetiva manifestados espontaneamente nos contatos pessoais durante o processo e não em respostas objetivas às questões formuladas por meio do questionário enviado.

Pode-se considerar que o conjunto dos fatores apontados expressa os valores e as expectativas dos participantes da rede PBMQ, que devem ser considerados para o seu adequado desenvolvimento.

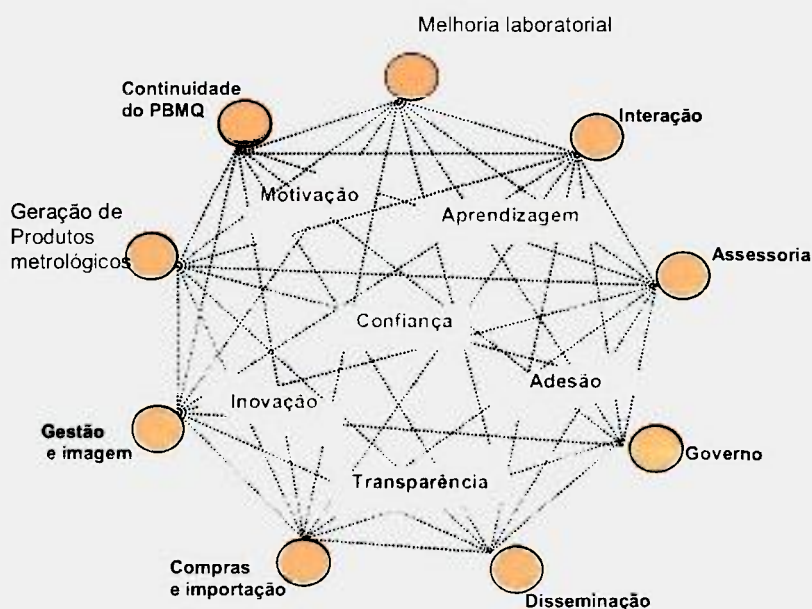


FIGURA 15 – Síntese qualitativa dos fatores de influência
Fonte: elaborado pela autora

5.2 Pesquisa nacional externa

Este item apresenta uma avaliação do PBMQ, realizada por especialista externo², cujos resultados são comentados pela pesquisadora, com intuito de identificar fatores de melhoria no desempenho de redes.

Foi realizada uma avaliação externa do PBMQ, em julho de 2006, por um consultor de terceira parte junto aos seus participantes, visando a avaliar o desenvolvimento das atividades em rede e apresentar ações concretas de aprimoramento.

A preparação do grupo foi feita por meio de orientações e palestras dadas pelo consultor sobre dimensões analíticas em gestão realizada ao início dos trabalhos. A visão técnica de um profissional externo, reconhecido na área, sobre a rede permitiu uma nova perspectiva analítica, independente.

5.2.1 Objetivos

Esta pesquisa visou avaliar o alcance dos objetivos do PBMQ, bem como o seu modelo de gestão, identificando pontos fortes e fracos, e apresentar propostas de aprimoramento. O seu desenvolvimento tomou por base os seguintes aspectos:

- a comunicação entre os componentes da rede (grau de adequação);
- a decisão, envolvendo aspectos como agilidade, grau de acerto, nível de adequação da participação das unidades envolvidas; e
- a adequação das atribuições da unidade coordenadora e demais unidades.

² Prof. Dr. Eduardo Vasconcellos, Faculdade de Economia e Administração da Universidade de São Paulo

5.2.2 Metodologia

Foi adotada uma metodologia participativa, envolvendo análise de documentos, questionários e realização de reunião entre a coordenadora do PBMQ e os líderes das várias sub-redes, formadas pelos Grupos de Trabalho (GTs) e Grupos Técnicos Executivos (GTEs), Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). O método utilizado foi constituído de várias etapas, a saber:

- análise pelo consultor da documentação existente sobre o programa, fornecida pela coordenadora, com ênfase nas realizações do PBMQ;
- análise pelo consultor das informações obtidas por meio da avaliação interna do PBMQ conduzida pela coordenadora do PBMQ, conforme descrito no item 5.1 “Pesquisa nacional interna”;
- elaboração de questionário individual, focalizando aspectos gerenciais, conforme ANEXO A – “Pesquisa Nacional Externa – Questionário”;
- teste de consistência do questionário;
- realização de seminário, iniciado por palestra dada pelo consultor para os participantes da pesquisa, visando a fornecer uma visão crítica quanto a estratégias, planejamento e gestão;
- submissão do questionário individual aos participantes, cuja tabulação de resultados encontra-se no ANEXO B – “Pesquisa Nacional Externa – Resultados”;
- avaliação crítica do PBMQ em tópicos específicos e previamente definidos por grupos de discussão organizados com os membros do PBMQ;
- elaboração de um segundo questionário pelo consultor para ser respondido por representantes do CNPq e do MCT, conforme ANEXO C – “Pesquisa Nacional Externa – Questionário MCT/CNPq”; e
- análise dos resultados e elaboração do relatório final.

5.2.3 Método de coleta de dados

Inicialmente, a coordenadora do PBMQ forneceu ao consultor as informações sobre o histórico, o desempenho e os resultados desse Programa desde a sua criação, propiciando a base para a elaboração dos questionários

utilizados na pesquisa. Os questionários foram testados com três membros da rede, visando avaliar o grau de consistência e facilidade de resposta.

Após essa etapa, foi utilizado o método interativo para a coleta de dados junto aos respondentes coordenada pelo consultor durante o seminário.

5.2.4 Amostra

Também neste caso foi usada amostra não-probabilística por julgamento, pois os elementos foram selecionados segundo um determinado critério, tendo como base as informações esperadas neste estudo.

O questionário foi submetido à avaliação de 20 pesquisadores de nível sênior do PBMQ, provenientes das seguintes instituições: Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC), Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), Fundação de Ciência e Tecnologia (CIENTEC), Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN), Centro de Tecnologia de Gás (CTGÁS), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq-bolsista), Instituto Adolfo Lutz (IAL), Instituto Nacional de Tecnologia (INT), Instituto de Pesquisas Energéticas e Nuclear (IPEN), Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), Instituto de Tecnologia de Pernambuco (ITEP), Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento/Laboratório Nacional Agropecuário (MAPA/LANAGRO), Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro (REDETEC), Rede Metrológica do Estado de São Paulo (REMESP), Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial/Centro de Tecnologia Industrial Pedro Ribeiro (SENAI/CETIND) e Instituto de Tecnologia do Paraná (TECPAR).

5.2.5 Resultados

As informações obtidas foram contabilizadas e encontram-se detalhadas no ANEXO B – “Pesquisa Nacional Externa – Resultados”. Também, são relatadas as manifestações individuais a cada uma das quatro dimensões avaliadas, a saber: objetivos e estratégia, estrutura organizacional e operação, recursos e resultados.

5.2.6 Análise quantitativa do PBMQ realizada pelos participantes

Para a realização da análise quantitativa foram utilizadas as respostas advindas dos questionários individuais. Essa análise tem por objetivo conhecer a rede sob a óptica dos componentes de gestão acima considerados.

A FIG.16 ilustra as respostas dos participantes desta pesquisa, conforme apresentado no ANEXO B – “Pesquisa Nacional Externa – Resultados”, e proporciona uma visão geral da tabulação de todos os questionários.

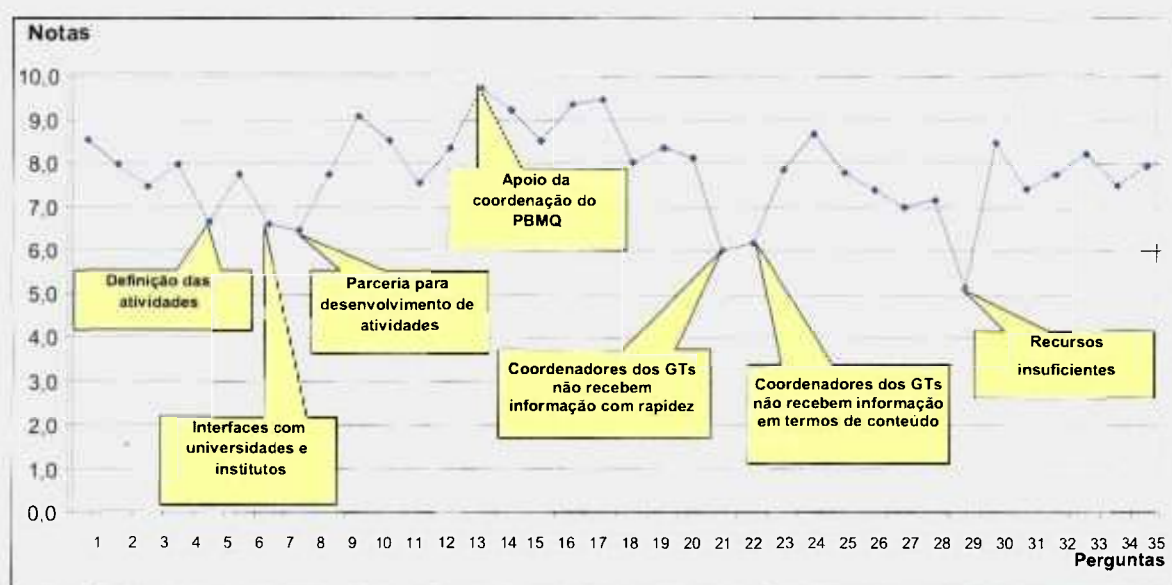


FIGURA 16 – Resultados dos questionários individuais
Fonte: elaborado pelo consultor externo

A análise dos resultados teve por objetivo avaliar cada dimensão considerada, com atenção especial aos pontos que, segundo a opinião dos respondentes, deveriam ser revistos ou melhorados visando ao aprimoramento da rede PBMQ.

De acordo com essa concepção, foi elaborada a FIG.17 que apresenta um mapeamento relativo à dimensão “objetivos e metas”. Também são registradas as notas obtidas em cada aspecto levantado.

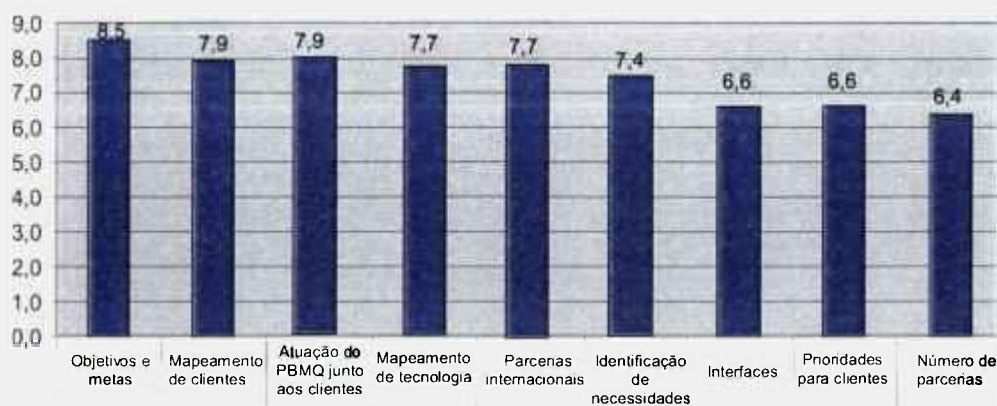


FIGURA 17 – Valores atribuídos à dimensão “objetivos e metas” da rede PBMQ
Fonte elaborado pela autora com base em consultoria externa

Por essa figura, observa-se que “objetivos e metas” tem sido um item de maior satisfação dos participantes, enquanto os itens “prioridades para clientes”, “interfaces” e “número de parcerias” devem ser aprimorados.

O grupo apontou necessidade de aprimoramento na comunicação. Como comentado pelo consultor, este problema merece uma análise minuciosa para buscar as principais causas e mecanismos de aprimoramento.

Interessante notar que um dos maiores pontos fracos é a necessidade de intensificar as atividades integradas entre as várias instituições, mostrando a busca de maior interação entre os membros. Essa atitude é em realidade um ponto forte, pois demonstra o reconhecimento da importância de interagir nesse ambiente da rede. Assim, apontado como fator relevante, esse ponto deve ser mais explorado no caminho de seu aprimoramento, utilizando-se os recursos possíveis.

Os demais itens identificados também devem ser observados com cuidado no desenvolvimento das atividades da rede PBMQ.

A FIG.18 refere-se à dimensão “estrutura e operação” do PBMQ, em que os respondentes evidenciaram vários aspectos, conforme ilustrado. Também estão demonstradas as médias das notas dadas para cada um dos itens, permitindo um mapeamento daqueles mais demandantes de aprimoramento.

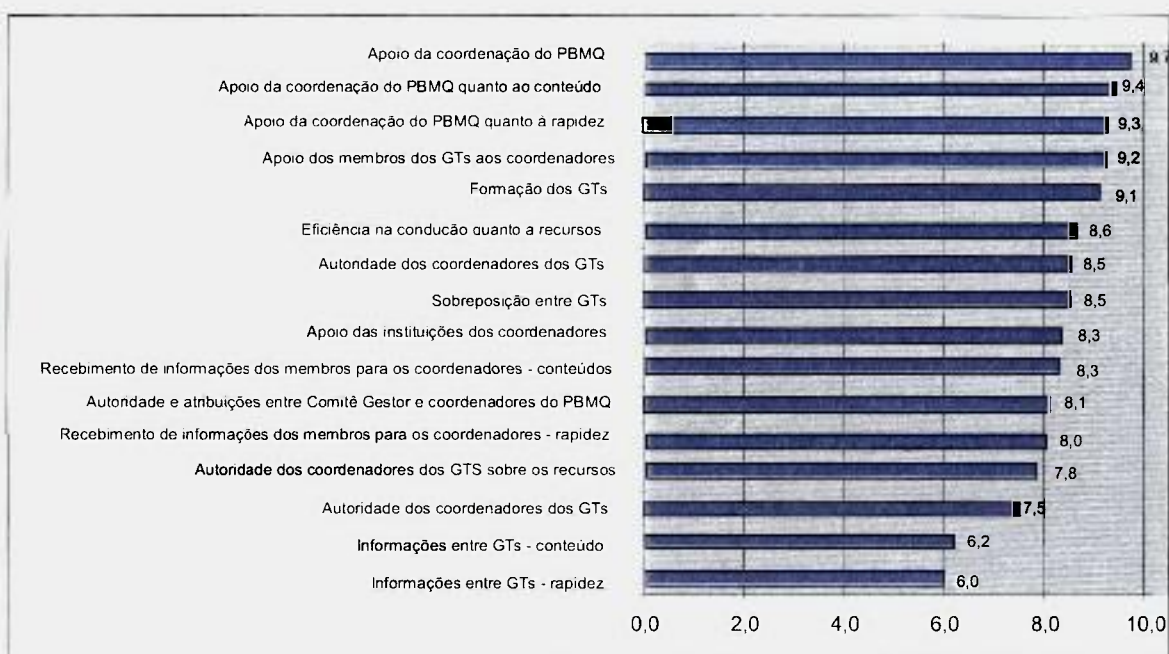


FIGURA 18 – Valores atribuídos à dimensão “estrutura organizacional e operação” da rede PBMQ
Fonte: elaborado pela autora com base em consultoria externa

Na opinião dos participantes, o ponto mais forte da rede é o apoio que recebem da coordenação do Programa (9,7), seguido pela adequação das informações que recebem da coordenação em termos de conteúdo (9,4) e rapidez (9,3).

A maior nota seguinte é o apoio que recebem dos membros da rede (9,2). Também foi destacada positivamente a formação das sub-redes (9,1) e a eficiência na utilização dos recursos (8,6).

Segundo o consultor, esses resultados mostram o acerto do modelo gerencial escolhido, mesmo que aspectos a serem melhorados tenham sido apontados.

A FIG.19 provê a ilustração das avaliações feitas pelos participantes do PBMQ com relação aos recursos alocados para o desenvolvimento das atividades.

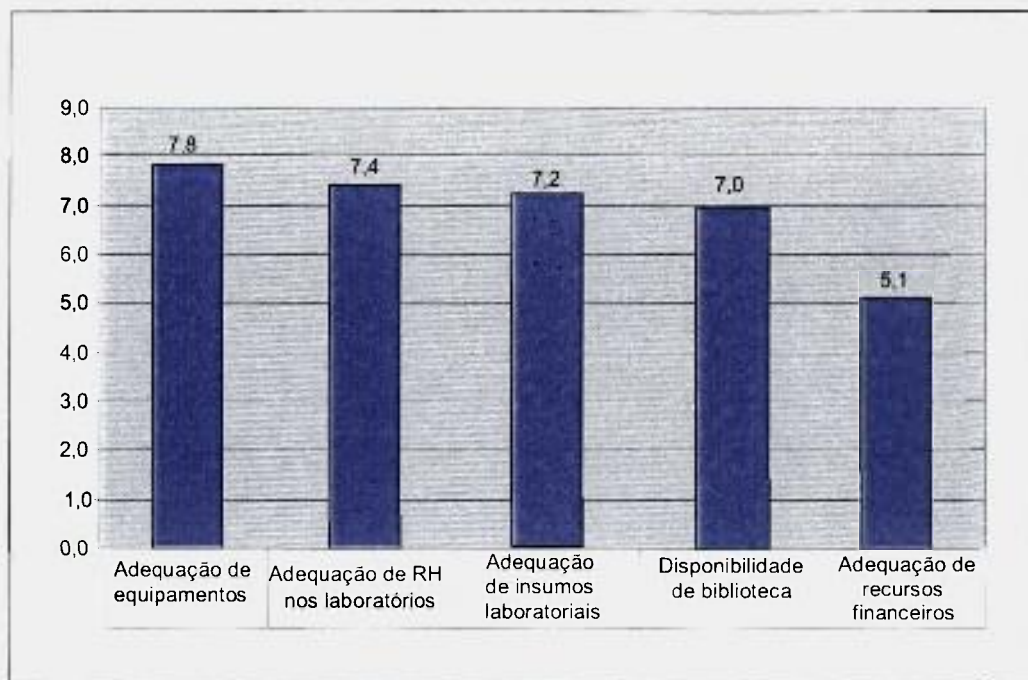


FIGURA 19 – Valores atribuídos à dimensão “recursos” da rede PBMQ
 Fonte: elaborado pela autora com base em consultoria externa

Nesta dimensão, o ponto mais criticado foi o de que os recursos financeiros não foram adequados às necessidades da rede, ou seja, dado o número de instituições participantes e atividades a serem realizadas, o montante deveria ser superior. Os demais itens, com exceção da “disponibilidade de bibliotecas”, apontam à necessidade de haver adequação de recursos financeiros com infra-estrutura.

Complementando este cenário, ressalta-se a opinião do consultor que afirma não ser novidade esse resultado, o qual é compartilhado pela maior parte das instituições de pesquisa, não só do Brasil como dos países da América Latina. E recurso financeiro, sem dúvida, é um fator de influência no sucesso de redes.

Sendo um fator importante ao desenvolvimento das atividades, a escassez de recursos pode, em parte, ser equacionada por projetos interinstitucionais que otimizem recursos humanos e materiais existentes.

É interessante observar que, na opinião dos respondentes, a infra-estrutura laboratorial disponível com o conjunto de instituições participantes da rede – alicerce para o funcionamento da rede – situou-se em patamar adequado na média das avaliações, mesmo que, em algumas situações, tenha que ser complementada ou aprimorada.

A FIG.20 apresenta a avaliação dos participantes quanto à dimensão “resultados” alcançados pelo PBMQ até o momento.

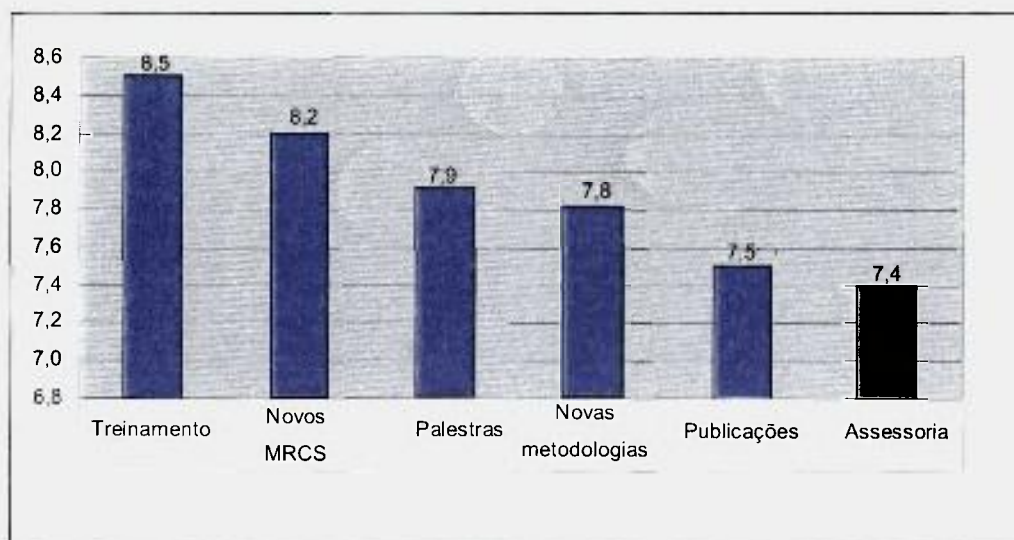


FIGURA 20 – Valores atribuídos à dimensão “resultados” da rede PBMQ
Fonte: elaborado pela autora com base em consultoria externa



Nessa avaliação, observa-se que os produtos obtidos pelo PBMQ vêm atendendo majoritariamente as expectativas de seus participantes. A atividade de assessoria técnica que teve a pontuação mais baixa será realizada nas etapas finais do projeto vigente, para apoio à acreditação em atividades como desenvolvimentos de PIs, MRCs e ensaios. Outros mecanismos de apoio técnico podem e devem ser concretizados, por meio dos próprios especialistas que atuam na rede como alternativa viável de aprimoramento.

5.2.7 Análise qualitativa do PBMQ realizada pelos participantes

A análise qualitativa, realizada durante o seminário por um trabalho em grupo, consistiu em apontar os pontos fracos e fortes do programa, bem como as ações para o aprimoramento. Cada grupo ficou encarregado de analisar uma das dimensões consideradas.

A TAB.6 sintetiza os pontos fortes e fracos relacionados aos objetivos e estratégias do PBMQ.

TABELA 6 – Dimensão “objetivos e estratégia” – pontos fortes e fracos

Pontos Fortes 	Pontos Fracos 
<ul style="list-style-type: none"> • Formação dos GTS • Visão clara dos objetivos e metas • Mobilização dos laboratórios em nível nacional • Uso otimizado dos recursos • Gestão transparente e participativa 	<ul style="list-style-type: none"> • Operacionalização dos GTS (integração) • Falta definição clara do escopo para o GT altas competências do participante do GT-1. Incluir todos os participantes do PBMQ • Mapeamento claro dos clientes e suas necessidades



Fonte: elaborado pelo consultor

Como principais pontos fortes apontados nas respostas estão a criação da rede com uma estrutura bem delineada e uma gestão participativa e transparente. Ao mesmo tempo em que a mobilização de laboratórios em patamar nacional é valorizada, reconhecem-se as dificuldades de integração regional da rede, em virtude da diversidade de Estados participantes.

As ações buscam aprimorar o fluxo de informação, o que mostra que os participantes necessitam de mais informações e mais clareza nas definições das tarefas.



A TAB.7 apresenta os resultados relacionados com a dimensão “estrutura organizacional e operação” do PBMQ.

TABELA 7 – Dimensão “estrutura organizacional e operação” – pontos fortes e fracos

Pontos Fortes 	Pontos Fracos 
<ul style="list-style-type: none"> • Interações das instituições em temas comuns • Capacidade de articulação dos representantes e da coordenadora do PBMQ 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de interação em diversos níveis (coordenação geral/GTs/membros) • Ausência de informação/divulgação

continua

Continuação

Pontos Fortes 	Pontos Fracos 
<ul style="list-style-type: none"> • Apoio do governo • Marca PBMQ • Integração dos participantes do PBMQ • Muito bem estruturada 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de conhecimento do programa pelos membros • Falta definição da área de abrangência do programa • Fluxo de informação deficiente • Falta de agilidade nas respostas dos participantes

Fonte: elaborado pelo consultor



Entre os principais pontos fortes levantados nesta dimensão estão o apoio do governo, disponibilizando recursos, e a integração das instituições. Pelas discussões havidas com o GT que tratou dessa dimensão, considera-se que os tipos de clientes estão definidos, porém não as suas necessidades. Como enfatizado, conhecer as necessidades dos clientes é um ponto fundamental à manutenção e ao aprimoramento de sistemas e deve ser sempre perseguido. Os resultados obtidos tendem a ser melhores, quando se conhece com clareza as demandas dos clientes. Distância geográfica entre os membros da rede pode dificultar a interação das pessoas e muitas vezes a comunicação não flui de forma adequada. Entretanto, deve ser lembrado que antes do Programa não havia nenhuma informação entre seus membros.

Novamente, constata-se que a integração entre as instituições é uma vantagem competitiva da rede analisada, mas deve ser sempre aprimorada. Os integrantes percebem as vantagens de utilizar a rede e buscam uma maior interação.

Como verificado na literatura e em estudos publicados pelo próprio consultor, em face da dispersão dos membros podem surgir problemas de comunicação. Atualmente o grupo procura meios de aprimorar a integração por meio da implantação de uma *homepage*.

A análise sucinta da dimensão “recursos”, também analisada sob a perspectiva de seus pontos fortes e fracos, encontra-se na TAB.8.

TABELA 8 – Dimensão “recursos” – pontos fortes e fracos

Pontos Fortes 	Pontos Fracos 
<ul style="list-style-type: none"> • Mobilização de recursos humanos em quantidade e qualidade • Aquisição de padrões e materiais de referência • Infra-estrutura laboratorial e institucional dos participantes • Até esta fase os recursos foram adequados (estruturação) • Contrapartidas institucionais 	<ul style="list-style-type: none"> • Quantidade de recursos financeiros em função do número de participantes • Na consolidação dos laboratórios em nível nacional haverá necessidade de um aporte maior • Pulverização dos recursos • Distribuição dos recursos • Falta de recursos para participação em outros Estados (treinamento e palestras)

Fonte: elaborado pelo consultor

A dimensão “recursos” foi considerada como fator crítico de desempenho da rede durante a apresentação do GT que discutiu esta dimensão. O principal problema levantado foi o valor insuficiente disponibilizado para os inúmeros projetos existentes. Ao mesmo tempo o montante recebido foi considerado bem distribuído, demonstrando baixo grau de insatisfação sobre os critérios usados para selecionar os principais projetos desenvolvidos.

Existe também um entendimento de que um aporte de recursos governamentais é necessário para estruturar a rede, além de um contínuo aporte financeiro por parte do governo para a sua manutenção e crescimento. Para tal deveria haver um posicionamento transparente do PBMQ no cenário da metrologia nacional.



Como medida de sustentação, um princípio adotado na rede foi o de buscar a auto-sustentabilidade para as atividades rotineiras, de maneira a assegurar aos usuários a continuidade na oferta dos produtos e serviços metrológicos gerados pela rede. Dessa forma, os aportes seriam necessários apenas aos novos desenvolvimentos. Essa perspectiva foi evidenciada na literatura, ao se tratar de redes de caráter público.

Também foram expressas opiniões de que é necessário investir em projetos técnicos específicos para cada atividade cujos resultados possam dar

sustentabilidade ao Programa, o que pode significar um importante aprimoramento na situação avaliada. Em paralelo com o aporte material, é importante estabelecer um programa de recursos humanos. Segundo o consultor, uma ação não citada, porém fundamental, seria a explicitação de critérios para realizar a distribuição dos recursos.

Uma síntese dos pontos fortes e fracos da dimensão “resultados” encontra-se na TAB. 9.

TABELA 9 – Dimensão “resultados” – pontos fortes e fracos

Pontos Fortes 	Pontos Fracos 
<ul style="list-style-type: none"> • Treinamentos • Participação em PIs internacionais • Melhorar da capacitação laboratorial • Alcance das metas propostas • Palestras 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de divulgação dos resultados (publicações) • Aprofundamento técnico em cada área específica • Falta de assessoria para os laboratórios e programas de proficiência • Falta de um grande evento em Metrologia Química

Fonte: elaborado pelo consultor

Novamente nesta dimensão são ratificados fatores positivos de apoio ao PBMQ já apontados pelos outros Grupos como a relevância dos treinamentos oferecidos; os resultados obtidos; a disseminação da informação por meio de palestras; a inserção internacional, que permitiu o acesso a fóruns e atividades importantes como a participação em PIs; e o apoio à melhoria da capacitação laboratorial, que ampliou e redirecionou as linhas de alguns dos laboratórios participantes da rede.

Também foram reforçados pontos em que há necessidade de melhoria como o aumento de publicações por parte dos membros do PBMQ. Adicionalmente, foram feitas recomendações para um aprofundamento técnico em temas específicos, por meio da formação de GTs, assessoria e mais ofertas de programas de comparação interlaboratorial, além da criação de uma

homepage e uso de teleconferências para intensificar a interação entre todos os membros. Todos esses fatores constituem-se em aprimoramentos a serem implementados na rede e devem ser constantemente melhorados.

5.2.8 Análise da pesquisa realizada junto ao MCT/CNPq

O segundo questionário foi submetido a três participantes do Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT)/Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) considerando-se os mesmos tópicos da pesquisa realizada com as principais lideranças do PBMQ, conforme ANEXO C – “Pesquisa Nacional Externa – Questionário MCT/CNPq”. Nesse questionário foram abordados itens como objetivos e estratégias (metas, clientes, demandas, prioridades e fontes de tecnologia), estrutura (interfaces, parcerias e grupos técnicos), recursos (adequação e eficiência) e resultados (treinamento, assessoria, novas metodologias, novos materiais de referência, publicações e palestras). Os valores médios atribuídos pelo CNPq aos itens desse questionário, encontram-se na TAB.10.

TABELA 10 – Valores médios atribuídos pelo CNPq

DIMENSÃO	MÉDIA
Objetivos e Estratégias	6,0
Estrutura	8,5
Recursos	9,0
Resultados	8,0

Fonte: elaborado pelo consultor

A dimensão “objetivos e estratégias” apresentou a pior média, tendo como principais pontos de atenção necessidades relacionadas com:

- a definição das áreas de atuação do PBMQ, em relação aos clientes;
- a clareza quanto à definição das prioridades, para a realização das tarefas pelas pessoas da rede; e
- mapeamento adequado das fontes de tecnologia para o programa.

É pertinente observar que as áreas de atuação do PBMQ foram definidas em consonância com as demandas identificadas junto aos usuários, por meio de extensa pesquisa de mercado na fase I do programa. Com base nesse

trabalho prévio, a priorização das áreas foi submetida e aprovada por um comitê *ad hoc* coordenado pelo MCT, em datas que precederam a fase atual em que esta pesquisa é realizada. Observa-se que a entrada de novos profissionais no sistema pode levar à não compreensão de determinadas decisões e cenários.

Também o entendimento de que as fontes de tecnologia são as próprias instituições ligadas à ciência e à tecnologia que participam do Programa e oferecem os serviços à sociedade não foi observado por quem realizou esta análise, ou seja, o mapeamento dessas fontes está definido. Porém pode ser ampliado, incluindo outras organizações, o que numa expansão da rede significa incorporar principalmente instituições de outros Estados do País, o que poderia ser uma melhoria em sua composição.

Também se observa um contraste de opiniões entre o CNPq e os participantes do PBMQ, no tocante à alocação de recursos.

Essas diferenças de perspectivas analíticas provavelmente decorrem de dois fatores. O primeiro é o desconhecimento por parte de novos atores integrados ao sistema. O segundo é a falta de um sistema de comunicação que não deixe lacunas nesses relacionamentos. Para equacionamento dessa questão, devem ser estabelecidos mecanismos que permitam repassar as informações de maneira eficiente, considerando que as entradas e saídas da rede sempre vão ocorrer.

Os próprios resultados alcançados pelo Programa devem ser considerados na análise da eficiência de redes. O modelo em rede do PBMQ mostrou ser eficaz, produzindo sinergias e reduzindo duplicações.

Conforme a avaliação do consultor,

“este modelo deveria ser aprimorado e mais divulgado não somente para outras áreas da metrologia, mas para as atividades de pesquisa de forma geral. Quando os recursos são escassos, modelos que promovem integração troca de experiência e realização de projetos interinstitucionais tendem a produzir mais resultados com menos recursos. Em muitas instituições de pesquisa, a integração interna entre as unidades não apresenta um perfil tão positivo como aquele observado na rede do PBMQ.” (Vasconcellos, 2006 p. 86)

Ainda segundo o consultor, em face do adequado desempenho em uma rede, essa avaliação apontou fatores de influência a serem considerados, a saber:

- **coordenação:** representa um fator de influência importante. Como foi observado, o comportamento das pessoas na reunião de avaliação

mostrou uma atitude de integração, assim como um clima pessoal muito positivo, fato refletido nas notas referentes a esse tópico;

- **modelo de governança:** durante a reunião houve alto grau de consenso sobre a criação de uma entidade formal (por exemplo, uma sociedade sem fins lucrativos) para gerenciar a rede, dotada de mecanismos de gestão que possibilitem maior participação das entidades e contribuam para o sucesso da rede. Esta formalização tem o risco de burocratizar e criar disputas pelo poder, entretanto a sua ausência pode pôr em risco a rede no futuro;
- **aproximação com o instituto metrológico nacional:** a rede preencheu uma lacuna que não estava sendo coberta pelo INMETRO com muita eficiência, entretanto o INMETRO é o órgão formal que trata deste tema no País. Se não houver um esforço para integrá-lo ao processo, disputas e competições ocorrerão cada vez mais, com prejuízo para o País. Com frequência, os órgãos governamentais pecam pela duplicação e disputa de espaço e dividendos políticos. Quando uma rede opera com sucesso, otimizando recursos, deve ser preservada e servir de exemplo. Por essas razões, a integração com o INMETRO é estratégica;
- **mapeamento transparente dos clientes, necessidades e prioridades:** o sucesso sustentável de qualquer programa, público ou privado, depende de um transparente mapeamento da cadeia de clientes, do que é prioritário para cada cliente e de como esses aspectos variam nas diversas regiões do país. Há espaço para o aprimoramento do PBMQ neste aspecto; e
- **buscar parceiros privados:** é uma estratégia positiva para o fortalecimento do PBMQ, aumentando ainda mais sua legitimidade.

5.3 Pesquisa internacional

Foi realizada uma avaliação relativa a formas de atuação em MQ no cenário internacional, incluindo aspectos como tipos de sistemas adotados, formas de disseminação de produtos metrológicos, reconhecimento formal dos sistemas nacionais, indicadores, dentre outros. Essa análise foi aplicada em instituições de diversos países, as quais possuem estreito vínculo com a metrologia, em especial com a Convenção do Metro. Esse estudo foi realizado pela pesquisadora, no período de julho de 2005 a março de 2006. A análise dos

resultados alcançados permitiu identificar os diversos aspectos relacionados com redes, objeto desta pesquisa.

5.3.1 Objetivo

A avaliação internacional teve por objetivo identificar formas de gestão da área de MQ no cenário internacional e as situações das redes nesse ambiente, em termos de formatação, tendências, proposições de melhoria, fatores de influência e geração de produtos metrológicos em MQ.

5.3.2 Método analítico

Nesta pesquisa foi adotada uma metodologia para identificar as formas de atuação, dificuldades, proposições de mudanças, fatores de influência e indicadores, bem como tendências de gestão em MQ no cenário internacional. Para atingir esses objetivos, foi elaborado um estudo descritivo estatístico, ou seja, uma pesquisa quantitativa com base nas ocorrências registradas. Assim, os resultados desta pesquisa passaram por um processo de análise e interpretação das respostas obtidas das médias e percentuais em cada item considerado.

5.3.3 Método de coleta de dados

A coleta de dados foi efetivada por meio de um questionário estruturado com perguntas abertas e fechadas, conforme o APÊNDICE G – “Pesquisa Internacional – Questionário”. A primeira versão dos questionários foi submetida à análise de seis coordenadores dos grupos de trabalho do Comitê Consultatif pour la Quantité de Matière (CCQM), para testar a sua adequação, consistência e facilidade de resposta.

Com base nas sugestões desses grupos de trabalho foram feitas as modificações necessárias ao aprimoramento do questionário. A versão final apresenta três módulos: o primeiro está relacionado com o perfil do país; o segundo com a sua posição metrológica no contexto mundial; e o terceiro com gestão e fatores relevantes para a geração de produtos metrológicos em química.

Na seqüência, os questionários foram enviados e, em sua maioria, respondidos eletronicamente, por via *e-mail*. Em alguns casos em que foi necessário um entendimento mais aprofundado foram realizadas entrevistas como na Alemanha e Tailândia.

Na Alemanha, os respondentes do Physikalisch-Technisch Bundesanstalt (PTB), Federal Institute for Materials Research and Testing (BAM) e Federal Office of Consumer Protection and Food Safety (BVL) foram entrevistados pessoalmente; assim como o respondente da Tailândia, pertencente ao National Institute of Metrology Thailand (NIMT).

O propósito desses contatos pessoais com os responsáveis pela metrologia em química desses dois países foi o de buscar mais informações, de maneira a ter uma melhor compreensão do ambiente de redes em que eles atuam. A escolha dessas redes teve por objetivo analisar uma rede bem consolidada, como a da Alemanha, identificando benefícios e dificuldades encontradas ao longo do tempo de operação. Já a da Tailândia foi escolhida de forma a entender as razões e motivações de sua criação, dado que a decisão de atuar por meio de rede em MQ foi tomada pelo governo tailandês mais recentemente, no ano de 2005.

5.3.4 Amostra

Foi utilizado o critério de amostra não-probabilística por julgamento, pois os elementos foram selecionados segundo um determinado critério, tendo como base as informações esperadas neste estudo.

As instituições participantes majoritariamente são aquelas associadas à Convenção do Metro ou outras com papéis expressivos na área de MQ em seus países (Bureau International des Poids et Mesures, 2007a).

Participaram da pesquisa os responsáveis pela área de MQ, que ocupam posições como diretores, gerentes ou presidentes dos institutos metrológicos nacionais, instituições designadas e outras com papel relevante na área.

Para algumas instituições, por motivos relacionados com o endereçamento, o questionário foi enviado para mais de um profissional, resultando em um total de 96 questionários enviados. O retorno obtido nessa pesquisa foi de 60%, correspondendo a 58 questionários respondidos, de 54 instituições, provenientes de 46 países. As instituições respondentes e os seus respectivos países são:

INSTITUIÇÃO

National Metrology Laboratory of South Africa (NMLSA)
 National Metrology Laboratory of South Africa (NMLSA)
 Federal Institute for Materials Research and Testing (BAM)
 Federal Office of Consumer Protection and Food Safety (BVL)
 Physikalisch-Technisch Bundesanstalt (PTB)
 Federal Environmental Agency (UBA)
 Instituto Angolano de Normalização e Qualidade (IANORQ)
 Instituto Nacional de Tecnologia Industrial (INTI)
 National Measurement Institute (NMIA)
 Umweltbundesamt GmbH (UGmbH)
 Institute for Reference Materials and Measurements (IRMM)
 European Commission (EC)
 Instituto Boliviano de Metrologia (IBMETRO)
 Instituto Radioproteção e Dosimetria (IRD)
 Bulgarian Institute of Metrology (BIM)
 National Research Council of Canada-Institute for National
 Measurement Standards (NRC-INMS)
 Comisión Chilena de Energia Nuclear (CNEC)
 Fundación Chile (FC)
 Government Laboratory (GL)
 Center for Measurement Standards (ITRI)
 National Institute of Metrology (NIMC)
 Korea Research Institute of Standards and Science (KRISS)
 State Office for Metrology (SOM)
 The Danish Accreditation and Metrology Fund (DAMF)
 Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN)
 Slovak Institute of Metrology (SIM)
 Centro Español de Metrologia (CEM)
 National Institute of Standards and Technology (NIST)
 Finnish Meteorological Institute (FMI)
 Mittatekniikan Keskus (MIKES)
 Laboratoire National de Métrologia et d'Essais (LNE)
 Netherlands Meetinstituut (NMI)
 National Office of Measures (OMH)
 National Physical Laboratory of India (NPLI)
 National Physical Laboratory of Israel (INPL)
 Instituto Nazionale di Ricerca Metrologica (INRIM)
 Chemicals Evaluation and Research Institute (CERI)

PAÍS

África do Sul
 África do Sul
 Alemanha
 Alemanha
 Alemanha
 Alemanha
 Angola
 Argentina
 Austrália
 Áustria
 Bélgica
 Bélgica
 Bolívia
 Brasil
 Bulgária
 Canadá
 Chile
 Chile
 China (Hong Kong)
 China (Taiwan)
 China
 Coréia
 Croácia
 Dinamarca
 Equador
 Eslováquia
 Espanha
 Estados Unidos
 Finlândia
 Finlândia
 França
 Holanda
 Hungria
 Índia
 Israel
 Itália
 Japão
 continua

continuação

INSTITUIÇÃO

Department of Standards and Quality Assurance (DSQA)
 Centro Nacional de Metrologia (CENAM)
 Laboratório Nacional de Metrologia (LANAMET)
 Norwegian Metrology Service (NMS)
 Measurement Standards Laboratory of New Zealand (MSLNZ)
 Instituto de Defensa de la Competência y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI)
 Instituto Português de Qualidade (IPQ)
 Kenya Bureau of Standards (KEBS)
 National Physical Laboratory (NPL)
 National Institute of Materials and Chemical Research (NIMC)
 Czech Metrology Institute (CMI)
 Trinidad and Tobago Bureau of Standards (TTBS)
 State Research Institute for Rare Metals (GIREDMET)
 Saint Lucia Bureau of Standards (SLBS)
 Swedish National Testing and Research Institute (SP)
 Federal Office of Metrology (METAS)
 National Institute of Metrology Thailand (NIMT)
 Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU)
 Servicio Autónomo Nacional de Normalización, Calidad, Metrologia y Reglamentos Técnicos (SENCAMER)

PAÍS

Lesoto
 México
 Nicarágua
 Noruega
 Nova Zelândia
 Peru
 Portugal
 Quênia
 Reino Unido
 Japão
 República Tcheca
 Trinidad e Tobago
 Rússia
 Santa Lúcia
 Suécia
 Suíça
 Tailândia
 Uruguai
 Venezuela

A representação geográfica desses países encontra-se na FIG.21.

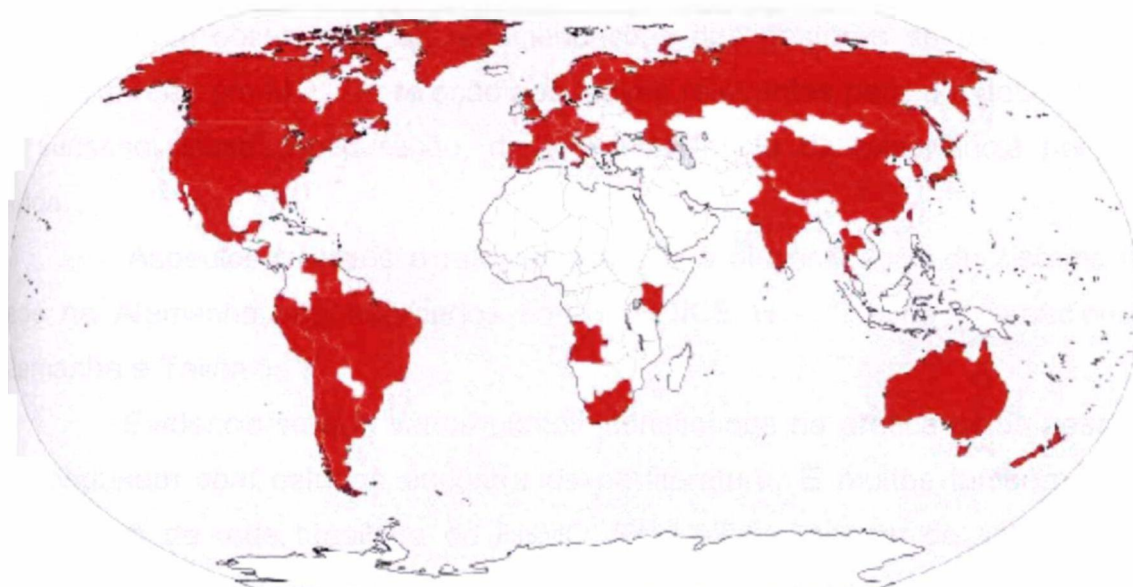


FIGURA 21 – Distribuição geográfica dos países respondentes da pesquisa internacional
Fonte: elaborado pela autora

5.3.5 Resultados

As informações obtidas nessa pesquisa foram contabilizadas e encontram-se representadas sempre que possível por gráficos, conforme o APÊNDICE H – “Redes Internacionais: Alemanha e Tailândia”, APÊNDICE I – “Pesquisa Internacional – País e Instituto”, APÊNDICE J – “Pesquisa Internacional – Relação de Área, Habitantes, PIB e Produtos de Exportação”, APÊNDICE K – “Pesquisa Internacional – Convenção do Metro e Lei de Pesos e Medidas”, APÊNDICE L – “Pesquisa Internacional – Tipo de Sistema Metrológico e Disseminação”, APÊNDICE M – “Pesquisa Internacional – Responsabilidade pelo Sistema Metrológico e Fatores de Influência” e APÊNDICE N – “Pesquisa Internacional – Participação em Organização Metrológica Regional e Desempenho”.

5.3.5.1 Entrevistas realizadas

- **Alemanha**

Segundo as respostas, constata-se que diferentes configurações em rede podem ser adotadas. Os depoimentos dos responsáveis da área em cada uma das instituições visitadas pertencentes à rede alemã de MQ tiveram uma

importante participação nos resultados. As suas manifestações foram tabuladas em conjunto com as demais respostas advindas da pesquisa realizada. Em especial foram observadas as recomendações dos gestores de países que já atuam em rede em MQ, em relação aos fatores relevantes para um desempenho de sucesso nessa configuração, dada a importância da experiência por eles vivida.

Aspectos relativos à rastreabilidade e à disseminação do sistema em rede na Alemanha são abordados no APÊNDICE H – “Redes Internacionais: Alemanha e Tailândia”.

Evidencia-se que vários pontos identificados na prática pelos gestores se coadunam com estudos encontrados na literatura. E muitos também foram vivenciados na rede brasileira do PBMQ. Esta última, apesar de se situar em posição mediana na hierarquia metrológica, ficando entre o Instituto Metrológico Nacional (IMN) e os laboratórios da indústria, também possui laboratórios com competência para atuar em nível metrológico nacional mais elevado, como já demonstrado pelas participações desses laboratórios em PIs internacionais como os do CCQM.

Na rede de MQ da Alemanha todos os integrantes situam-se numa mesma esfera, assumindo as responsabilidades e direitos de um IMN. O IMN exerce a função de coordenador de seus pares membros da rede e todos atuam no mesmo nível metrológico nacional, cada um em seu tema específico, de acordo com as suas capacitações.

A FIG.22 ilustra a posição da rede alemã em MQ na estrutura metrológica do país. Nessa figura é indicado o caminho da disseminação da rastreabilidade, que parte da esfera superior da pirâmide formada pelas organizações em rede, em direção aos laboratórios de ensaios em geral, fazendo uma passagem articulada pelos laboratórios acreditados setorialmente.

O inverso ocorre com a cadeia de rastreabilidade cuja direção sai da base laboratorial do país para o nível mais alto das referências metrológicas situada no topo da pirâmide, no caso constituída pela rede. A comparabilidade das medições indicada na base da pirâmide representa a comparação entre pares interagindo horizontalmente no tocante à competência em medições em seus diversos níveis.

Rede em MQ - Alemanha



FIGURA 22 – Posicionamento da rede alemã em MQ na estrutura metrológica do país
Fonte: elaborada pela autora

Legenda:

- PTB– Physikalisch-Technisch Bundesanstalt
- BAM – Federal Institute for Materials Research and Testing
- BVL – Federal Office of Consumer Protection and Food Safety
- UBA – Federal Environmental Agency
- DGKM – German Society for Clinical Chemistry

Essas instituições atuam no topo da cadeia metrológica como provedoras de padrões primários e medições de referência em matrizes e **analitos** específicos em áreas sob sua responsabilidade. O segundo nível é ocupado pelos laboratórios de calibração acreditados, segundo os critérios conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas (2005), os quais agem como multiplicadores da rastreabilidade para os laboratórios de ensaios existentes no mercado, que seguem os regulamentos de suas respectivas áreas, fazendo com que a cadeia de rastreabilidade metrológica tenha uma efetividade adequada ao país.

No caso dos laboratórios médicos, principalmente os de análises clínicas da Alemanha, esse fato é bem visível. Os mais importantes laboratórios de calibração pertencem ao Deustch Vereinte Gesellschaft für Klinische Chemie und Laboratoriumsmedizin (DGKL). O Bundesärztekammer é a organização central da administração médica na Alemanha, que interage com o ministério da

saúde, provendo leis e assessoria contando com a representação do United German Society for Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (DGKC), DGKL, PTB e outros. É uma organização ativa na formação de opinião e procedimentos legislativos relativos às políticas da saúde.

A atuação em rede tem sido avaliada como um processo positivo em desenvolvimento para a Alemanha. O BVL está em fase de reconhecimento formal e já participa das reuniões e Pls do CCQM e da OMR europeia. As instituições que fazem parte da rede em MQ, suas áreas de atuação na rede e os ministérios aos quais estas se vinculam são apresentadas na TAB.11.

TABELA 11 – Rede alemã em MQ: formação, atuação e ministérios

INSTITUIÇÃO	SIGLA	ATUAÇÃO EM REDE	MINISTÉRIO
Federal Institute of Physics and Technology NMI Alemão Coordenador	PTB	Medições de referência em química orgânica, inorgânica, gás, eletroquímica, química clínica	Federal Ministry of Economics and Technology
Federal Institute for Materials Research & Testing	BAM	Padrões primários de substâncias puras e de gases e MRCs	Federal Ministry of Economics and Technology
Federal Office of Consumer Protection and Food Safety	BVL	Medições de referência em alimentos	Ministry of Agriculture
Federal Environmental Agency	UBA	Padrões primários e medições de referência para qualidade de gases ambientais	Federal Ministry for the Environment Nature Conservation and Nuclear Safety
United German Society for Clinical Chemistry and Laboratory Medicine representado pelo Reference Institute Bionalysis (RIB)	DGKC	Padrões primários e medições de referência para componentes e substâncias clínicas	Bundesärztekammer – instituição de referência que interage com o Ministério da Saúde, da qual faz parte o DGKC

Fonte: elaborado pela autora

São ministérios diferentes a que pertence cada um dos partícipes e as definições dos aportes financeiros são efetuadas em nível ministerial e repassadas às instituições. O planejamento para o desenvolvimento das atividades é feito por meio de entendimentos entre os membros da rede e o IMN. Esses acordos são dispostos por meio de contratos bilaterais nos quais são

explicitadas as regras para a operacionalização das atividades previstas para cada instituição junto com o IMN.

Quanto ao plano de trabalho de cada um na rede, as decisões ocorrem em reunião anual, em geral no mês de abril, em Berlim. Pela percepção do coordenador da rede, o fato de estarem ligados a diversos ministérios dá mais liberdade de ação para cada um, individualmente.

No caso das atribuições de responsabilidades para os desenvolvimentos técnicos, não há nenhum envolvimento ministerial, somente o dos participantes da rede. A divisão de trabalho é feita de acordo com as competências em áreas específicas e com base nas diretivas europeias e nas necessidades identificadas do comércio.

Para ingressar na rede, utiliza-se como processo de seleção a demonstração de competência por meio da participação em PIs como os *pilot studies* do CCQM. Somente após participações com resultados satisfatórios o IMN concorda com a inclusão da instituição no sistema. Os membros da rede também reconhecem esse recurso como relevante, que se constitui em importante ferramenta para o ingresso e permanência na rede.

De acordo com o coordenador da rede alemã ³, não há membro superior na rede, todos são iguais e têm um dever a ser cumprido em nível federal. Em caso de ocorrência de algum problema, os responsáveis pela área devem buscar a solução.

O coordenador e os participantes da rede alemã convergem em opinião, ao dizerem que atuação em rede é muito importante na área de MQ para o atendimento da diversidade de necessidades nacionais. Enfatizam que as formatações de rede nessa área provavelmente diferem, em decorrência das realidades de cada país. Adicionalmente, concluem que hoje a área de MQ tem um contorno mais nítido do que anos atrás. Mas, em física, as questões metrológicas são mais claramente definidas, especialmente os padrões primários.

Foi enfatizada pelo coordenador e pelos participantes da rede a importância de existir confiança entre todos que participam da rede e também de

³ Prof. Dr. Bernd Güttler, diretor – coordenador do Metrology in Chemistry, Physikalisch-Technisch Bundesanstalt (PTB)

haver um entendimento das necessidades dos seus membros. Deve haver transparência nas expectativas de ambos os lados.

A instituição mais antiga participante da rede (BAM) foi criada na década de 1950, coincidente com a época do início das atividades do IMN (PTB). Apesar de desenvolver atividades metrológicas na área, especialmente a produção de MRCs, o BAM somente foi reconhecido formalmente como parte da rede nacional em 1998. A avaliação do respondente sobre esse instituto diz que, para se atingir esse patamar de formalização, o caminho é muito longo e demanda um trabalho político e posicionamentos pessoais que favorecem (ou não) um resultado positivo ao final do processo.

Os participantes da rede ressaltaram que o atendimento das demandas em MQ ocorre com base em legislação e regulamentos. Para esse fim, é relevante adotar o tipo de atuação em rede que faz uso de infra-estruturas já existentes, sem necessidade de estabelecer novas, o que é mais simples, econômico e rápido para o início de novos desenvolvimentos. Como valores dessa formatação, os participantes da rede, também evidenciaram o uso do conhecimento e da experiência já existentes, bem como da sinergia e da multiplicidade de interfaces que uma rede permite.

Ressaltaram ainda que, por razão das várias frentes de contato existentes em uma rede, a coordenação não é fácil. Adicionalmente, apontaram para o fato de todas as instituições serem governamentais com os mesmos direitos, o que demanda mais habilidade de seu coordenador. Novas atividades requerem definições, procedimentos e protagonistas para a sua realização, o que requer muito tempo de organização. Estes são pontos críticos para quem faz essas definições e é responsável pela gestão da rede.

Como aspecto crítico foi destacado a dificuldade de harmonizar as solicitações que, muitas vezes, vêm da área federal com as atividades que devem ser desenvolvidas nos laboratórios de controle de rotina, pois as instituições da rede atuam como referência na cadeia de rastreabilidade.

Esses participantes consideram a atuação em rede uma escolha acertada para a Alemanha. Inclusive realçam que também não deve haver somente um organismo de acreditação, dado o número de áreas que necessitam desse serviço, ou seja, a acreditação deve ser feita por área.

Ressaltaram as necessidades de MRCs em segmentos como o da saúde em que as matrizes são difíceis de se trabalhar. Atuando em rede, eles vêem uma maior possibilidade de estabelecer a comparação entre os resultados de forma abrangente.

- **Tailândia**

Comentários detalhados sobre a rede da Tailândia encontram-se descritos no APÊNDICE H – “Redes Internacionais: Alemanha e Tailândia”. São apresentadas as razões de criação dessa rede, justificada por aspectos relacionados diretamente com o comércio exportador e com a saúde da população, tanto qualitativos quanto quantitativos.

Nessa descrição também são relatados a maneira como essa rede está sendo estruturada, o vínculo das instituições participantes com o governo por meio de diferentes ministérios, as capacitações e áreas envolvidas, os critérios adotados, seus objetivos e metas. Nessa rede, formada por competências em temas específicos, a seleção de atores tem sido um ponto de atenção e mecanismos de avaliação para ingresso de seus membros têm sido adotados, sendo o principal o desempenho em comparações interlaboratoriais. A instituição coordenadora dessa rede também é o IMN da Tailândia.

5.3.5.2 Questionários respondidos

Com base nas respostas recebidas relativas aos questionários enviados foi feita uma tabulação das indicações recebidas. As tabelas contendo as informações encontram-se anexas e sua numeração é referida em cada item deste tópico. A ilustração dos dados consolidados é feita pelas figuras apresentadas a seguir.

Inicialmente, de forma a caracterizar a amostra utilizada, a FIG.23 mostra os tipos de instituições consultadas, em sua maioria (90%) são institutos metrológicos nacionais ou instituições por eles designadas. As demais atuam no desenvolvimento de atividades metrológicas relevantes mas não participam formalmente do sistema metrológico nacional. O seu detalhamento encontra-se no “APÊNDICE I – “Pesquisa Internacional – País e Instituto”, caracterizando-se a estreita relação da amostra selecionada com os sistemas metrológicos nacionais, especialmente com os IMNs.

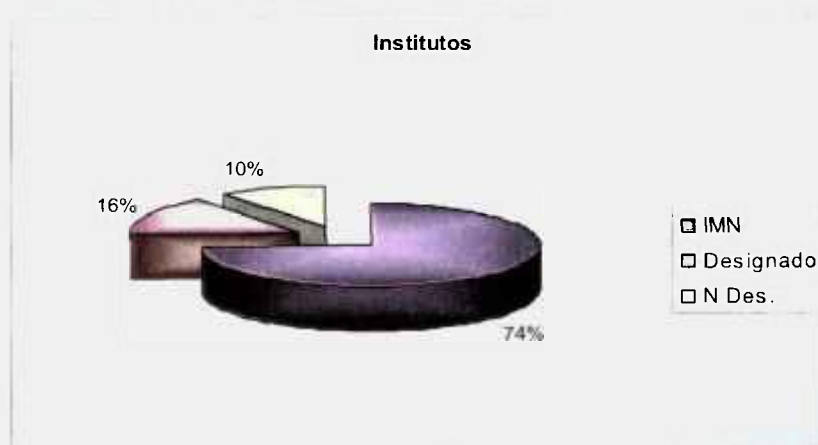


FIGURA 23 – Tipo de instituição consultada
Fonte: elaborado pela autora

Dentre essas instituições o percentual de institutos que fazem parte da Convenção do Metro (81%) é apresentado na FIG.24, observando-se que alguns IMNs não fazem parte da referida Convenção, conforme discriminado por país no APÊNDICE K – “Pesquisa Internacional – Convenção do Metro e Lei de Pesos e Medidas”.



FIGURA 24 – Participação na Convenção do Metro
Fonte: elaborado pela autora

Majoritariamente (76%) os institutos consultados estão vinculados a Ministérios da Indústria e Comércio, o que é facilmente entendido, dado o reflexo das atividades em metrologia com as questões do comércio, conforme ilustrado pela FIG.25. No caso de instituições que atuam em redes, a vinculação em geral ocorreu em mais de um ministério, dependendo da área de especialização que estava representava na rede, como saúde, meio ambiente e outras. A relação por

país pode ser vista no APÊNDICE M – “Pesquisa Internacional – Responsabilidade pelo Sistema Metrológico e Fatores de Influência”.



FIGURA 25 – Vinculação a ministérios
Fonte: elaborado pela autora

Em termos de caracterização da amostra no tocante a extensão de área dos países consultados, observa-se pela FIG.26 que dentre os países pesquisados a que pertencem os respondentes a maior concentração está naqueles que têm até 700.000 km² de área. O detalhamento por país encontra-se no APÊNDICE J – “Pesquisa Internacional – Relação de Área, Habitantes, PIB e Produtos de Exportação”.

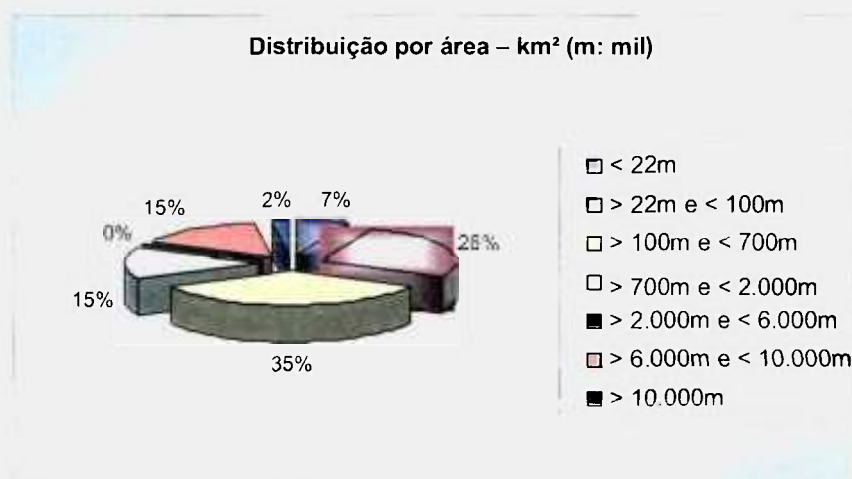


FIGURA 26 – Países: distribuição por área-km² (m-mil)
Fonte: elaborado pela autora

Complementando as características dos países que fizeram parte da amostra analisada, observa-se pela FIG. 27 que a maior ocorrência foi de países

com até 50 milhões de habitantes, conforme detalhado no APÊNDICE J – “Pesquisa Internacional – Relação de Área, Habitantes, PIB e Produtos de Exportação”.



FIGURA 27 – Países: habitantes por milhão (M)
Fonte: elaborado pela autora

Para ilustrar as possibilidades de atuação da MQ nas exportações realizadas pelos países dos respondentes, a FIG.28 apresenta os principais produtos de exportação mencionados. Pode-se observar que há uma predominância dos produtos provenientes da agroindústria (24%), seguida pelos metais e minerais (14%), máquinas e equipamentos (11%) e combustíveis (9%), e demais itens registrados. A descrição individual de tipos de produtos por país encontra-se no APÊNDICE J – “Pesquisa Internacional – Relação de Área, Habitantes, PIB e Produtos de Exportação”.

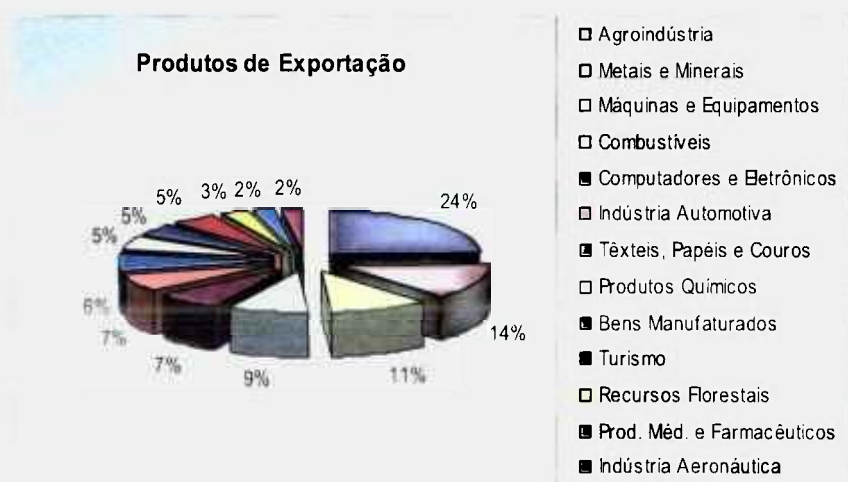


FIGURA 28 – Produtos de exportação
Fonte: elaborado pela autora

Dentre as instituições consultadas procurou-se identificar os tipos de atuação, centralizados ou não. Observa-se que prevalece o tipo centralizado (65%); provavelmente em decorrência de ser esse o tipo de sistema consolidado na maioria das instituições para a área de física.

Ressalta-se que para os não centralizados foram consideradas todas as formas de cooperação em rede, ou seja, em conjunto com o IMN, na mesma posição hierárquica, ou abaixo fazendo o elo com os demais laboratórios na estrutura nacional, bem como diversas formas de articulação com o IMN.

É visível a diversidade de formas como essa área pode ser aperacionalizada, seja em um ou em outro sistema. A FIG.29 ilustra os percentuais relativos ao tipo de sistema adotado para a área de metrologia em química centralizado ou não. As respostas recebidas foram tabuladas e encontram-se relacionadas no APÊNDICE L – “Pesquisa Internacional – Tipo de Sistema Metrológico e Disseminação”.



FIGURA 29 – Tipos de sistema adotado em MQ
Fonte: elaborado pela autora

Com o propósito de verificar possíveis interfaces entre tipo de sistema vigente - centralizado ou descentralizado - e PIB/habitante foi elaborada a FIG.30. Como mostra essa figura, a existência de um ou outro tipo aparentemente de sistema foi independente, não tendo sido observada relação entre eles.



FIGURA 30 – Tipo de sistema e PIB por habitantes
Fonte: elaborado pela autora

Dentre as instituições respondentes procurou-se identificar aquelas que têm leis de pesos e medidas para melhor contextualização do sistema em que se inserem. Pela FIG.31 observa-se que a maioria dos países pesquisados (60%) já possui leis de pesos e medidas; e aqueles que ainda não a têm (20%), apresentam planos para a sua criação. O detalhamento dessas informações encontra-se no APÊNDICE K – “Pesquisa Internacional – Convenção do Metro e Lei de Pesos e Medidas”.

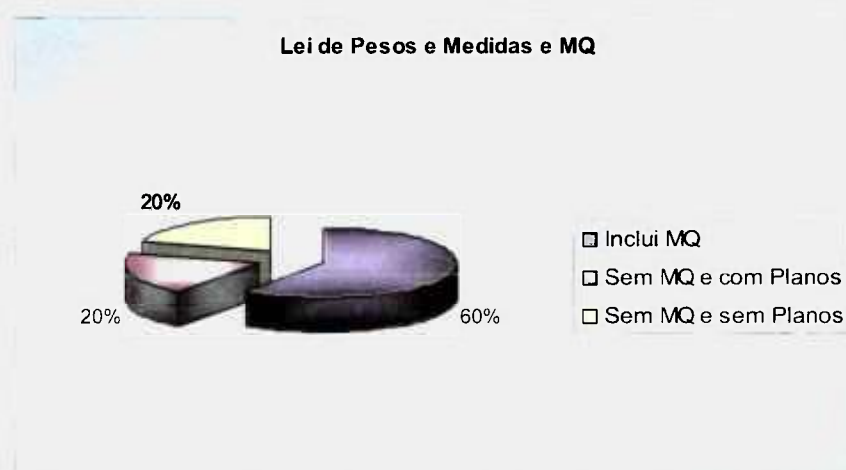


FIGURA 31 – Existência de leis de pesos e medidas
Fonte: elaborado pela autora

Conforme ilustrado na FIG.32 e listado no APÊNDICE N – “Pesquisa Internacional – Participação em Organização Metrológica Regional e Desempenho”, a quase totalidade (96%) das instituições dos respondentes

participa de organizações metrológicas regionais (OMR), diretamente relacionado com as questões metrológicas destacadas ao longo deste trabalho.



FIGURA 32 – Participação em OMRs
Fonte: elaborado pela autora

A FIG.33 apresenta os tipos de OMRs das Américas (SIM), da Europa (EUROMET), da África (SADCMET) e Ásia-Pacífico (APMP). Todas essas informações encontram-se discriminadas no APÊNDICE N – “Pesquisa Internacional – Participação em Organização Metrológica Regional e Desempenho”.



FIGURA 33 – Tipos de OMRs
Fonte: elaborado pela autora

A FIG.34 mostra que a maioria dos países (87%) participa das atividades relacionadas com a metrologia em química de suas respectivas OMRs.

Todas essas informações encontram-se discriminadas no APÊNDICE N – “Pesquisa Internacional – Participação em Organização Metrológica Regional e Desempenho”.

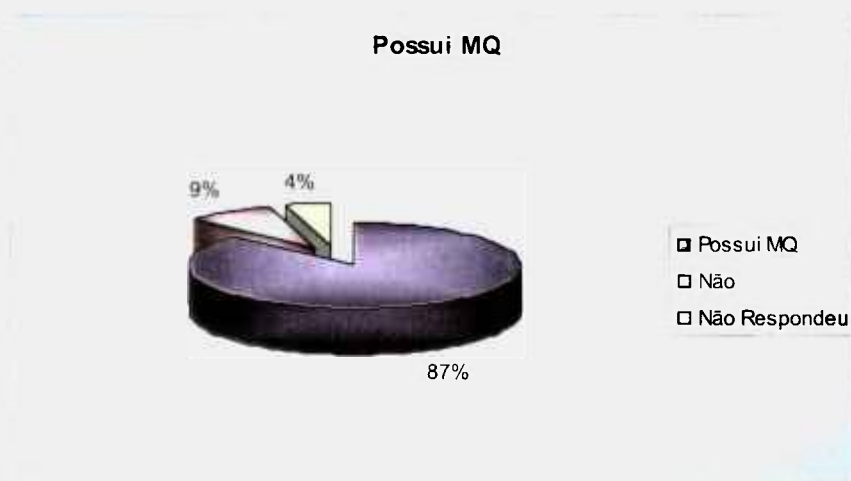


FIGURA 34 – Participação de OMR em MQ
Fonte: elaborado pela autora

A FIG.35 apresenta a disseminação de produtos metrológicos, por meio de cooperações com outras instituições na área de MQ. Pode-se constatar que a maioria dos respondentes (38%) já tem algum sistema estabelecido, outros estão em processo (33%) ou com planos (9%) de consolidar uma infra-estrutura para tal finalidade em parceria com outras instituições, conforme relacionado no APÊNDICE L – “Pesquisa Internacional – Tipo de Sistema Metrológico e Disseminação”. Esta figura mostra a intensidade com que cooperações, como as em rede, vêm se estabelecendo.

Entre os IMNs que têm planos para implementar ou intensificar a disseminação da rastreabilidade em química, a maioria pretende fazê-lo com a participação de outros institutos. Também aqui os sistemas podem ter várias combinações e fica evidente que as formas cooperativas como redes devem atuar de forma articulada com o IMN e estão inseridas na esfera internacional, em termos de OMRs e atividades de CCQM.



FIGURA 35 – Disseminação da rastreabilidade com cooperações
Fonte: elaborado pela autora

Como a atuação em redes demanda o conhecimento dos fatores que influenciam o seu desempenho, estes foram investigados junto aos respondentes desta pesquisa. A FIG.36 apresenta os fatores de influência citados, que foram separados em quatro grupos: os que foram expressos somente pelos que atuam de forma centralizada, descentralizada, comuns às duas formas e sem resposta.

Como se observa, a maioria dos fatores indicados foi comum, tanto pelos que atuam em países onde o sistema é centralizado como pelos não centralizados, correspondendo a um total de 86%. Dentre os relativos somente aos não centralizados o percentual foi de 9% e aos centralizados de 3%. O detalhamento dos fatores de influência encontra-se no APÊNDICE M – “Pesquisa Internacional – Responsabilidade pelo Sistema Metrológico e Fatores de Influência”.



FIGURA 36 –Fatores de influência – total

Fonte: elaborado pela autora

Como ilustração, as indicações havidas somente para sistema centralizado encontram-se na FIG.37, conforme descrição de sua legenda e detalhamento no APÊNDICE M – “Pesquisa Internacional – Responsabilidade pelo Sistema Metrológico e Fatores de Influência”.

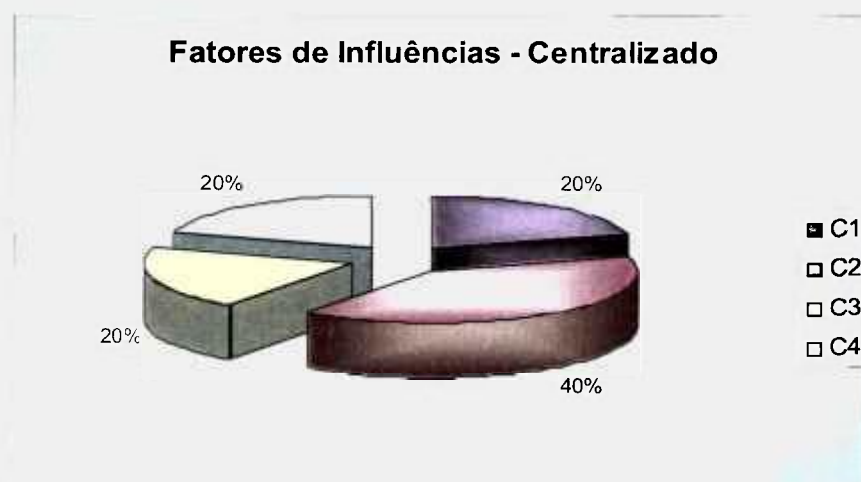


FIGURA 37 – Fatores de influência – centralizado

Fonte: elaborado pela autora

Legenda

- C1 – Concentração de recursos em áreas específicas em países pequenos (20%)
- C2 – Estabelecimento de sistema de qualidade/metrológico nacional (40%)
- C3 – Repasse de atividades do IMN para laboratórios acreditados/referência (20%)
- C4 – Vinculação dos desenvolvimentos da metrologia científica com a metrologia legal e impactos decorrentes (20%)

A distribuição das indicações havidas somente para sistema descentralizado encontra-se na FIG.38, conforme descrição na legenda e detalhamento no APÊNDICE M – “Pesquisa Internacional – Responsabilidade pelo Sistema Metrológico e Fatores de Influência”.



FIGURA 38 – Fatores de influência – descentralizado
Fonte: elaborado pela autora

Legenda

- D1 – Manutenção da confiança entre os membros (7%)
- D2 – Coordenação da rede: compreender as necessidades e habilidades dos parceiros (7%)
- D3 – Articulação interna e externa da rede (22%)
- D4 – Seleção adequada de parceiros (7%)
- D5 – Atuação com contratos formais (recursos e responsabilidades) (22%)
- D6 – Clareza nas expectativas e tarefas de todos os partícipes (7%)
- D7 – Membros da rede: respostas adequadas a tempo hábil (14%)
- D8 – Harmonização do sistema nacional no conjunto de áreas da MQ (14%)

A distribuição das indicações comuns feitas pelos respondentes dos dois sistemas encontra-se na FIG.39, conforme descrição na legenda e detalhamento no APÊNDICE M – “Pesquisa Internacional – Responsabilidade pelo Sistema Metrológico e Fatores de Influência”.

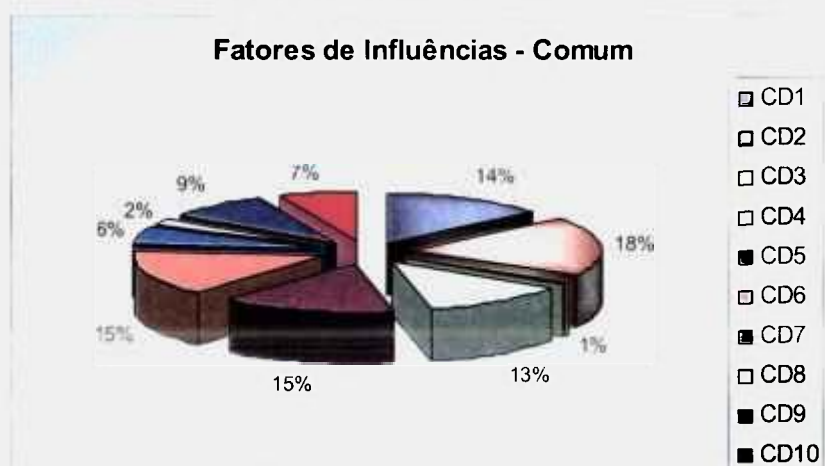


FIGURA 39 – Fatores de influência comuns – centralizado e descentralizado
Fonte: elaborado pela autora

Legenda

- CD1 – Apoio governamental - Recursos financeiros e planejamento (14%)
- CD2 – Disseminação da rastreabilidade em MQ por redes em áreas específicas e cooperações (18%)
- CD3 – Inclusão e reconhecimento da MQ nas leis nacionais (1%)
- CD4 – Formalização dos laboratórios designados / referência nos sistemas nacional e internacional (13%)
- CD5 – Desenvolvimento de MRCs e participação em PIs regionais, CCQM e outros (15%)
- CD6 – Ampliação e melhoria da infra-estrutura / capacitação nacional MQ / equipes permanentes (15%)
- CD7 – Mais parcerias entre NMIs, outras instituições governamentais e privadas (6%)
- CD8 – Cooperação adequada entre os ministérios envolvidos com MQ (2%)
- CD9 – Atendimento aos requisitos do MRA e demonstração de competência pelos CMCs (9%)
- CD10 – IMN não cobre todas as áreas (7%)

Concluindo esta pesquisa, foram levantados os quesitos relativos aos indicadores de desempenho adotados nas instituições respondentes, em função da relação de avaliações e mensurações utilizando indicadores, visando à melhoria do sistema de gestão da área de MQ.

Estas dimensões de aprimoramento, bem como os fatores de influência relacionam-se diretamente com o desempenho de sistemas em geral. A FIG.40 ilustra que 36% dos respondentes adotam indicadores para medir a eficiência do sistema, 64% não os têm estabelecidos e alguns manifestaram que planejam consolidá-los futuramente.



FIGURA 40 – Indicadores de desempenho
Fonte: elaborado pela autora

Na FIG.41 são apresentados os tipos de indicadores utilizados para mensuração do desempenho do sistema metrológico nacional. Observa-se que os próprios produtos metrológicos desenvolvidos pelas instituições se constituem em

indicadores, assim como o retorno dado pelos seus usuários, em termos qualitativos e quantitativos. Outros também foram apontados, conforme descrição na legenda dessa figura que apresenta os seus respectivos percentuais.



FIGURA 41 – Tipos de indicadores de desempenho
Fonte: elaborado pela autora

Legenda

- I-01 – Resultado em comparações interlaboratoriais (24%)
- I-02 – Impacto econômico (18%)
- I-03 – Número de serviços de calibração e de certificação (10%)
- I-04 – Identificação de necessidades e competências (10%)
- I-05 – Retorno sobre serviços executados (8%)
- I-06 – Número de CMCs aprovados (8%)
- I-07 – Número de laboratórios acreditados e acreditação (6%)
- I-08 – Produção de MRC (4%)
- I-09 – Projetos bem sucedidos e alcance de metas (4%)
- I-10 – Avaliações internas e por terceira parte (4%)
- I-11 – Treinamento e publicações (2%)
- I-12 – Novos equipamentos e tipos de medição (2%)

6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo são discutidos os resultados obtidos do estudo de caso múltiplo, que envolveu levantamentos junto a pesquisadores participantes da rede brasileira de MQ e gestores internacionais da área de MQ, bem como as informações obtidas na literatura.

Essa análise visa ao atendimento do objetivo geral da pesquisa, que é o de identificar benefícios e incrementar o grau de compreensão relativo à atuação em redes na área de MQ por meio da análise do alcance de cada objetivo específico. Em função da proximidade das hipóteses formuladas com esses objetivos, a sua demonstração é feita no âmbito de cada objetivo, de acordo com a sua correspondência.

Assim, seguindo os passos do roteiro adotado nesta discussão, são apontadas as pesquisas realizadas no estudo de caso múltiplo. Todas contribuíram para o desenvolvimento dos itens analisados, porém para alcançar cada objetivo específico, algumas forneceram maior embasamento em determinados tópicos estudados, atuando as demais como complementos analíticos, conforme relacionado na TAB.12. As informações provenientes da pesquisa exploratória foram corroboradas pelos estudos encontrados em literatura.

TABELA 12 – Roteiro analítico para verificação do alcance dos objetivos e comprovação das hipóteses

Objetivos	Hipóteses	Pesquisas realizadas
Objetivo 1: identificar os aspectos relacionados com os benefícios decorrentes da atuação em redes	Hipótese 1: Pela diversidade de demandas na área de metrologia em química a atuação em redes é benéfica para as instituições e para o País.	Estudo de caso internacional e estudo de caso nacional – pesquisa interna
Objetivo 2: verificar os fatores de influência no desempenho de redes	Hipótese 2: Para um desempenho eficiente e eficaz na geração e disseminação de produtos metrológicos na área química em rede devem ser considerados os fatores de influência e as dimensões de aprimoramento em sua gestão.	Vivência na rede PBMQ, estudo de caso nacional – pesquisa interna – e estudo de caso internacional
Objetivo 3: identificar as dimensões de aprimoramento no desempenho de redes		Estudo de caso nacional – pesquisa externa

Fonte: elaborado pela autora

6.1 Objetivo 1 – Identificar caráter benéfico de redes

Este objetivo visa a identificar os aspectos relacionados com benefícios decorrentes da atuação em redes em MQ para as instituições e o país, em função da diversidade de demandas nessa área. Como a hipótese 1 vai ao encontro deste objetivo a sua demonstração também é feita neste tópico.

A discussão se dá em níveis distintos em que a maior contribuição decorre das informações advindas do estudo de caso internacional, seguida do estudo de caso nacional, especialmente pela pesquisa interna. As informações obtidas com o estudo de caso nacional - pesquisa externa e vivência da pesquisadora na rede PBMQ complementam a análise realizada.

Os relatos de líderes mundiais da área de MQ, de diversos países que já atuam em rede sob diversas configurações, enfatizam a importância dessa forma cooperativa para seus países, confirmando as constatações feitas nas pesquisas em âmbito nacional.

Com esse embasamento, propiciado pelos gestores mundiais da área, em particular por aqueles que já atuam sob formatação de rede, foi possível desenvolver esta discussão, evidenciando-se com clareza o caráter benéfico da atuação em redes em áreas como a de MQ. Os fatos detectados na prática foram confirmados por estudos de renomados autores citados na fundamentação teórica deste trabalho.

6.1.1 Estudos da literatura

Foram encontradas referências sobre aspectos relacionados com qualidade e medições, bem como atuação em redes convergentes com a área em estudo conforme relacionado a seguir.

6.1.1.1 Qualidade e medições em MQ

Inicialmente são feitas referências relativas à área em estudo que, conforme a hipótese 1, abordam a diversidade da MQ, fato visível dada a sua aplicação às medições realizadas em campos multidisciplinares da indústria, saúde e meio ambiente, conforme discorrido no capítulo 1 “Introdução”, e no capítulo 2 “Contextualização da Pesquisa”.

Nesses capítulos são citadas referências encontradas na literatura que mostram a importância de se dispor de infra-estruturas domésticas adequadas à implementação da MQ, principalmente pelo impacto econômico gerado. Neste tópico são evidenciados alguns desses aspectos diretamente relacionados com medições na área em estudo.

A importância e abrangência dessa área estão evidenciadas no mercado mundial, no qual o número dos negócios transnacionais vem crescendo significativamente nas últimas décadas, intensificando-se as trocas de bens e serviços, conforme Boxberger e Klimenta (1999), bem como as barreiras técnicas, segundo estudos de Lima (2003).

O atendimento a normas e regulamentos técnicos, certificações e credenciações são atividades demandantes de medições. Temple et al. (2002) fazem referências ao desenvolvimento de novas e mais eficientes medições e técnicas para proverem vantagem competitiva a produtos de mercado. Por sua vez, Antonelli e Patrucco (2002) afirmam que, quando um produto ou serviço se torna dominante em um mercado, um conjunto de técnicas de medição pode

emergir, passando a ser aplicado para atender às suas especificações.

Com relação aos limites impostos para a exportação, também existe uma demanda importante por medições exatas e confiáveis que requerem sistemas nacionais de medição, de forma a propiciar vantagens competitivas diferenciando-se os bens domésticos em termos de qualidade, segundo Blind (2001).

6.1.1.2 Aspectos benéficos em redes

A partir de numerosos casos citados na literatura, observa-se que formas de cooperação em redes têm possibilidades concretas de apoiar as economias a um desenvolvimento sustentável em áreas como a de MQ, dada a sua inserção em cenário globalizado e competitivo, conforme apresentado no capítulo 3, "Fundamentação Teórica".

O ambiente em redes apresenta características peculiares e a dinâmica estabelecida é fundamental para o seu sucesso. Nesse contexto, um benefício visível é a sinergia gerada e a complementaridade entre seus membros, que pode viabilizar projetos em nível de adequação superior ao das instituições numa atuação individual.

Essa sinergia gera uma vantagem muito importante, que é a transformação do conhecimento como processo de criação e desenvolvimento, conforme Castells (1999).

Redes são apontadas por Olave e Amato Neto (2001) como um caminho para o desenvolvimento das organizações inseridas em uma economia globalizada em busca da competitividade nacional.

Pesquisadores como Callon (1989) relacionam áreas complementares e sinérgicas na associação de pessoas com a potencialização do conhecimento conjunto, do indivíduo e da instituição. Ainda Callon (1991) e Latour (1992) abordam a perspectiva de grandes ganhos científicos e tecnológicos, em uma ação coletiva, com diversos atores. Conhecimentos teóricos e aplicados adquirem status de competência se forem comunicados e trocados, de acordo com Boterf (1995). Autores como Podolny e Page (1998) concluem que a organização em rede estimula o aprendizado.

Nessa formatação de rede, cada organização possui certa habilidade de aprender a partir de outras organizações, de acordo com Cohen e Levinthal

(1990), facilitado pela maior aproximação entre os seus “nós”, conforme Guarnieri (2005).

Pequenas e médias empresas podem obter vantagens competitivas ao atuarem de forma associada e conjunta, fato que propicia eficiência em suas operações e estratégias, como apresentado nos estudos de Piore e Sabel (1984), Brusco e Righi (1989) e Porter (1993,1998).

As condições para aumentar ou perder competitividade empresarial dependem do nível de relacionamento com outros agentes sociais. Quando empresas se organizam sob a forma de cooperação, conseguem obter ganhos que, num nível individual, não seria possível alcançar, conforme Silva (2003).

Como se pode observar, atuação em redes pode gerar benefícios relevantes para aqueles que dela participam. Dadas as características de áreas como a MQ, redes evidenciam-se como forma de gestão benéfica aos países que as adotam. Sumarizando os principais aspectos identificados na literatura, quer seja para a própria instituição participante quer seja para o país, foi elaborada a TAB.13.

TABELA 13 – Benefícios em redes encontrados na literatura

Item Fonte	Benefício	Instituição	País
Callon (1991) e Latour (1992)	Ganho científico e tecnológico	X	X
Callon (1989)	Complementaridade, sinergia e potencialização do conhecimento	X	
Castells (1999)	Criação e desenvolvimento do conhecimento		X
Boterf (1995)	Competência pela comunicação e troca	X	
Cohen e Levinthal (1990)	Aprendizagem e internalização do conhecimento	X	
Podolny e Page (1998)	Aprendizado	X	
Silva (2003)	Eficiência coletiva	X	X

Continua

Continuação

Item Fonte	Benefício	Instituição	País
Piore e Sabel (1984), Brusco e Righi (1989) e Porter (1993,1998)	Vantagem competitiva para a organização Eficiência na operação e estratégia	X	
Olave e Amato Neto (2001)	Desenvolvimento das organizações, em economia globalizada visando à competitividade nacional	X	X
Guarnieri (2005)	Aproximação entre os membros	X	

Fonte: elaborado pela autora

6.1.2 Estudo de caso nacional – pesquisa interna e externa

Os fatos apresentados nesta pesquisa corroboram com os ressaltados na literatura, em termos do caráter benéfico de atuação em redes em áreas como a de MQ.

Os itens comuns, mais expressivos da literatura e identificados à prática dos participantes da rede brasileira, principalmente na pesquisa nacional interna e em parte na externa, encontram-se sintetizados neste tópico. Aspectos relacionados com formas de gestão centralizada por não serem objeto desta pesquisa não foram contabilizados.

Complementarmente, os benefícios de se dispor dessa infra-estrutura no País podem ser constatados pelos próprios resultados gerados pela rede PBMQ, como os produtos e serviços metrológicos relevantes para o Brasil, os quais estão detalhados no capítulo 4 “Rede do Programa Brasileiro de Metrologia em Química”.

Na pesquisa nacional interna, quesitos diretamente relacionados com a geração de produtos e serviços na área de MQ, no âmbito da rede brasileira e outros em que ocorreram numerosas manifestações, encontram-se ilustrados no APÊNDICE F – “Pesquisa Nacional Interna – Resultados”.

Nessa pesquisa, as interações entre os membros da rede foram enfatizadas como altamente benéficas pelos seus membros. Os seus respondentes ressaltaram que atuações conjuntas entre pares facilitam a inserção de produtos e serviços no mercado e a sensibilização do mesmo, a identificação

de demandas, o estabelecimento de prioridades e a disseminação dos produtos gerados. O desenvolvimento dessas ações é apoiado pela própria segmentação dos seus membros que participam de diferentes áreas de mercado. Os resultados obtidos nessa pesquisa mostram que redes, como a brasileira do PBMQ, permitem uma interação profissional coletiva diferenciada daquela vivenciada em sistemas individuais, benéficas às instituições participantes.

Nos estudos de caso, em âmbito nacional, foram consideradas relevantes as melhorias alcançadas relativas aos recursos materiais e humanos. Em redes, um aspecto valioso é a melhoria da capacitação de recursos humanos que decorre principalmente do ambiente sinérgico gerado entre seus membros propiciando a potencialização e troca do conhecimento.

Também foram evidenciados pelos participantes os benefícios que podem decorrer da “junção” das infra-estruturas institucionais, que no conjunto oferecem um amplo leque de técnicas analíticas e especialidades diferentes de cada instituição, propiciando uma complementaridade importante na geração de produtos e serviços metrológicos de qualidade mundial, em prazo adequado e com menor custo.

Do ponto de vista nacional, demandas identificadas e priorizadas podem ser atendidas no âmbito da rede, evitando-se possíveis duplicações que poderiam ocorrer se as instituições não estivessem interagindo.

Assim, o patamar de conhecimento existente em uma rede propicia condições facilitadas e otimizadas de absorção e aprimoramento de novos conhecimentos e geração de produtos dentro de uma lógica estrutural otimizada, beneficiando de forma direta os integrantes da rede, as suas instituições e o País, conforme constatado na pesquisa realizada e resumido na TAB.14.

TABELA 14 – Síntese dos aspectos benéficos apontados pelos participantes do estudo de caso nacional - pesquisa interna e externa

Item	Atendimento da diversidade de demandas em MQ	Benefícios à instituição	Benefícios ao país
Mapeamento e integração de competências técnico-científicas – infra-estrutura e recursos humanos	X	X	X
Geração de produtos metrológicos – menor custo e prazo	X	X	X
Disseminação do conhecimento e de produtos metrológicos	X	X	X
Mapeamento e atendimento a demandas – priorização	X	X	X
Potencialização do conhecimento: sinergia e troca	X	X	X
Facilidade no acesso à informação e pares	X	X	
Maior participação na governança		X	X
Visão sistêmica		X	X
Diversificação de produtos gerados	X		X
Melhoria da infra-estrutura laboratorial e recursos humanos	X	X	X
Planejamento e execução integrada de projetos	X	X	X
Inserção competitiva no mercado e comunidade científica	X	X	X
Fortalecimento da imagem		X	X

Fonte: elaborado pela autora

6.1.3 Estudo de caso

A pesquisa internacional foi a de maior relevância na identificação de aspectos benéficos de atuação em rede em MQ, pela seletividade da amostra. Os resultados foram obtidos de experiências vivenciadas por gestores da área, que propiciaram relevante apoio a esta pesquisa, corroborando com as afirmações feitas na pesquisa nacional e em consonância com os dados de literatura.

Os participantes da pesquisa internacional foram aqueles que de fato têm a condição mais adequada de opinar a respeito do assunto, representados pelos responsáveis por essa área em seus países, cujas instituições em quase

sua totalidade fazem parte da Convenção do Metro e têm leis de pesos e medidas já consolidadas, conforme relacionado no APÊNDICE K – “Pesquisa Internacional – Convenção do Metro e Lei de Pesos e Medidas”.

Por meio dos resultados, observa-se que as descentralizações ocorrem de diferentes maneiras, abrangendo desde as concepções de atuação em rede, como as conceituadas pela *Actor-Network Theory* (ANT), até as formas cooperativas ainda não totalmente definidas em sua estrutura. Porém, independentemente da configuração, é visível a preocupação dos gestores em equacionar o atendimento das necessidades da área de MQ. Existe um entendimento de que soluções adequadas encontram-se no estabelecimento de cooperações entre instituições com competência na área, dada a sua abrangência, diversidade e as dificuldades dos IMNs para atendê-las individualmente.

Especificamente, a disseminação da rastreabilidade metrológica foi apontada, pela maioria das instituições consultadas, como efetiva apenas se realizada com a participação de instituições especializadas em diferentes campos da química, fato que requer a contribuição de diversas capacitações.

Na pesquisa realizada constatou-se que a maioria dos respondentes tem algum sistema já estabelecido (38%), outros estão em processo (33%) ou com planos (9%) de consolidar uma infra-estrutura para tal finalidade, utilizando laboratórios existentes no país para efetividade da ação de disseminação da rastreabilidade, conforme relacionado no APÊNDICE L – “Pesquisa Internacional – Tipo de Sistema Metrológico e Disseminação”.

Por meio das respostas recebidas relacionadas com a disseminação, ou seja em 80% das respostas, ficou claramente evidenciada a relevância de atuar em parceria com outras instituições para que essa atividade se consolide com a abrangência necessária, viabilizando a disseminação de produtos e serviços metrológicos em química aos laboratórios de ensaios situados na base da pirâmide metrológica, quer sejam de rotina quer sejam de pesquisa. Essa manifestação foi geral para todos os tipos de atuação, centralizada ou não.

Adicionalmente, em países em que ainda não existem sistemas formais de disseminação, muitos IMNs manifestaram a intenção de estabelecê-los em conjunto com os laboratórios competentes existentes em seus países. Essa foi uma evidência objetiva da tendência mundial em atuar por meio de cooperações

como redes na área de MQ.

As redes podem ser implantadas de diferentes maneiras. Na Alemanha, com sistema descentralizado em química e centralizado em física, ambos consolidados, a disseminação da rastreabilidade é feita por meio dos laboratórios pertencentes à rede que atuam no mesmo nível hierárquico do IMN – topo da pirâmide, – em áreas específicas, provendo as referências “primárias” ao estabelecimento da rastreabilidade aos laboratórios acreditados, que por sua vez a provêm aos outros laboratórios de ensaios, atingindo a base da pirâmide.

Uma outra configuração pode ser estabelecida como, por exemplo, na África do Sul onde a metrologia em física também é centralizada. Nesse país a consolidação do sistema de disseminação da rastreabilidade deverá ocorrer por meio da formalização de um grupo de laboratórios na segunda camada metrológica, posicionada após o IMN, atuando por meio de acordos formais (subcontratações), conforme atribuições e responsabilidades específicas que venham a assumir. O propósito é contar com laboratórios altamente competentes que assessorem o IMN, na disseminação da rastreabilidade, em segmentos como o da farmácia, forense, veterinário e o de patologia.

Relacionado com esse contexto, observa-se que alguns países atuam de forma centralizada na área de metrologia em física e descentralizada em MQ, ou seja, podem coexistir os dois tipos de atuação em um mesmo instituto metrológico, dependendo da área, como pode ser visto também na Nova Zelândia e Suécia. Mostrando as diferenças existentes, observa-se que em países como Itália e Reino Unido a estrutura é considerada centralizada, porém é operacionalizada em mais de uma instituição. Temas como esses podem ser aprofundados em pesquisas posteriores.

Constata-se que a decisão de implementar sistemas interorganizacionais em rede na área de MQ de certa maneira representa uma quebra de paradigmas, por ser uma forma diferente das tradicionalmente adotadas para outras áreas metrológicas.

Na área de física, os modelos majoritariamente tendem a se estabelecer de forma centralizada. Ao mesmo tempo, como ratificado pelas respostas recebidas dos diversos países participantes da pesquisa, esse tipo de decisão de atuar em rede tende a ser cada vez mais freqüente, como alternativa viável ao atendimento das demandas em MQ, usando competências nacionais

disponíveis.

As vantagens relatadas pelos gestores da área de MQ de países que já atuam em redes evidenciam a importância de atividades cooperativas nos seguintes aspectos:

- utilização de competências existentes;
- menor custo de implantação de sistemas metrológicos em química;
- diversificação no atendimento das demandas; e
- ampliação na disseminação da rastreabilidade metrológica.

Dentre os aspectos enfatizados, encontra-se a sinergia decorrente do compartilhamento do conhecimento teórico e prático individual e a possibilidade de interagir formalmente com o mundo metrológico de “primeiro nível” na hierarquia metrológica, que são as Organizações Metrológicas Regionais (OMRs) e o Comité Consultatif pour la Quantité de Matière (CCQM).

Também foram ressaltados os objetivos de sistemas nacionais metrológicos em servir ao usuário final, disseminando a cultura, produtos e serviços metrológicos em apoio à garantia dos controles de medições e pesquisas laboratoriais nas áreas da saúde, indústria e ambiental.

Todos os IMNs e instituições designadas respondentes da pesquisa, oriundos de países que operam em rede e mesmo parte dos que atuam de forma centralizada, enfatizam que a geração e a disseminação de produtos metrológicos podem ser mais eficientes e eficazes pelo uso de infra-estrutura disponível nas instituições do país, pela redução de custos e prazos. Isso permite atender a diversos setores e evitar duplicações em uma área complexa e onerosa como a MQ.

Observa-se também que em alguns países não se trata apenas de uma questão de repetição nos investimentos e nos desenvolvimentos e sim de representar a única possibilidade economicamente viável de consolidação da área em estudo em nível nacional.

Por outro lado, países mais desenvolvidos social e economicamente, como a Alemanha, Áustria, Dinamarca, Espanha, Finlândia, Portugal e República Tcheca, entre outros, adotam sistemas em rede.

Não foram verificadas relações entre os sistemas centralizados ou descentralizados e o PIB *per capita* ou número de habitantes, conforme informações constantes no APÊNDICE J – “Pesquisa Internacional – Relação de

Área, Habitantes, PIB e Produtos de Exportação”. Aparentemente, os sistemas existentes têm se constituído de acordo com a realidade político-econômica de cada país, com base em suas condições domésticas e históricas.

6.1.3.1 Fatos e depoimentos

Corroborando com a pesquisa realizada e complementando o cenário internacional analisado, alguns fatos e depoimentos são descritos a seguir.

- **Bureau International des Poids et Mesures (BIPM)**

O primeiro refere-se às afirmações do diretor do BIPM, André Wallard, de que

“[...] recentemente, superamos barreiras ao trabalhar em parceria com a Federação Internacional de Clínicas Químicas, com o International Laboratory Accreditation Cooperation e com a Organização Mundial de Saúde, no desenvolvimento de uma infra-estrutura com medições consistentes e rastreáveis em laboratórios médicos. Isto trará implicações profundas na eficácia dos diagnósticos e no monitoramento da saúde de todos nós, seja quando estivermos em casa ou, principalmente, viajando”. (Grupo Calibração, 2007).

Outros fatos relevantes são apresentados no relatório do Comité International des Poids et Mesures (2003) em seu tópico “New metrology networks, new partners”, o qual destaca que a enorme necessidade de medições e padrões rastreáveis, comparáveis e reconhecidos internacionalmente, tem conduzido de forma natural à formação de novas redes de cooperação.

Entendendo as dificuldades de se ter em uma única instituição, mesmo que esta seja o IMN, toda a infra-estrutura para o completo atendimento das necessidades em metrologia em química, quando relevante, outros institutos devem ser designados para atuarem em grandezas e em faixas de medição definidas. Esta afirmação é feita no item “Metrology, a high return on investment and high value for public money” do relatório do Comité International des Poids et Mesures (2003), o qual foi elaborado para governos dos países membros ou associados da Convenção do Metro.

Esses fatos têm conduzido neste século à formação de redes de cooperação internacional e organizações intergovernamentais, como evidenciado em redes formadas na área da saúde, medicina e alimentos, algumas com a participação do próprio BIPM, Comité International des Poids et Mesures (2003).

A exemplo dessa questão, podem ser citados os *memoranda of understanding* e outros protocolos de entendimento com a World Health Organization (WHO), World Meteorological Organization (WMO), International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (IFCC) e a International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC). Segundo afirmado, outras redes devem ser formadas com a participação de organizações como o World Anti-Doping Agency (WADA) e o Codex Alimentarius Commission (CAC).

Também, com base nessa necessidade, designações vêm ocorrendo em diversos países e crescendo ano a ano. Hoje são cerca de 35 laboratórios ou instituições designados para áreas específicas da química. Esse número vem crescendo de forma acentuada nos últimos anos, conforme o Bureau International des Poids et Mesures (2007a).

- **Asia-Pacific Metrology Programme (APMP)**

Evidenciando a atualidade desta pesquisa relata-se que após diversas reuniões com os representantes dos países que integram a OMR APMP em dezembro de 2006, foi elaborado um documento para ser usado como guia nas discussões desses países, visando a identificar novas formas de criar e aprimorar a infra-estrutura nacional em MQ (Asia-Pacific Metrology Programme, 2006). Nele são feitas considerações acerca da diversidade da área em estudo, seus reflexos na economia e bem-estar social.

Nesse relato também é feita uma análise de modelos de gestão, em que diferentes formas de cooperação, como redes, apresentam-se como solução para o equacionamento das necessidades existentes nessa área.

O documento evidencia que fazer tudo em único instituto nessa área significa recriar e refazer o que já existe em outras instituições do país, fora do IMN, ao menos parcialmente, nos campos de medição química.

Reiterando essa colocação, nesse relato é destacado que, apesar dos mecanismos de poder e de controle que um IMN detém na área metrológica, são extremamente valiosas as interações e uso de competência de outras instituições e especialistas – benefício que uma estrutura centralizada convencional não propicia.

Com base nessas razões, como conclusão deste documento, é colocado em evidência que a maioria das economias tende em favor, de arranjos

menos centralizados, fato comprovado pelos resultados obtidos na pesquisa internacional.

Dessa forma, o IMN supre de maneira articulada as necessidades das diversas especializações necessárias em MQ e, por sua vez, faz o elo com o mundo metrológico externo, fato que viabiliza o estabelecimento da cadeia de rastreabilidade metrológica. Com isso, pode se estabelecer o vínculo com uma cadeia contínua de comparações a referências comuns, desde os laboratórios de ensaios, por vezes denominados “chão de fábrica”, até o CCQM.

Complementando as formatações discutidas, além da participação das instituições que detêm capacitação em temas específicos da química, que podem contribuir de diferentes formas nos sistemas metrológicos, também é evidenciada a importante interação dos institutos de acreditação, de organismos de normalização e de metrologia legal nessas estruturas nacionais.

- **Joint Committee for Traceability in Laboratory Medicine JTCLM)**

Em 2002 uma nova atividade em rede, denominada Joint Committee for Traceability in Laboratory Medicine (JTCLM), na área de laboratórios de medicina foi iniciada pelo BIPM, IFCC e ILAC, contando com a participação de organizações de avaliação da qualidade, produtores de materiais de referência e associações da indústria da União Européia, Japão e EUA.

Esse Comitê desenvolveu-se com sucesso e hoje tem dois grupos principais de trabalho, que desenvolvem atividades específicas dentro dessa rede. O primeiro grupo tem por atividade principal o desenvolvimento de parâmetros metrológicos adequados e o segundo visa a definir uma rede de laboratórios de referência. Esses grupos são coordenados por diferentes instituições provenientes de países como Bélgica, Estados Unidos e Alemanha.

- **The International Database for Certified Reference Materials**

Na estruturação dessa área, a necessidade de vários parceiros pode ser facilmente entendida ao se focar apenas um de seus produtos, que são os MRCs. Existe um banco de dados chamado The international Database for Certified Reference Materials do Code d'Indexation des Matériaux de Reference (COMAR) que reúne grande parte dos MRCs produzidos mundialmente.

Conforme consta no COMAR existem cerca de 11 mil tipos de materiais

de referência certificados, provenientes de 200 produtores de 27 países (Code d'Indexation des Matériaux de Reference, 2007). Esse montante mostra a diversificação desses conhecidos padrões em química, os MRCs. Mesmo com essa quantidade, ainda existe uma grande lacuna a ser preenchida para atender às necessidades existentes em todos os segmentos da área de MQ. Ou seja, não há suficiente MRCs para o estabelecimento da rastreabilidade e comparabilidade dos resultados laboratoriais. Muitos terão que ser produzidos e cada país deve direcionar esforços para suas necessidades específicas, provenientes de seus setores industriais, da saúde ou ambientais.

- **Redes Internacionais: Alemanha e Tailândia**

Adicionalmente, a experiência de redes em MQ, como as da Alemanha e da Tailândia, também foi apresentada nesta pesquisa. O relato de seus gestores demonstra os benefícios e acertos na escolha desse tipo de gestão, tanto em uma rede já consolidada como em uma rede em estruturação, conforme o APÊNDICE H –“Redes Internacionais: Alemanha e Tailândia” e capítulo 5 “Pesquisa Exploratória” especificamente o item 5.1.5 “Resultados”.

Como pontos de destaque encontram-se a confiança e a satisfação demonstradas pelos gestores dessas redes nesse tipo de cooperação. Pelos seus depoimentos constata-se que em países onde esse sistema foi adotado, o resultado foi a real possibilidade de ampliar o atendimento de necessidades relevantes na área, gerando impactos positivos ao país.

6.1.3.2 Posicionamento de países com sistemas descentralizados em MQ diante do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e Índice de Competitividade Global (ICG)

Com o objetivo de avaliar se existe relação entre sistemas descentralizados, como o de redes em MQ, e indicadores relativos ao desenvolvimento de países, foram levantadas informações em dois bancos de dados de referência, o IDH e o ICG. O IDH abrange as perspectivas sociais e o ICG compreende os fatores críticos à produtividade e competitividade dos países. Com base nesses dados foram analisados os posicionamentos dos países que atuam em rede participantes desta pesquisa.

- **Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)**

O IDH é um índice que mede as realizações médias num país em três dimensões básicas do desenvolvimento humano, a saber:

- uma vida longa e saudável, medida pela esperança de vida à nascença;
- conhecimento, medido pela taxa de alfabetização de adultos e pela taxa de escolarização bruta combinada dos ensinos primário, secundário e superior; e
- padrão digno de vida, medido pelo Produto Interno Bruto (PIB) *per capita*, ajustado pela paridade do poder de compra (PPC) em dólares.

Os 177 países incluídos no banco do IDH, apresentam indicadores que variam numa escala de 0 a 1 (IDH máximo) e enquadram-se em três categorias: elevado (IDH $\geq 0,800$), médio (IDH 0,500 - 0,799) e baixo (IDH $< 0,500$). (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, 2006).

- **Índice de Competitividade Global (ICG)**

Lançado em 2004, o ICG busca integrar os aspectos micro e macroeconômicos em um único indicador. Neste caso, o conceito de competitividade incorpora as noções de contas públicas, eficiência, transparência e, de modo geral, as várias maneiras com que o governo interage com os agentes econômicos domésticos, particularmente no setor de negócios. Esse índice compõe-se de nove pilares:

- Instituições;
- infra-estrutura;
- macroeconomia;
- saúde e educação primária;
- educação superior e treinamento;
- eficiência do mercado;
- difusão de tecnologias nas empresas;
- sofisticação dos negócios; e
- inovação.

As 125 economias abrangidas por esse indicador são classificadas em números que vão de 0, representando o menos competitivo até 7, que é o mais competitivo (World Economic Forum, 2007).

• **Classificação dos países de acordo com o IDH e ICG**

A TAB 15 apresenta a classificação dos países participantes da pesquisa que atuam em rede posicionados diante dos indicadores do IDH e ICG, bem como os valores médios referentes a esse conjunto.

TABELA 15 – Classificação dos países de acordo com o IDH (2006) e ICG (2006/2007)

País	IDH	Classificação Geral	ICG	Classificação Geral
Alemanha	0,932	21	5,58	8
Angola	0,439	161	2,50	125
Áustria	0,944	14	5,32	17
Bolívia	0,692	115	3,46	97
Chile	0,859	38	4,85	27
Coréia	0,912	26	5,13	24
Croácia	0,846	44	4,26	51
Dinamarca	0,943	15	5,70	4
Espanha	0,938	19	4,77	28
Finlândia	0,947	11	5,76	2
Índia	0,611	126	4,44	43
Israel	0,927	23	5,38	15
Nova Zelândia	0,936	20	5,15	23
Portugal	0,904	28	4,60	34
República Tcheca	0,885	30	4,74	29
Santa Lúcia	0,790	71	-	-
Suécia	0,951	5	5,74	3
Tailândia	0,784	74	4,58	35
Média	0,846	44	4,82	28

Fonte: elaborado pela autora

Pelos indicadores de IDH apresentados, observa-se que dos 18 países que atuam em rede na área de MQ, apenas 1 enquadra-se na categoria baixa; 4 na média e 13 na elevada. Calculando-se a média dos valores absolutos de IDH desses países, atinge-se um IDH-médio de 0,846, número que se enquadra na categoria de desenvolvimento considerada elevada pela ONU.

Esse resultado evidencia tendência de uso de sistema de redes em MQ por países com indicadores de desenvolvimento humano elevados.

Com relação ao ICG, observa-se que a maioria dos países apresenta valores mais elevados, refletindo economias com indicadores maiores de competitividade e produtividade. A média do ICG entre os países é de 4,82, valor relativo a 28ª posição na classificação geral do ICG, o que representa uma boa colocação entre os 125 países que compõem o *ranking*.

Esta constatação reforça e complementa as do IDH, apontando uma possível relação entre países com sistemas distribuídos e indicadores mais elevados de competitividade e de desenvolvimento humano.

6.1.4 Síntese dos benefícios de atuação em redes de MQ

A elaboração de modelos de pesquisa deve ser simples e clara. Tem por objetivo facilitar a compreensão e conduzir de maneira precisa às proposições em si, conforme Rockart (1979). Este autor enfatiza que devem ser apresentadas as linhas principais, sem os desdobramentos de cada item envolvido, tema para ser desenvolvido em pesquisas posteriores.

Com esse critério e fundamentada nas informações obtidas da literatura, dos resultados do estudo de caso múltiplo e vivência na coordenação da rede PBMQ foi elaborada a TAB.16. As vantagens na atuação em redes encontradas na literatura corroboram com as constatações feitas nas pesquisas realizadas, tanto em âmbito nacional (pesquisa interna e externa) quanto na internacional.

Nessa tabela são evidenciados os benefícios exclusivos de atuação em rede em MQ, tanto para os membros participantes, neste caso para cada instituição, quanto para o país, que também usufruirá de seus resultados.

TABELA 16 – Síntese dos benefícios de atuação em redes

Item	Benefício
1	Atendimento ampliado às necessidades por produtos metrológicos, em função do uso de competências técnico-científicas diversificadas disponíveis.
2	Redução de custos e prazos pelo uso de infra-estrutura disponível, pelo maior compartilhamento (projetos conjuntos) e menor duplicidade (prioridades por instituição e país), gerando ganhos individuais, institucionais, sociais e econômicos ao país, em respeito à sociedade.
3	Compartilhamento, complementaridade, aproximação, comunicação, colaboração, atualização e potencialização do conhecimento individual e coletivo em ambiente especializado, melhorando a qualidade dos produtos metrológicos e criando um fórum de excelência - infra-estrutura e recursos humanos.
4	Maior competitividade na disseminação do conhecimento e dos produtos metrológicos no mercado e inserção na comunidade científica pelo envolvimento coletivo, pela facilidade na identificação de clientes e no mapeamento de demandas, no acesso às informações e pares, dando mais visibilidade mundial da competência nacional e maior participação na governança.

Fonte: elaborado pela autora

6.2 Objetivo 2 – identificar os fatores de influência na atuação em redes

Este objetivo visa a verificar os fatores de influência no desempenho de redes, propiciando uma melhor compreensão relativa à gestão e atuação sob essa forma cooperativa na área de metrologia em química.

O escopo desse objetivo é convergente com a hipótese 2, no tocante à necessidade de se considerar os fatores de influência na gestão de redes de MQ para um desempenho eficiente e eficaz. Por esse motivo, as análises voltadas à identificação e à importância desses fatores são feitas em conjunto com a demonstração desta hipótese.

A discussão se processa em níveis distintos em que a contribuição predominante foi proveniente do estudo de caso internacional e pesquisa nacional interna, complementadas pela pesquisa nacional externa, as quais foram corroboradas pela vivência da pesquisadora na rede PBMQ.

Com esse embasamento foi possível desenvolver esta discussão, evidenciando-se os fatores que, segundo a percepção e a experiência dos respondentes, influenciam o desempenho de redes na área de MQ. A gestão adequada desses fatores é um caminho para o alcance da eficiência e eficácia em rede.

Ressalta-se que foram identificados os fatores relevantes apontados no contorno desta pesquisa, portanto não estão compreendidos todos os fatores

possíveis de influenciar o desempenho de redes.

Os fatos constatados na prática foram confirmados por estudos de renomados autores citados na fundamentação teórica deste estudo.

6.2.1 Pesquisa bibliográfica

Dadas as similaridades encontradas entre a teoria de redes ANT e as redes existentes na área de MQ, os estudos de Callon e Latour foram relevantes no entendimento dos fatores que influenciam o comportamento e o conseqüente desempenho de uma rede. Com isso foi possível estabelecer comparações analíticas que permitiram um entendimento de outras perspectivas, nas quais se enquadram aspectos morfológicos, operacionais, estruturais e de relações entre os atores em rede.

De forma realista, dinâmica e produtiva a ANT desenha estrutura em redes como abertas, marcadas por múltiplas conexões e múltiplas entradas, compreendendo sub-redes, que é consoante com o estudo de caso realizado com a rede PBMQ.

Conforme esta teoria, corroborada por outros autores, a seleção de atores é fundamental no estabelecimento de uma rede. Em sua constituição devem ser considerados atores que já detenham conhecimento e experiência nos temas específicos de sua atuação.

Além de ter uma competência básica, cada organização possui certa habilidade de aprender com outras organizações, que Cohen e Levinthal (1990) denominam de capacidade de absorção de conhecimento. Essa capacidade e a familiaridade com a tecnologia permitem que barreiras intelectuais e sociais sejam consideravelmente menores quando forem familiares, segundo Berger e Luckmann (1967); Kogut e Zander (1992).

Existem dimensões que devem ser consideradas em redes, de acordo com a atividade e o nível de cooperação existente entre as partes. Grandori e Soda (1995) consideram três dimensões básicas em redes: os mecanismos de coordenação organizacional, o grau de formalização e o grau de centralização. Segundo Callon et al. (2002), as redes estão suportadas em três pólos: científico, técnico e mercadológico.

A regionalidade é um outro fator que se deve estar atento, ao se buscar o desenvolvimento de tecnologia, conforme Marcelino e Vasconcellos (1984),

dado o elevado nível de diferenciação entre os vários Estados.

Um fator de influência bem visível é a liderança, ou seja, em redes não há uma função dominante ou autoritária, segundo Callon (1991) e Latour (1992). Esse aspecto é reforçado por Larédo (1998) e Guarnieri (2005) que ainda ressaltam o fato de os pesos relativos dos integrantes serem quase iguais.

Outros fatores de influência importantes em rede citados por diversos autores encontram-se sintetizados na TAB.17 como complementaridade, sinergia, coordenação, códigos de comunicação, confiança, competência e tecnologia da informação, governança, legislação, interesses compartilhados, impregnação, objetivos, princípios, transparência, regionalidade e avaliação.

TABELA 17 – Fatores de influência no desempenho de redes conforme a literatura

Fator principal	Escopo	Autor(es)
Teoria dos atores em redes	Convergência com redes em MQ	Callon e Latour
Seleção de atores	Conhecimento e prática comunicados e trocados = competência	Boterf (1995)
	Capacidade de absorção de conhecimento de outras organizações	Cohen e Levinthal (1990)
	Diminuição de barreiras intelectuais pela familiaridade com o conhecimento específico	Berger e Luckmann (1967); Kogut e Zander (1992)
Mecanismos	Coordenação organizacional, grau de formalização e de centralização	Grandori e Soda (1995)
Pólos	Científico, técnico e mercadológico	Callon et al. (2002)
Morfologia	Abertas, marcadas por múltiplas conexões e múltiplas entradas, compreendendo sub-redes	Callon (1991) e Latour (1992)

continua

Continuação

Fator principal	Escopo	Autor(es)
Características	Complementaridade e sinergia	Callon (1989)
	Requisitos claros e bem definidos agilidade na transferência dos resultados	Callon (1991) e Latour (1992)
	Simbiose, complementaridade e coordenação	Grandori e Soda (1995)
	Códigos de comunicação	Tarapanoff (2001)
	Confiança, competência e tecnologia da informação	Corrêa (1999) e Casarotto Filho e Pires (1999)
	Governança entre organizações	Hollingworth e Boyer (1997)
	Impregnação (conectores e laços fracos)	Granovetter (1973,1985)
	Processos de comunicação, objetivos e ações transparentes	Fleury (2002)
	Regionalidade	Marcelino e Vasconcellos (1984)
Princípios	Propósito unificador, participantes independentes, interligações voluntárias, multiplicidade de líderes, interligação e transposição de fronteiras, formação de grupos de trabalho e criação de fóruns de discussão	Guarnieri (2005)
Coordenação e membros	Não há função dominante ou autoritária	Callon (1991) e Latour (1992)
	Os pesos relativos dos integrantes quase iguais.	Larédo (1998) e Guarnieri (2005)

continua

Continuação

Fator principal	Escopo	Autor(es)
Sustentabilidade	Sustentabilidade de suas atividades, concluídos os suportes financeiros de estruturação	Callon et al. (2002)
	Suporte político-econômico à inovação	Larédo (1998)
	Interesses comuns com relação a uma política, trocando recursos para satisfazer interesses compartilhados	Börzel (1998)
Legitimidade	Legitimação, apoiada em suporte público e legislação	Carrol et al. (1988)
Avaliação	Eficácia pelo alcance dos resultados acordados na rede	Passador (2000) e Barbosa e Medeiros(2003)
	Juízo sobre o mérito e o valor dos diferentes componentes de um programa	Aguilar e Ander-Egg (1994)

Fonte: elaborado pela autora

6.2.2 Estudo de caso nacional - rede PBMQ

Neste tópico são apresentados fatores de influência observados pela pesquisadora no desempenho da rede brasileira, durante mais de nove anos, que refletem diretamente nos resultados de seu desempenho final. Estes fatores estão relacionados com estudos existentes na literatura, em especial com a ANT.

A rede PBMQ atua na elaboração de projetos que promovem a integração de pesquisadores e organizações de diversas instituições, estabelecidas em diferentes regiões do País.

Como fator de aproximação de seus membros, o próprio ambiente da rede propicia uma rica troca e atualização do conhecimento. Adicionalmente, os produtos e serviços gerados são de interesse dos seus participantes que os utilizam em seus processos de medição.

A imagem e o desenvolvimento de uma identidade comum aos seus membros são aspectos que merecem atenção e têm reflexos nos resultados esperados.

As pesquisas realizadas em literatura evidenciaram os fatores que

influenciam na prática operacional da rede, com reflexos diretos em seus resultados, dentre os quais se destaca a seleção de atores. Na seleção de integrantes da rede PBMQ foram considerados aspectos como competência e familiaridade com a tecnologia a ser empregada, ou seja, instituições que estivessem desenvolvendo atividades em temas específicos cuja tecnologia já fizesse parte da instituição.

Com esse critério, foram incorporadas instituições que dispunham de infra-estrutura, ou seja, que já atendessem a um determinado patamar de conhecimento e experiência prática para determinadas atividades que justificassem a sua participação.

Os aportes financeiros do governo tiveram por objetivo garantir a geração de produtos de acordo com prioridades identificadas em escala nacional, com a qualidade adequada e dentro dos prazos programados. Com isso, foram formados grupos de trabalho (GTs), contando com a participação de instituições com experiências em campos distintos da química.

Nesses GTs as atividades são executadas de forma independente, gerando produtos metrológicos, por meio de processos próprios, com possíveis entrelaçamentos entre si. Esta estrutura está alinhada com a da ANT, na qual a formatação se dá por meio de sub-redes, abertas e com conexões heterogêneas. O seu funcionamento é permanente ou temporário, interagindo ou não com outras sub-redes.

A competência dos membros da rede PBMQ, também de maneira similar à ANT, situa-se em esferas iguais ou próximas, isto é, os participantes promovem capacitação técnico-científica em áreas específicas, com níveis semelhantes formando um núcleo onde a troca e a passagem do conhecimento ocorre com facilidade e intensidade.

Na formatação da rede PBMQ não há níveis hierárquicos e as coordenações ocorrem de acordo com o nível de conhecimento sobre cada tema tratado, como na ANT.

São considerados importantes à obtenção dos resultados dessa rede fatores como a coordenação, realizada em diversos níveis, desde o monitoramento e avaliação, compreendendo a troca e conteúdo das informações, comunicação, negociações, planejamento, controles e articulações internas e externas, também enfatizados na literatura.

Outro fator convergente com a ANT é o fato do estabelecimento das prioridades ser feito com base na identificação de demandas, atividade desenvolvida continuamente.

Observa-se que, em sistemas integrados como a rede em estudo, regras e requisitos regem as partes envolvidas e devem ser claramente explicitados, fato ressaltado nos estudos teóricos. No caso prático do PBMQ, a formalização dos benefícios e as obrigações de cada participante foram documentadas em um “Termo de Compromisso”, de comum acordo entre a coordenação geral e os responsáveis de cada instituição participante.

Como fator de influência externo à rede, registra-se a necessidade de seu reconhecimento formal no sistema metrológico nacional. A falta de formalização gera dificuldades na relação dos seus membros com o mercado e também na participação em alguns fóruns internacionais relevantes da área.

Finalizando estas identificações de fatores no âmbito da rede PBMQ, observa-se que os princípios, os interesses comuns, o processo de seleção de atores, as formas de coordenação e de estruturação, os arranjos formais e regras estabelecidas no PBMQ comprovam na prática muitos estudos encontrados na literatura, em especial os relacionados com a ANT.

6.2.3 Estudo de caso nacional – pesquisa interna e externa

Complementando e reforçando os aspectos apresentados sobre a rede PBMQ, são apresentados os dados provenientes principalmente da pesquisa nacional interna, alguns também identificados pela externa. Participaram dessas pesquisas as principais lideranças da rede do PBMQ que apontaram fatores relevantes em redes.

- **Aspectos internos à rede**

O fator mais ressaltado pelos pesquisados foi a possibilidade de melhoria laboratorial, compreendendo o aprimoramento da infra-estrutura material e de recursos humanos, fundamental ao alcance dos objetivos da rede PBMQ na geração e disseminação de produtos metrológicos no patamar de qualidade necessário.

Essa abordagem compreende a infra-estrutura em rede, em que se constata a possibilidade de uma “ampliação virtual”, em decorrência do uso de

equipamentos, laboratórios e mesmo de logística, envolvidos nos processos individuais de cada instituição participante.

Em relação à capacitação de recursos humanos, foi enfatizada pelos respondentes a importância da interação entre pares na troca do conhecimento e experiências e destes com o meio externo, em nível nacional e internacional. Este fato em redes assume uma nova dimensão se comparada às atuações individuais. Nesse contexto de desenvolvimento de pessoal, enquadram-se as atividades de treinamento planejadas de acordo com os objetivos da rede.

A atualização do conhecimento e a ampliação da inserção no mercado, como no caso da oferta de PIs e de MRCs, foram fatores mencionados como impulso para uma maior interface com os pares e a comunidade usuária.

A estrutura em rede foi considerada relevante na disseminação dos produtos metrológicos, pela presença de pessoal qualificado proveniente de diferentes segmentos de mercado. Também relacionado com a sua atuação e inserção no mercado foram feitas referências relativas à coordenação, imagem e marca.

A formação das sub-redes foi apontada como recurso adequado ao funcionamento da rede PBMQ, devendo-se atentar para que o entrosamento matricial seja efetivo, dado o reflexo no alcance dos objetivos.

- **Aspectos externos à rede**

O fator externo apontado como estratégico foi o reconhecimento do papel das redes em MQ nas ações governamentais de planejamento, bem como de sua formalização no sistema metrológico nacional. Essas ações possibilitam a participação em projetos para novos desenvolvimentos e inovações, apoiados por editais de agências de fomento, e a melhor inserção no mercado.

As articulações externas à rede foram consideradas relevantes em diversos níveis: institucional, mercadológico, governamental e de ações específicas. Como exemplo de uma ação pontual, tem-se as importações de padrões e amostras laboratoriais que passam por problemas alfandegários.

Por vezes ocorrem atrasos nos cronogramas de atividades, em virtude da perda de materiais por vencimento da validade, ou até mesmo pelo não recebimento desses produtos, e pelo não entendimento de sua aplicação. Nesse caso ações articuladas, representando a rede, poderiam levar essa problemática

às instâncias responsáveis com maior chance de solução do que cada laboratório tentar resolver por si.

As indicações feitas neste estudo de caso são fundamentais no provimento de desempenhos eficientes e eficazes de uma rede, mantendo os fundamentos relevantes para a sua operacionalização e o firme engajamento de seus membros, conforme relatado pelos participantes das pesquisas.

6.2.4 Estudo de caso internacional

Como mostra a pesquisa realizada, os respondentes de outros países que já atuam sob a formatação de redes na área de metrologia em química, são: Alemanha, Angola, Áustria, Bolívia, Chile, Coréia, Croácia, Dinamarca, Espanha, Finlândia, Índia, Israel, Nova Zelândia, Portugal, República Tcheca, Santa Lúcia, Suécia e Tailândia. Estes respondentes, listados no APÊNDICE I – “Pesquisa Internacional – País e Instituto” e no APÊNDICE L – “Pesquisa Internacional – Sistema Metrológico e Disseminação”, apontaram fatores que devem ser considerados numa atuação em rede, visando ao sucesso de seu desempenho.

As entrevistas pessoais com os gestores e participantes das redes da Alemanha e da Tailândia reforçaram os aspectos identificados na rede brasileira, conforme relacionado no APÊNDICE M – “Pesquisa Internacional – Responsabilidade pelo Sistema Metrológico e Fatores de Influência”, tais como:

- confiança entre os membros;
- coordenação da rede (compreender as necessidades e habilidades dos parceiros);
- articulação interna e externa da rede;
- seleção adequada de parceiros;
- atuação em contratos formais (recursos e responsabilidades);
- clareza nas expectativas e tarefas de todos os partícipes; membros da rede provendo respostas no nível e no tempo necessários; e
- harmonização do sistema nacional no conjunto de áreas da MQ.

Outros fatores apontados foram comuns aos gestores, tanto para aqueles que atuam em sistemas centralizados quanto descentralizados, tais como:

- apoio governamental-recursos financeiros e planejamento; disseminação da rastreabilidade em MQ por redes em áreas específicas e cooperações;

- inclusão e reconhecimento da MQ nas leis nacionais;
- formalização dos laboratórios designados/referência nos sistemas nacional e internacional;
- desenvolvimento de MRCs e participação em Pls regionais, do CCQM e outros;
- mais parcerias entre NMIs e outras instituições governamentais e privadas;
- cooperação adequada entre os ministérios envolvidos com MQ;
- atendimento aos requisitos do MRA; e
- demonstração de competência pelos CMCs.

6.2.5 Síntese dos fatores de influência no desempenho de redes em MQ

A TAB.18 resume os fatores internos e externos à rede que podem afetar a obtenção de resultados e conseqüentemente a eficiência e a eficácia da atuação sob essa forma de configuração, na opinião dos participantes de todas as pesquisas realizadas no estudo de caso múltiplo.

Fatores que influenciam o sucesso de redes também foram encontrados na literatura, corroborando com as constatações feitas nos estudos de casos realizados, tanto em âmbito nacional (pesquisa interna e externa) quanto internacional.

TABELA 18 – Fatores de influência em redes identificados na pesquisa exploratória

Internos	Externos
Infra-estrutura laboratorial (recursos humanos e materiais) – seleção de participantes	Planejamento e recursos de governo (reflexos nos objetivos, metas e atividades)
Gestão e governança – coordenação, objetivos, metas, estratégias, atividades, eficiência, agilidade, autoridade, atribuições, regras, transparência, compras e importação.	Recursos de agências e empresas privadas (reflexos na criação, manutenção e ampliação da rede)
Confiança, motivação, participação, articulação interna e externa e agilidade no nível e no tempo das respostas	Formalização da rede – como organização e no sistema metrológico nacional (reflexos na: coordenação, gestão, autoridade e atribuições, fortalecimento da marca, inovação parcerias, continuidade, motivação, confiança e transparência e integração com o meio externo)
Formalização das atividades por meio de contratos	Políticas para a melhoria da infra-estrutura nacional para medições em química

continua

Continuação

Internos	Externos
Recursos financeiros governamentais e privados – sustentabilidade	Regionalidade (reflexos na motivação, confiança, parcerias, fortalecimento da marca e divulgação)
Geração de produtos tecnológicos e inovação - qualidade mundial	Mais parcerias entre IMNs e instituições afins
Estrutura - formação de sub- redes específicas	Cooperação adequada entre os ministérios envolvidos com MQ
Apoio institucional	Complexidade da área
Comunicação - fluxo de informações, integração entre os membros e com o meio externo. Disseminação do conhecimento	
Interação entre os membros e com o mercado - Identificação de clientes e de demandas	
Aprendizagem – interação entre pares – nacional e internacional, projetos, atividades e assessoria	
Participação em fóruns e PIs internacionais	
Avaliação de desempenho	
Imagem e fortalecimento da marca – identidade	

Fonte: elaborado pela autora

6.3 Objetivo 3 – Dimensão de aprimoramentos na atuação em redes

Este objetivo visa a identificar dimensões de aprimoramento no desempenho de redes, propiciando um melhor entendimento e apoio à gestão de formas cooperativas como essa na área de metrologia em química.

Essa abordagem converge com a hipótese 2, no tocante à relevância de se considerar os aspectos de aprimoramento de gestão para um desempenho eficiente e eficaz em redes de MQ. Por esse motivo, o tratamento analítico, que demonstra o alcance deste objetivo, é realizado em conjunto com a demonstração da hipótese.

A discussão se processa em níveis distintos em que a contribuição preponderante foi proveniente do estudo de caso nacional (pesquisa externa). Outras informações advindas do estudo de caso nacional (pesquisa interna) e

pesquisa internacional reforçam pontos da análise central.

Dessa maneira foi desenvolvida esta discussão, evidenciando-se as dimensões de aprimoramento, segundo a percepção e a experiência dos respondentes.

Ressalta-se que foram identificados os fatores de aprimoramento delineados no contorno da pesquisa nacional externa, ou seja, com foco nos resultados esperados que viabilizariam a tomada de decisão sobre as ações de melhoria e até de subsistência especificamente para a rede PBMQ.

Estudos nessa área demonstram que as dimensões de aprimoramentos em redes têm um papel relevante e a gestão adequada de seus componentes é fundamental para se alcançar a eficiência e a eficácia em redes como as de MQ.

A identificação de aspectos de aprimoramento, bem como o contínuo processo de monitoramento e avaliação devem ser itens atentamente observados ao se buscar a melhoria de desempenho, segundo Boterf (1995), Zarifian (1994), Tremblay e Sire (1999) e Green (1999).

Passador (2000) e Barbosa e Medeiros (2003) também afirmam que, em uma rede, as dimensões de aprimoramento decorrem de avaliação e monitoramento sistemáticos que permitem mensurar o seu desempenho e impacto, por meio de indicadores de resultados.

6.3.1 Pesquisa nacional externa

A análise de rede sob a óptica de seu aprimoramento perpassa por processos de avaliação e monitoramento com vistas a identificar as necessidades e as oportunidades de melhoria, apoiando a tomada de decisões sobre novas ações ou ações corretivas que possam melhorar o seu desempenho.

Nesta pesquisa, foram definidas as dimensões de aprimoramento voltadas aos seguintes componentes de gestão: objetivos e estratégias, estrutura organizacional e operação, recursos e resultados. Assim, foram analisados aspectos como comunicação, decisão e adequação das atribuições da unidade coordenadora e demais unidades.

Após o levantamento de informações realizado pelo consultor Prof. Dr. Eduardo Vasconcellos junto às principais lideranças da rede PBMQ, conforme descrito no capítulo 5 “Pesquisa Exploratória”, sobre cada uma das dimensões analisadas, foi possível elaborar um mapeamento das ações estratégicas

específicas ou gerais, dependendo do caso.

Esse diagnóstico forneceu a base necessária à definição de ações, a curto e médio prazo, a serem desenvolvidas no âmbito da rede, visando ao aprimoramento do seu desempenho.

Nessa ambiência e corroborando com as afirmações de estudiosos da área, verifica-se que o próprio processo de avaliação, como o realizado na pesquisa nacional externa, constitui-se em passo fundamental para a identificação de ações que conduz à melhoria de seu desempenho.

Os fatores evidenciados, que permitiram compor um conjunto de recomendações ao aprimoramento da rede brasileira, são aplicáveis a outras redes da área em estudo.

6.3.1.1 Recomendações: aspectos internos

Foi observada uma atitude pró-ativa por parte dos membros da rede diante das orientações resultantes desse processo de avaliação, de maneira a desenvolver as ações necessárias ao aprimoramento do atual modelo de atuação do PBMQ.

As recomendações decorrentes dessa avaliação que já foram implementadas mostraram resultados extremamente positivos, como a intensificação dos contatos, por via *e-mail*, via telefone e pessoalmente, e a realização de um grande evento, envolvendo a comunidade nacional e internacional da área.

No desenvolvimento do processo observou-se a importância do estabelecimento de sistemas de comunicação eficientes, dado o número de pessoas envolvidas. Além da informação em si, com um fluxo adequado de informações minimizam-se as interpretações pessoais e subjetividades que possam existir.

Nesse contexto, a recomendação de intensificar o uso de recursos da tecnologia da informatização de maneira a aprimorar o fluxo de informações, que também pode atuar como um “reduzidor” de distâncias geográficas entre os membros da rede.

No tocante à disseminação da informação há a necessidade de se divulgar as atividades realizadas. Foi recomendado um aumento no número de publicações por parte de todos os seus membros.

Mesmo os aspectos bem avaliados, como a coordenação, demandam atenção constante, em seu conteúdo e fluxo. A gestão deve estar pautada em critérios democráticos, transparentes e participativos.

Os modelos de governança em redes devem ser constantemente observados e aprimorados, possibilitando a efetiva participação das instituições integrantes nas decisões e encaminhamentos.

6.3.1.2 Recomendações: aspectos externos

A formalização das atividades da rede PBMQ no sistema metrológico nacional e a sua integração com o IMN são pontos a serem equacionados para melhorar as relações da rede com o mercado e seu posicionamento no País. Essa abordagem também é válida para redes de MQ de outros países.

Na pesquisa realizada os recursos financeiros foram considerados bem geridos, porém insuficientes para o montante de projetos existentes. Ainda na situação atual, e tendo em vista os novos desenvolvimentos, há necessidade de apoio financeiro do governo. Nessa perspectiva, a busca por mecanismos de auto-sustentabilidade, como os projetos em parceria com a iniciativa privada, foi um resultado indutor da melhoria operacional, ação que pode trazer outras vantagens decorrentes de uma maior aproximação com o mercado.

Com relação à sustentabilidade, um recurso identificado, que pode ser adotado para a continuidade da rede PBMQ, é a transformação dessa rede em uma figura jurídica, uma associação que independa do apoio de projetos estatais.

Sintetizando e complementando os itens citados pelos respondentes desta pesquisa foi elaborada a TAB.19, que inclui os aspectos de melhorias nas dimensões de aprimoramento internos à rede e outros que são de ação externa.

TABELA 19 – Dimensões de aprimoramento à rede PBMQ – Pesquisa Nacional Externa

Dimensão	Aspecto a ser melhorado
Objetivos e estratégias	<p>Mapeamento preciso de clientes, necessidades e prioridades</p> <p>Ampliação das interfaces, parcerias e interação entre as atividades e os membros</p> <p>Comunicação informatizada (<i>homepage</i>, teleconferência) com os participantes</p> <p>Coordenação, motivação e harmonização nos desenvolvimentos</p> <p>Transparência do papel da rede no sistema metrológico – reconhecimento governamental e proximidade do IMN</p> <p>Clareza nas tarefas</p> <p>Governança: formalização como organização, maior participação das instituições na estrutura</p>
Operação	<p>Maior articulação entre as sub-redes</p> <p>Maior interação e conhecimento entre os membros e suas atividades</p> <p>Delineamento da rede</p> <p>Aumento do fluxo de informações</p> <p>Desenvolvimento de projetos específicos – com retorno</p>
Recursos	<p>Distribuição de recursos – critérios</p> <p>Aumento de recursos financeiros – parceiros privados</p> <p>Apoio governamental</p>
Resultados	<p>Mais divulgação dos resultados</p> <p>Mais promoção de eventos técnico-científicos</p> <p>Mais promoção de PIs</p> <p>Mais assessoria técnica</p> <p>Aumento de publicações</p>

Fonte: elaborado pela autora, com base em relatório de consultoria externa

6.3.2 Estudo de caso nacional – pesquisa interna

Na pesquisa interna foram obtidas informações que apontam para as possibilidades de aprimoramento. As sugestões feitas pelos participantes constam no APÊNDICE F – “Pesquisa Nacional Interna – Resultados”.

Nesta seção são apresentados os principais aspectos dentre eles, e com maior número de citações, a necessidade de se desenvolver atividades que promovam maior interação entre os participantes. Fato que acarreta ao aumento do número de reuniões, que deve ser cuidadosamente equacionado. A comunicação é fundamental ao desenvolvimento de ambientes dinâmicos e sinérgicos e ao fortalecimento da confiança, ingrediente básico no caso de redes. Apesar dos recursos de comunicação eletrônica serem importantes nesse ambiente, as reuniões presenciais devem ocorrer em periodicidade adequada.

O estabelecimento de estratégias de planejamento também foi citado como relevante, seguido pela intensificação da divulgação, recursos e estrutura. Em todas as indicações de necessidades de melhoria foram feitas sugestões para as questões levantadas, visando à eficiência e eficácia no desempenho da rede, especialmente na geração de produtos e serviços metrológicos.

A inserção das atividades da rede no planejamento governamental foi citada como importante para a convergência da identificação e da priorização de atendimento às demandas nacionais, o que seria uma nova ação. Nesse contexto, a formalização da rede foi colocada pelos respondentes como mecanismo de aprimoramento e de subsistência da rede.

6.3.3 Estudo de caso internacional

Na pesquisa internacional foram obtidas informações que servem de apoio na análise dos aspectos que conduzem a melhorias em redes, visando ao desempenho eficaz e eficiente.

O valor intrínseco de cada aspecto deve ser cuidadosamente analisado, de maneira a se alcançar um desempenho com sucesso. A confiança entre os membros foi citada como mola propulsora para se alcançar os resultados com qualidade e no tempo adequado. Está vinculada a aspectos relacionados com atitudes, princípios e formas de coordenação estabelecidas em uma rede.

Esses aspectos foram evidenciados nas análises dos respondentes de redes internacionais já formalizadas no sistema e correspondem a valores importantes a serem cuidados, visando à manutenção e aprimoramento de redes.

Complementando, os indicadores de desempenho são importantes para medir a eficiência dos sistemas metrológicos nacionais e permitem apontar para o desenvolvimento de ações de aprimoramento. Esse aspecto foi abordado no

questionário de pesquisa enviado aos institutos de diversos países, conforme apresentado no APÊNDICE G – “Pesquisa Internacional – Questionário”. Pelas informações obtidas, observa-se que a maioria dos institutos não possui sistemas de avaliação que dimensionem a eficiência e eficácia de seus desempenhos; porém, muitos desses institutos demonstraram preocupação em estabelecer mecanismos para essa finalidade.

As instituições internacionais que já realizam avaliações de desempenho estão relacionadas no APÊNDICE N – “Pesquisa Internacional – Participação em Organização Metrológica Regional e Desempenho”. A forma de mensuração de desempenho utilizada por essas instituições é a qualidade e quantidade de produtos e serviços metrológicos oferecidos aos usuários como os PIs, MRCs, disseminação e treinamento. Outros indicadores citados foram a realização de atividades como análises, calibrações, certificações, CMCs e projetos.

Também é usado como indicador o retorno dado pelos usuários em termos de satisfação, propiciando a base de dados para ações de aprimoramento no desenvolvimento das atividades, quer sejam em rede quer não.

Com isso, é reforçada a importância dos produtos e serviços gerados na área em estudo, que além do seu valor intrínseco também se constituem em indicadores do desenvolvimento de sistemas nacionais.

A realização desse tipo de avaliação e monitoramento evidencia a importância de metas voltadas ao aprimoramento da atuação daqueles que atuam nessa área sob formatação de redes.

O desenvolvimento e a sofisticação tecnológica da MQ devem ser constantemente observados e avaliados, dada a sua relação com a própria evolução tecnológica dos países.

6.4 Síntese das constatações relativas à pesquisa teórica e experimental

Com o propósito de consolidar a representação gráfica simplificada dos resultados obtidos nesta pesquisa, por meio do estudo de caso múltiplo, nas abordagens nacional e internacional, ratificadas pela bibliografia consultada, foram elaboradas as FIG. 42, 43, 44 e 45. Essas figuras apresentam uma síntese das informações obtidas neste estudo relacionadas com o alcance dos objetivos propostos e a demonstração das hipóteses formuladas.

6.4.1 União de competências laboratoriais

A FIG.42 A apresenta as partes centrais de uma rede em MQ composta por laboratórios de referência ou designados, provedores de PIs e produtores de MRCs, pertencentes a diferentes instituições de um país, que no conjunto podem viabilizar a infra-estrutura necessária ao atendimento da diversidade de demandas por produtos e serviços metrológicos existentes na indústria, saúde e meio ambiente.

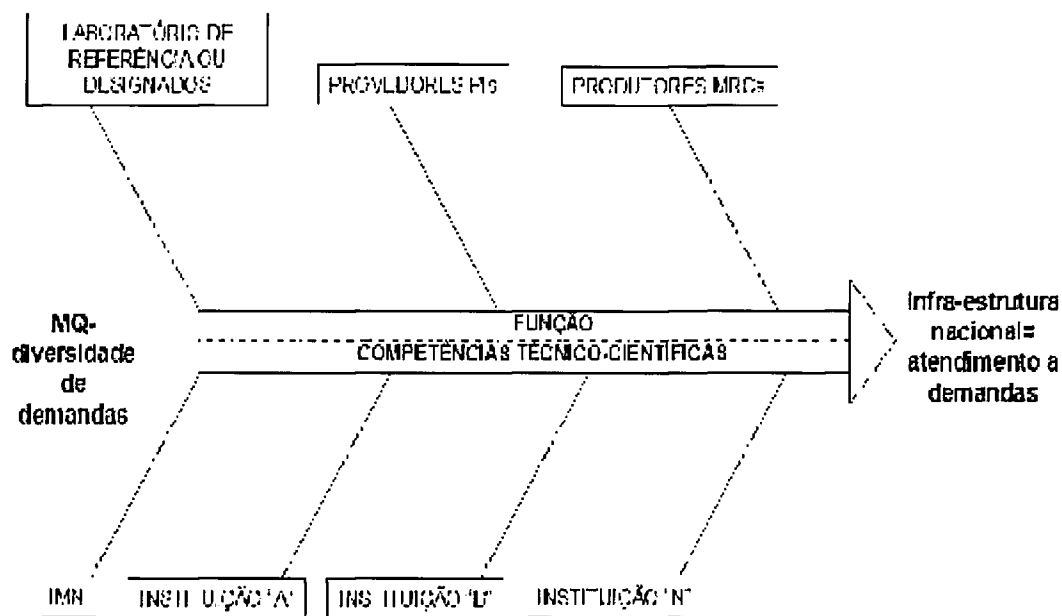


FIGURA 42 – Atendimento de demandas em MQ por capacitações técnico-científicas nacionais
Fonte: elaborado pela autora

Essa infra-estrutura é formada por laboratórios com competência técnico-científica em áreas específicas que desempenham funções relevantes, por disporem de conhecimento técnico-científico, técnicas e métodos analíticos de valor elevado sob a perspectiva metrológica.

Outras instituições que disponham ou não de laboratórios também interagem nessa estrutura, como as voltadas à normalização e acreditação, mas, embora façam parte do sistema metrológico, não se constituem na parte fundamental desta discussão.

6.4.2 Benefícios em rede de MQ

Cooperações, como as existentes em redes, são apontadas como tendência mundial de atuação na área de MQ. Instituições e nações que venham

a usar competências nacionais existentes de forma articulada como redes podem se beneficiar em vários aspectos relevantes, conforme extensivamente discutido neste trabalho e representado resumidamente pela FIG.43.

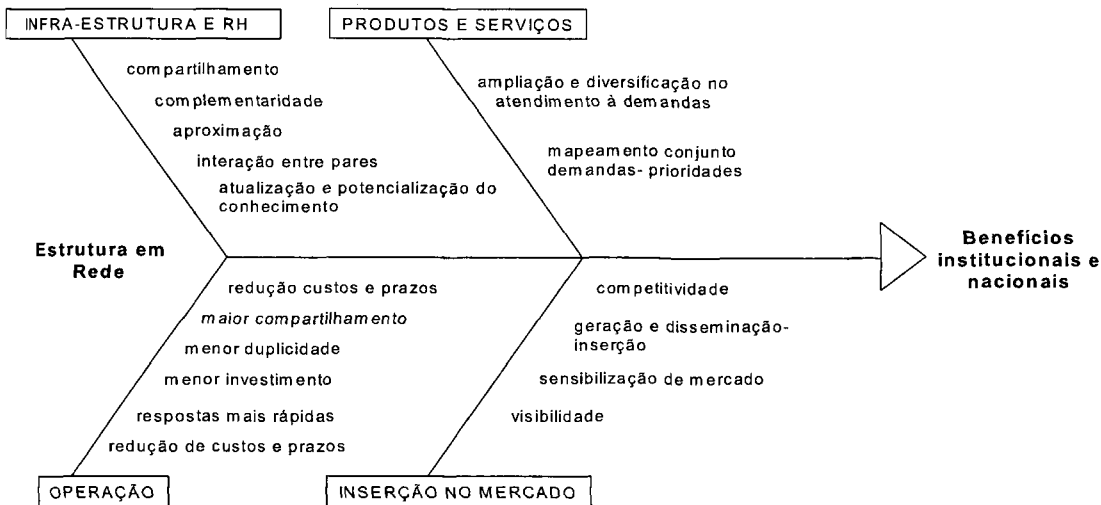


FIGURA 43 – Benefícios possíveis numa atuação em redes.
Fonte: elaborado pela autora

Atuação em rede é benéfica em MQ para as instituições e para o país pela possibilidade de se contar com uma infra-estrutura ampliada disponível, humana e material, com pólos de competências especializados, atuando com escopo diversificado no tocante às medições, em ambiente sinérgico, facilitando a troca de conhecimento e a geração de produtos e serviços metrológicos.

Os benefícios decorrentes da atuação conjunta podem ser observados ao amplo atendimento e identificação das demandas, bem como na possibilidade de se definir prioridades que melhor atendam as necessidades nacionais, pela capilaridade do sistema. O atendimento dessas necessidades pode ser realizado com maior compartilhamento e menor duplicidade pelo planejamento com base em interesses individuais e coletivos, o que pode significar um ganho significativo na competitividade nacional.

A competitividade advém de fatores relativos à geração de produtos e serviços, como prazo, preço e qualidade, e à disseminação, que conjuntamente

penetram e sensibilizam de forma mais intensa, o mercado para produtos diferenciados como esses, ou seja, é uma inserção competitiva com maior visibilidade aos usuários finais, nacionais e internacionais.

6.4.3 Fatores de influência em redes

A atuação em rede é benéfica, porém os fatores internos e externos, que influenciam o seu desempenho, devem ser atentamente cuidados, conforme apresentado na FIG.44.

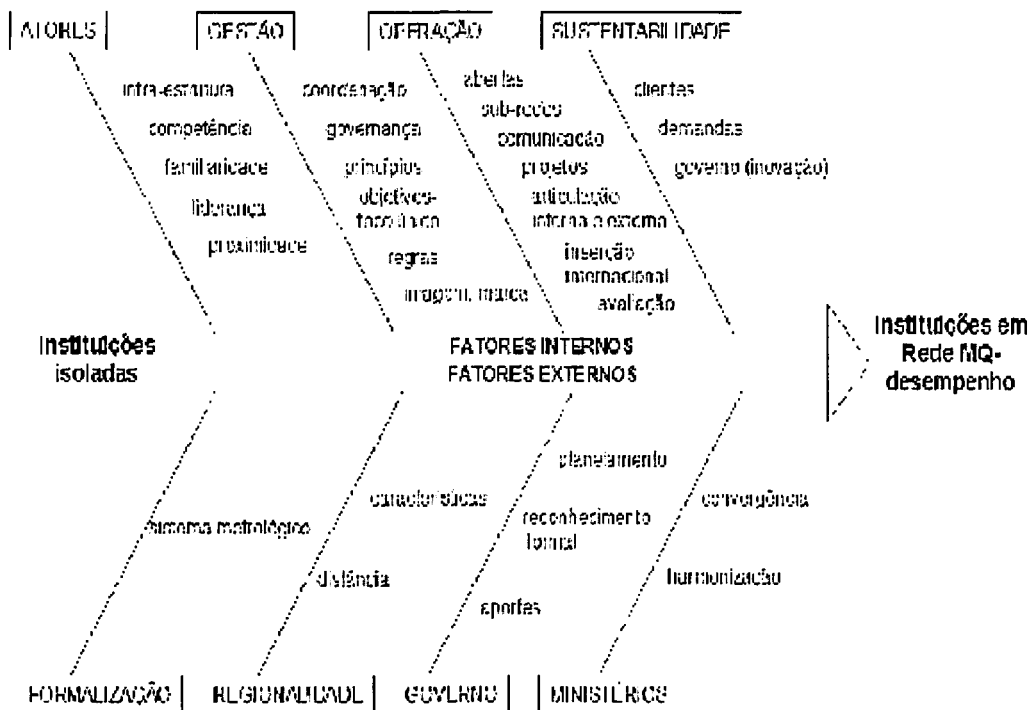


FIGURA 44 – Fatores que influenciam o desempenho de redes em MQ

Fonte: elaborado pela autora

Os fatores de influência em redes podem ser representados por aqueles considerados internos e externos, como amplamente discutido nesta pesquisa. Esses fatores estão compreendidos em quatro grupos, e cada um deles compreende um escopo específico, conforme delineado na FIG.44.

Nesse cenário, observam-se fatores internos de influência como atores, gestão, operação e sustentabilidade, que podem ser controlados no âmbito da rede, enquanto a formalização de redes no sistema nacional, características e distâncias regionais, participação de governo e seus ministérios são externos e independem de decisões ou ações da rede.

A união de instituições individuais, visando à criação, manutenção e sucesso de redes em MQ, deve considerar com atenção os fatores que influenciam o seu desempenho. Certamente outros podem complementá-los, porém os que foram mencionados encontram uma base sólida, sustentada por gestores de larga experiência e vivência na área e por renomados estudiosos que fundamentaram a parte teórica desta pesquisa.

6.4.4 Aprimoramento de gestão em redes de MQ

A operação em redes na área de MQ deve considerar os fatores de influência e deve ser constantemente avaliada sob a óptica de seu aprimoramento. Nesta pesquisa foram abordadas as quatro dimensões de gestão relevantes para o tipo de rede analisada, conforme FIG.45.

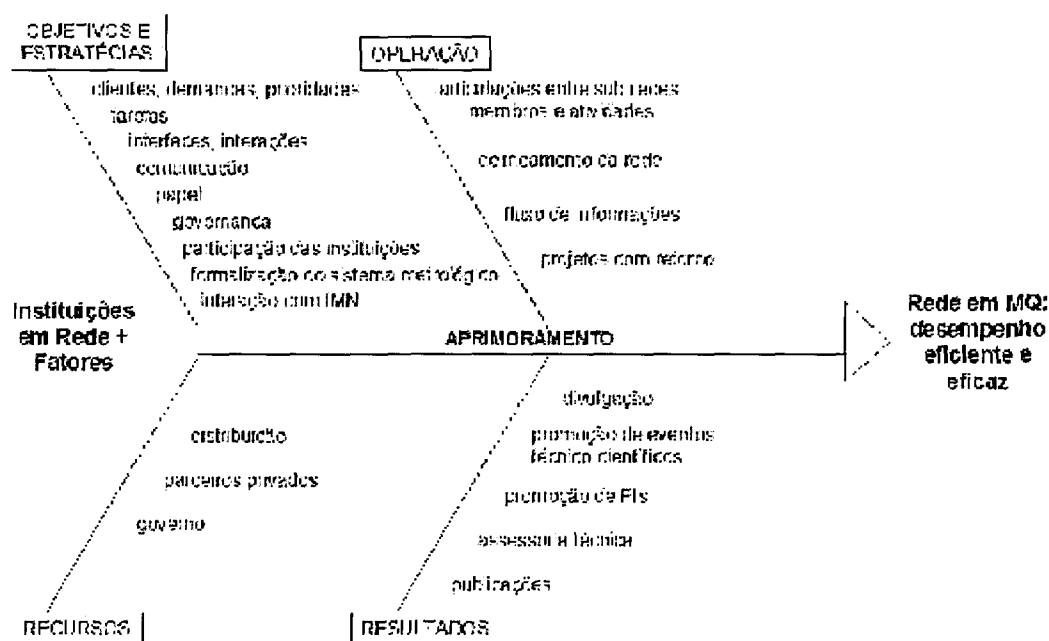


FIGURA 45 – Dimensões consideradas no aprimoramento de redes em MQ

Fonte: elaborado pela autora

Especificamente, a análise das dimensões “objetivos e estratégias” e “operação” compreende várias interfaces nas demais dimensões, como “recursos” e “resultados”. Ao se tratar de aprimoramento do sistema de gestão em redes, é importante que todas essas dimensões sejam consideradas.

Da mesma maneira que para os fatores de influência analisados, existem outras dimensões possíveis de aprimoramentos em rede, porém a

pesquisa experimental mostrou que as aqui estudadas têm um reflexo significativo, ao se buscar a melhoria ou até mesmo a sobrevivência de redes.

A observância dos resultados, das recomendações e o subsequente desenvolvimento das ações de melhoria propiciam as condições de contorno para um desempenho adequado, com eficiência e eficácia.

7 CONCLUSÃO

O presente trabalho proporciona uma melhor compreensão sobre a atuação em redes na área de metrologia em química, abrindo outras perspectivas e dimensões analíticas, bem como permite identificar os benefícios, fatores de influência e de aprimoramento nesse tipo de atuação dentro do contorno da pesquisa realizada.

Foram explorados conceitos, formas e atuações cooperativas em MQ como, por exemplo, os conjuntos organizados de unidades de produção que utilizam vantagens econômicas pelo investimento já consolidado e capacitação nacional disponível. Nesse contexto a gestão se insere como fundamental para atingir patamares tecnológicos competitivos às nações e possibilidades de inserção em cenários mais amplos de atuação e de especialização.

A metodologia, com métodos qualitativos e quantitativos e abordagens flexíveis em sua estruturação, permitiu de maneira adequada o desenho da pesquisa no contexto analisado. O seu desenvolvimento compreendeu experiências vivenciadas no País e no cenário internacional. As identificações feitas na pesquisa exploratória foram confirmadas na literatura por estudos de renomados autores citados na fundamentação teórica deste trabalho. As conclusões dos objetivos específicos e as respectivas hipóteses que conduziram ao alcance do objetivo geral desta pesquisa são apresentadas a seguir.

7.1 Objetivo específico 1 e hipótese 1

Este objetivo e a hipótese 1 têm por escopo o caráter da atuação em redes na área de MQ, para as instituições e o país. Conclui-se que esta é expressivamente benéfica, principalmente em função da diversidade de demandas nessa área que pode ser atendida com menos investimentos, diante da utilização de equipamentos e especialistas disponíveis em uma nação. Como consequência tem-se o compartilhamento dessa infra-estrutura, economizando-se os recursos públicos que freqüentemente são escassos. A pesquisa internacional e a nacional, em especial a interna, confirmam tal proposição.

7.1.1 Pesquisa internacional

A pesquisa internacional, realizada em 54 instituições de 46 países que, em quase sua totalidade, fazem parte da Convenção do Metro, foi a de maior relevância na identificação dos aspectos benéficos de atuação em redes de MQ, obtidos das experiências vivenciadas por gestores da área, bem como de fatos mundiais de destaque. Os dados desta pesquisa corroboram com as afirmações feitas na pesquisa nacional interna e estão em consonância com os dados pesquisados na literatura.

Todos os Institutos Metrológico Nacionais (IMNs) e instituições designadas que participaram da pesquisa oriundos de países que operam em rede, e mesmo parte dos que atuam de forma centralizada, enfatizam que a geração e a disseminação de produtos metrológicos podem ser bem mais eficientes e eficazes pelo uso de infra-estrutura disponível nas instituições do país - pela redução de custos e prazos.

Em países onde ainda não existem sistemas formais de disseminação, diversos IMNs manifestaram a intenção de estabelecê-lo em conjunto com os laboratórios nacionais capacitados para tal finalidade, evidenciando a tendência mundial em atuar por meio de cooperações como as redes na área de MQ. Em alguns países não se trata apenas de uma questão de não repetir investimentos e sim de representar a única possibilidade economicamente viável de consolidação da área em estudo em nível nacional.

Constata-se que a decisão de implementar sistemas interinstitucionais em rede na área de MQ de certa maneira representa uma quebra de paradigmas, por ser uma forma diferente das tradicionalmente adotadas, como para áreas de metrologia em física, na qual os modelos majoritariamente tendem a se estabelecer de forma centralizada. Ao mesmo tempo, como ratificado pelas respostas recebidas dos diversos países participantes desta pesquisa, a decisão de atuar em rede tende a ser cada vez mais freqüente.

Observa-se que atuação em redes ocorre em países desenvolvidos social e economicamente, como a Alemanha, Áustria, Dinamarca, Espanha, Finlândia, Portugal e República Tcheca, entre outros.

Não foram verificadas relações entre os sistemas centralizados ou descentralizados e o PIB *per capita* ou número de habitantes, mostrando que aparentemente os sistemas existentes têm se constituído de acordo com a

realidade político-econômica de cada país, com base em suas condições domésticas e históricas. De acordo com os resultados, a maioria dos países que atuam de forma descentralizada em MQ, que são de diferentes portes, apresentam indicadores de competitividade e de desenvolvimento humano elevados. Especificamente com relação ao índice de Desenvolvimento Humano (IDH), observa-se que dos 18 países que atuam de diferentes formas descentralizadas na área de MQ, apenas 1 enquadra-se na categoria baixa (Angola); 4 estão na média (Bolívia, Índia, Santa Lúcia e Tailândia) e 13 na elevada (Alemanha, Áustria, Chile, Coréia, Croácia, Dinamarca, Espanha, Finlândia, Israel, Nova Zelândia, Portugal, República Tcheca e Suécia).

Complementando o cenário internacional investigado, observa-se que o Bureau International des Poids et Mesures (BIPM), entendendo as dificuldades de se ter em uma única instituição, mesmo que esta seja o IMN, toda a infraestrutura para atendimento das necessidades em MQ, afirma que, quando relevante, outros institutos devem ser designados para atuarem em grandezas e em faixas de medição definidas.

Estes fatos têm conduzido neste século à formação de redes de cooperação internacional e organizações intergovernamentais, como evidenciado pelas redes já formadas na área da saúde, medicina e alimentos. As designações de laboratórios em áreas específicas da MQ vêm crescendo de forma acentuada em diversos países, chegando hoje a cerca de 35 laboratórios ou instituições designadas, número que aumenta a cada ano.

O banco de dados mundial de Materiais de Referência Certificados (MRCs), do Code d'Inexation des Matériaux de Reference (COMAR), mostra a diversificação de tipos de MRCs (11.000), em termos de matrizes e parâmetros certificados necessários ao atendimento da área, mostrando a importância do envolvimento de diferentes capacitações. Assim, a estrutura necessária para suprir essa área é ampla e demandante de vários parceiros, como pode ser facilmente percebido ao se focar apenas um de seus produtos.

O crescimento da rede da Alemanha na área de MQ e as razões econômicas e sociais que conduziram ao estabelecimento da rede na Tailândia mostram a relevância do uso de competência de instituições nacionais que possam contribuir para com o desenvolvimento dessa área.

Evidenciando a atualidade desta pesquisa, relata-se que, em dezembro

de 2006, foi elaborado um documento pelos representantes dos países que integram a organização metrológica regional Asia-Pacific Metrology Programme para ser usado como guia nas discussões, visando a identificar novas formas de criar e aprimorar a infra-estrutura nacional em MQ.

Finalizando, observa-se que a maioria das economias tende em favor de arranjos menos centralizados na área de MQ, no equacionamento das demandas dessa área, em que redes emergem sob diferentes configurações, adaptadas às suas condições técnico-científicas, estruturais e políticas.

7.1.2 Pesquisa nacional

Diversos benefícios como os relatados para a pesquisa internacional também foram verificados na pesquisa nacional, principalmente na interna.

Dentre os fatores mais evidenciados, tem-se a sinergia gerada entre os pares que em rede pode viabilizar projetos coletivos em nível de adequação superior ao de atuações individuais. Com isso, ocorre a troca e a atualização do conhecimento, dada a habilidade de cada organização aprender a partir de outras organizações.

Benefícios, como a “junção” das infra-estruturas institucionais, oferecendo técnicas analíticas e especialidades diferentes de cada instituição, propiciam uma importante complementaridade na geração de produtos e serviços metrológicos de qualidade mundial, em prazos e custos adequados.

Demandas identificadas pela rede podem ser atendidas no âmbito da própria rede, evitando-se as duplicações nos desenvolvimentos, caso as instituições não estivessem interagindo.

7.1.3 Resumo dos benefícios

Os principais benefícios advindos dessa forma de atuação em MQ podem ser resumidos nos itens de:

- economia de recursos públicos: redes levam a uma necessidade menor de investimentos pela utilização de equipamentos e especialistas como consequência da utilização compartilhada, economizando-se os recursos públicos;
- capacitação: pela existência de uma infra-estrutura virtual formada pela “junção” de instituições com seus recursos humanos, materiais, logísticos e

institucionais. Esta união traz especializações diferentes, muitas vezes complementares que atuando de maneira próxima, sinérgica e colaborativa na atualização e troca do conhecimento individual entre pares, amplia a área de governança e cria um fórum de excelência e de referência aos demais laboratórios do país;

- mercado: em rede é facilitada a identificação e o atendimento ampliado das necessidades em nível nacional, bem como a disseminação do conhecimento e de produtos metrológicos no mercado; e
- competitividade: a diversificação de competências, a definição conjunta de prioridades, maior compartilhamento de infra-estrutura e recursos humanos e menor duplicidade nos temas desenvolvidos conduzem a uma maior competitividade, por meio pela redução de preço e prazo dos produtos gerados, viabilizando a sua oferta na qualidade e quantidade próximas às realmente demandadas.

7.1.4 Observações finais

A construção de uma estrutura social com base em redes é um sistema aberto, dinâmico e com inúmeras oportunidades de inovação e crescimento. É fundamental a observância das condições necessárias ao seu desenvolvimento e sucesso. Participar das atividades de uma rede significa uma inovação na arte de organizar e formar parcerias e alianças; uma outra maneira de responder às necessidades existentes, sem hierarquia e com lideranças numa atuação horizontal, autônoma, conectada, participativa, colaborativa, cooperativa e democrática.

No estudo realizado em MQ observa-se que a esfera analítica individual e regional é lançada em uma dimensão global do conhecimento, apoiando o desenvolvimento e uso de referências metrológicas universais, em que os níveis de incerteza são sensivelmente diminuídos. A atuação de forma coletiva com objetivos comuns permite uma visão panorâmica do conhecimento da área, que, se bem articulada, propicia um entendimento sistêmico entre as organizações e o governo, benéfico à sociedade.

Todo esse cenário mostra uma nova dimensão organizacional de gestão em rede na área de MQ que demanda cuidados em sua operacionalização. O desconhecimento dos reais recursos ao se atuar sob essa

formatação pode gerar inseguranças por diferirem dos convencionais.

Redes envolvem mais instituições, mais governança, mudança na estrutura de poder, culturas, interesses e princípios, além de distâncias geográficas e gestão adequada de comunicação entre os partícipes, motivos que requerem estudos dos fatores envolvidos em sua gestão e operação. Além dos aspectos objetivos apontados pelos participantes desta pesquisa, é fundamental observar as subjetividades que permeiam uma rede, e podem afetar significativamente a sua formação e sobrevivência.

As gestões hierárquicas e centralizadoras podem ser até mais fáceis de gerir, considerando-se que os mecanismos de controle e de poder ficam em uma só instituição.

Entretanto, dado o caráter benéfico para o país e para as próprias instituições participantes na área de MQ, evidenciado nesta pesquisa, esse tipo de atuação deve ser estimulado e aprimorado para a MQ e também para as outras áreas onde seja aplicável, cuidando atentamente dos aspectos relacionados com o seu desempenho.

Por esse motivo, este trabalho não se restringiu a apontar as vantagens relevantes de se atuar sob a formatação de redes em MQ, mas também procurou identificar os aspectos críticos à sua manutenção e sucesso, sem tentar esgotá-los, conforme o objetivo específico visando “verificar os fatores de influência no desempenho de redes” apresentado na seqüência.

Trabalhos futuros, que se alinhem a essa temática, poderão considerar outras perspectivas, dando maior plenitude à abordagem feita nesta pesquisa.

7.2 Objetivo 2 e hipótese 2

Este objetivo e parte da hipótese 2 visam a verificar os fatores de influência no desempenho de redes, de maneira eficiente e eficaz, apoiando uma melhor compreensão sobre o tema aplicado à metrologia em química.

A demonstração de seu alcance, resultado do estudo de caso nacional - pesquisa interna e do estudo de caso internacional, complementada por informações do estudo de caso nacional - pesquisa externa foi corroborada pela vivência da pesquisadora na rede PBMQ por mais de nove anos.

Os fatores apontados pelos participantes das pesquisas realizadas, cuja experiência foi fundamental para o embasamento das informações, visam a

subsidiar aqueles que pretendem estudar ou consolidar redes em MQ. Esses fatores foram confirmados pela literatura em estudos de renomados autores citados na fundamentação teórica deste trabalho.

7.2.1 Fatores convergentes com a Teoria dos Atores em Rede

Ao serem cotejados com a literatura, os fatores identificados puderam ser confirmados, em especial com os estudos de Callon e Latour em sua Teoria dos Atores em Rede – *Actor-Network Theory* (ANT). Com isso foi possível estabelecer comparações analíticas que permitiram um entendimento prático e teórico, abrindo-se perspectivas nas quais se enquadram aspectos morfológicos, operacionais, estruturais e de relações entre os atores em rede.

As abordagens feitas nessa teoria referem-se aos atores como elementos humanos ou não-humanos que intervêm na rede, criando elos com os outros agentes e com as correspondentes infra-estruturas. Essas abordagens são apoiadas em três pólos principais – científico, técnico e mercadológico, como os existentes nas redes de MQ.

O desenho de redes abertas, independentes e passíveis de mudanças, com foco no trabalho em andamento e nos mecanismos de controle e regras estabelecidas para seu desenvolvimento, levantando fronteiras e promovendo estabilidade e ordem, visto na teoria também é consoante com aquele identificado na prática.

A competência dos membros da rede PBMQ, de maneira similar à ANT, situa-se em esferas iguais ou próximas, isto é, os participantes com capacitação técnico-científica em áreas específicas e em níveis semelhantes formam um núcleo onde a troca do conhecimento ocorre com facilidade e intensidade.

Também o conceito de sub-redes desenvolvidas por meio de competências específicas, abertas e com conexões heterogêneas, passíveis de entrelaçamentos e com atuação permanente ou temporária, converge com o estudo experimental realizado com a rede PBMQ.

Outro fator convergente com a ANT é a definição de prioridades feito com base na identificação de demandas, atividade desenvolvida continuamente.

Esta pesquisa traz ao cenário da ANT uma abordagem prática na área de MQ sobre o tema em pauta, evidenciando-se os aspectos de coordenação, gestão, estrutura, competência e outros. Tem como objetivo entender e aprimorar

a atuação conjunta de instituições metrológicas, tecnológicas e de pesquisa.

7.2.2 Resumo dos fatores identificados na pesquisa exploratória

Segundo a metodologia adotada e conforme perspectivas detalhadas no capítulo 6 “Discussão dos Resultados”, os tópicos principais dos fatores internos compreendem os atores, gestão, operação e sustentabilidade, enquanto os externos abrangem a formalização, regionalidade, governo e seus ministérios.

7.2.2.1 Fatores internos à rede

O fator mais ressaltado pelos pesquisados está relacionado com a competência dos recursos humanos, fundamental na geração e disseminação de produtos metrológicos. Aos laboratórios que representam o país em temas específicos, essa competência deve ser demonstrada no atendimento aos requisitos dos Arranjos de Reconhecimento Mútuo (ARM) e do Calibration and Measurement Capability (CMC).

Foi enfatizada a importância da interação entre os pares na troca de experiências e destes com o meio externo, em nível nacional e internacional, o que em redes assume uma nova dimensão se comparada às atuações individuais.

Na seleção de integrantes da rede também devem ser considerados os aspectos como competência e familiaridade com a tecnologia a ser empregada, ou seja, aqueles que já atendam a um determinado patamar de conhecimento teórico e prático e infra-estrutura para desenvolver as atividades pertinentes.

A ampliação da inserção de produtos e serviços metrológicos no mercado, como no caso da oferta de PIs e de MRCs, foram fatores mencionados como de influência nas interfaces com os pares e com a comunidade usuária.

A formação das sub-redes foi apontada como recurso adequado ao funcionamento de redes, devendo-se atentar para o entrosamento matricial ser efetivo, dado o reflexo no alcance dos objetivos.

A imagem e o desenvolvimento de uma identidade comum aos seus membros são aspectos a serem cuidados e têm reflexos nos resultados esperados. A confiança entre os membros foi destacada em todas as pesquisas realizadas, é um fator fundamental. Outro fator relevante no desempenho de redes é o comprometimento dos membros no provimento de respostas em termos

de conteúdo e prazo.

A coordenação das atividades deve ter como metas o monitoramento e a avaliação da rede, compreendendo a troca e conteúdo das informações, comunicação, negociações, planejamento, controles e articulações internas e externas. Numa ação coletiva, as regras e os requisitos que regem as partes envolvidas devem estar claramente explicitados e formalizados por meio de acordos, com os recursos e as responsabilidades definidos. A coordenação da rede deve compreender as necessidades e habilidades dos parceiros.

As articulações externas à rede foram consideradas relevantes em diversos níveis: institucional, mercadológico, governamental e de ações específicas. Como exemplo de uma ação pontual, tem-se as importações de padrões e amostras laboratoriais que passam por problemas alfandegários.

Por vezes ocorrem atrasos nos cronogramas de atividades, em virtude de perda de materiais por vencimento da validade, pelo não recebimento desses produtos ou pelo não entendimento de sua aplicação. Nesse caso, ações articuladas em rede poderiam encaminhar essa problemática às instâncias responsáveis, com maior probabilidade de solução, do que cada laboratório individualmente tentar resolver.

7.2.2.2 Fatores externos à rede

O fator externo apontado como estratégico foi o reconhecimento do papel das redes em MQ nas ações governamentais de planejamento, bem como de sua formalização no sistema metrológico nacional. Também foi destacada a formalização dos laboratórios designados e de referência no sistema nacional e internacional. Essas ações possibilitam a participação em projetos de novos desenvolvimentos e inovações, apoiados por editais de agências de fomento, e a melhor inserção no mercado. Além disso, permitem um reconhecimento por parte de organizações internacionais como as Organizações Metrológicas Regionais (OMRs) e Comité Consultatif pour la Quantité de Matière (CCQM).

No mesmo escopo, a harmonização do sistema nacional, considerando o conjunto de instituições atuantes na área da MQ, foi apontada como fator importante ao desempenho das redes, bem como ao entendimento e cooperação adequados entre os ministérios envolvidos com MQ.

O apoio governamental, em termos de recursos financeiros e de planejamento, foi evidenciado em todas as pesquisas.

A regionalidade é outro fator que merece atenção, dado o elevado nível de diferenciação entre os vários Estados, principalmente em países com maiores áreas geográficas.

As indicações feitas neste estudo de caso foram fundamentais para o provimento de fatores relativos a desempenhos eficientes e eficazes de uma rede, mantendo os fundamentos relevantes para a sua operacionalização e o firme engajamento de seus membros, conforme relatado pelos participantes dessas pesquisas.

7.3 Objetivo 3 e hipótese 2

O objetivo 3 está relacionado com a verificação de dimensões de aprimoramento no desempenho de redes de MQ, assim como parte da hipótese 2 que se refere à importância dessas dimensões para se atingir um desempenho eficiente e eficaz na geração e disseminação de produtos metrológicos na área de química.

Nessa análise foram selecionadas quatro dimensões de aprimoramento de gestão relacionadas com os objetivos e estratégia, operação, recursos e resultados. A análise dos resultados obteve as informações necessárias à tomada de ação nos aspectos considerados, que foram importantes para um melhor entendimento da operação e manutenção adequada da rede.

O estudo de caso nacional – pesquisa externa – forneceu as informações preponderantes para alcançar este objetivo e demonstrar a referida hipótese.

Neste trabalho foram identificados os fatores de aprimoramento dentro dos contornos delineados para a realização da pesquisa nacional externa, que teve por foco os resultados esperados. Estes deveriam prover as informações necessárias para a tomada de decisão, que conduziria às ações de melhoria da gestão da rede analisada e conseqüentemente de seu desempenho.

Estudos mostram que o contínuo monitoramento e avaliação de redes têm um papel relevante e a gestão adequada dos aspectos identificados é fundamental no dimensionamento e desenvolvimento de ações, que conduzam à eficiência e eficácia em redes como as de MQ. Não basta ter a rede e atentar aos

fatores de influência presentes em sua operacionalização, é preciso estabelecer as análises indicativas de seu desempenho, em tempo compatível com a sua dinâmica, que forneçam os insumos necessários ao seu aprimoramento, em especial de sua gestão.

Na mensuração de desempenho, os indicadores adotados pelos respondentes da pesquisa internacional foram o provimento de PIs aos usuários e a participação em PIs das OMRs e CCQM, produção de MRCs, disseminação e treinamento, número de CMCs, análises, calibrações, certificações, projetos e retorno de satisfação dos usuários.

Como observado, é vital estabelecer processos contínuos de monitoramento, com vistas à identificação de necessidades e oportunidades de melhoria. Por outro lado, a falta dessas avaliações pode levar ao insucesso de uma rede, pelo desconhecimento de falhas que não são perceptíveis em sua rotina operacional. Os fatores de aprimoramento avaliados nesta pesquisa podem ser divididos em internos e externos.

7.3.1 Fatores internos à rede

Neste estudo observou-se que até mesmo os aspectos bem avaliados, como a coordenação, demandam atenção constante, garantindo que o conteúdo e o fluxo das informações se processem apropriadamente.

A gestão deve estar pautada em critérios democráticos, transparentes e participativos. Em redes, os fatores relacionados com a governança devem ser cuidadosamente observados e aprimorados, possibilitando a efetiva participação das instituições integrantes nas decisões e encaminhamentos. Caso contrário, a motivação e a adesão à rede são afetadas e, dependendo do grau de sua ocorrência, haverá interferência nos resultados finais.

Na pesquisa realizada, a análise de aspectos, como comunicação, decisão e adequação das atribuições da unidade coordenadora e demais unidades, permitiu elaborar um mapeamento das ações estratégicas, específicas ou gerais dependendo do caso, as quais forneceram a base necessária à definição de ações a curto e médio prazo.

As recomendações, que puderam ser postas em prática nesse período, mostraram resultados extremamente positivos, como a intensificação dos contatos por via *e-mail*, telefone e pessoalmente, a realização de um grande

evento, envolvendo a comunidade nacional e internacional da área.

No desenvolvimento do processo, por vezes, foram observadas opiniões contrastantes sobre um mesmo tema. Opiniões estas emitidas por atores que desempenham papéis diferentes na rede como os pesquisadores e os agentes de governo. Esse fato demonstra a importância de se estabelecer sistemas de comunicação que não deixem lacunas nos relacionamentos em rede para a sua adequada operacionalização.

A recomendação de intensificar o uso de recursos de tecnologia da informação pode aprimorar o fluxo de informações, além de atuar como “reduzidor” de distâncias geográficas entre os membros da rede. Apesar do recurso de comunicação eletrônica ser importante nesse ambiente, as reuniões presenciais também devem ocorrer em periodicidade adequada, dada a importância do contato pessoal, ainda que não muito freqüente.

Sintetizando, entre os resultados obtidos da dimensão “objetivos e estratégia”, foram destacados o mapeamento de clientes, necessidades e prioridades; a ampliação das interfaces, parcerias e interação entre as atividades e membros; a comunicação informatizada (*homepage*, teleconferência); a coordenação; a motivação; a clareza nas tarefas e a governança, com maior participação das instituições na estrutura.

Com relação à dimensão “operação” da rede, evidenciaram-se pontos de melhoria relacionados com a intensificação nas articulações entre as sub-redes e nas interações entre os membros e suas atividades; o delineamento da rede; o aumento do fluxo de informações e desenvolvimento de projetos específicos – com retorno.

Acerca da dimensão “recursos”, destacaram-se os critérios relativos à sua distribuição, bem como o aumento de recursos financeiros decorrente da participação de parceiros privados. Enquanto como aprimoramentos nos resultados da rede observaram-se a necessidade de mais divulgação dos resultados, de aumentar o número de publicações, de eventos técnico-científicos e de PIs e mais assessoria técnica.

Os fatores evidenciados permitiram compor um conjunto de recomendações ao aprimoramento da rede brasileira, que também são aplicáveis a outras redes da área em estudo.

7.3.2 Fatores externos à rede

Na pesquisa nacional externa ficou evidenciada como estratégica a necessidade de formalização das atividades no sistema metrológico nacional e de integração com o IMN, apontados como aspectos de melhoria das relações da rede com o mercado e seu posicionamento no País. Essa abordagem também foi verificada na pesquisa internacional em redes estabelecidas ou em consolidação.

Com relação aos recursos, estes foram considerados bem geridos, porém insuficientes para o montante de projetos existentes. Ainda na situação atual com novos desenvolvimentos, há a necessidade de apoio financeiro do governo. Para o equacionamento da questão, foram sugeridos mecanismos de busca de auto-sustentabilidade, como os projetos em parceria com a iniciativa privada, que é outro resultado indutor da melhoria operacional.

7.4 Contribuição da pesquisa

Acredita-se que, dadas as fortes indicações de tendências de gestão em MQ, as formas cooperativas como redes deverão prevalecer, em futuro próximo, como formas de gestão adequadas à área de MQ. Tal fato é amparado pelas evidências dos benefícios gerados a instituições e países, conforme constatado neste estudo, tornando esta linha de pesquisa uma contribuição importante para os aspectos práticos e teóricos, conforme explicitado a seguir.

7.4.1 Aspectos práticos

Essa abordagem encontra-se subdividida em dois níveis, nacional e internacional.

7.4.1.1 Em nível nacional

A rede PBMQ analisada nesta pesquisa possui competências que podem ser utilizadas em apoio ao sistema metrológico brasileiro na geração e disseminação de produtos metrológicos. A sua interação com o sistema metrológico brasileiro e com o IMN pode se dar por diferentes maneiras. Como identificado nos sistemas analisados, existem diversas formas de se estabelecer sistemas cooperativos, tanto em sistemas centralizados como descentralizados. Na rede PBMQ existem capacitações laboratoriais, cujo aproveitamento e reconhecimento formal poderia ocorrer no exercício de funções como a de

produtores de MRCs, a de provedores de PIs e como laboratórios com métodos e técnicas de maior no valor metrológico, os quais poderiam ser designados ou subcontratados; ou seja, o posicionamento dos laboratórios na hierarquia metrológica seria feito de acordo com a função desempenhada. Porém, mesmo com papéis diferentes no sistema metrológico, todos estariam voltados ao mesmo tema central da rede, que é a MQ, e poderiam continuar usufruindo de um ambiente de absorção e troca do conhecimento extremamente produtivo, se bem gerenciado.

Este estudo procura trazer uma reflexão que contribua ao desenvolvimento nacional no tocante às possibilidades de interações entre instituições nacionais e reconhecimento das competências existentes, visando ao fortalecimento do País pela união das mesmas numa ação coletiva e bem estruturada cujo resultado seja superior à simples somatória de cada uma individualmente.

7.4.1.2 Em nível internacional

Os resultados desta pesquisa poderão contribuir com os gestores da área de MQ, que hoje demonstram preocupações de como atender a diversidade das necessidades existentes nessa área. Esse tem sido um tema estratégico para o desenvolvimento de seus países e integrante da agenda de organizações mundiais relevantes como o BIPM, CCQM, APMP e SIM.

Com esse foco, as cooperações entre as instituições emergem de maneira forte e natural, porém ainda representam um grande desafio, tanto pela infra-estrutura demandada quanto pelas especializações em recursos humanos e sua gestão. Estudos, como este, abrem espaço para sua melhor compreensão e efetividade operacional.

As constatações de tendências de atuação mundial nessa área que reúnem capacitações nacionais existentes no país de forma cooperativa como redes foram visíveis. A sua importância foi realçada na dimensão relativa à disseminação da rastreabilidade metrológica. Com isso, este trabalho contribui de maneira concreta, propiciando subsídios que apóiam a gestão de redes em MQ nas atividades que fazem parte do dia-a-dia daqueles que atuam na área.

7.4.2 Aspectos teóricos

No tocante à teoria, este trabalho traz amplo conhecimento de questões reais, vivenciadas nos cenários nacional e internacional, que podem contribuir para o desenvolvimento de estudos na área, em temas específicos, integrantes de estudos descritos em literatura.

Em particular, evidencia-se relação da pesquisa realizada com a ANT em diversos aspectos que poderão ser aprofundados. Essa teoria representa uma frente de trabalho relevante e, como afirmado por pesquisadores da área, ainda deve ser tema de muitos estudos que venham a propiciar uma compreensão mais ampla para o seu desenvolvimento.

7.5 Limitações

Os estudos realizados constituem-se em uma primeira aproximação com o tema, dada a inexistência de literatura sobre o assunto. Desta maneira, foi proposta uma abordagem ampla que propiciasse vislumbrar o cenário geral onde se inserem as redes em MQ e as suas principais faces e interfaces, do ponto de vista daqueles que têm uma atuação ativa neste tema.

A perspectiva analítica adotada foi consoante com os aspectos de maior significado aos gestores da área de metrologia em química, especialmente aos que já atuam efetivamente ou têm planos de atuar sob forma de redes, não abrangendo todas as possibilidades existentes.

Em se buscando construir um quadro da área que abordasse o tema globalmente, dada a sua extensão, não foi possível aprofundar os tópicos identificados, tampouco averiguar outras perspectivas que possam existir. As visões consideradas foram aquelas que afloram aos seus gestores com maior visibilidade na operacionalização de redes em MQ.

Por conseguinte, as conclusões são válidas somente para as redes estudadas, em especial para a rede brasileira na qual foi possível aprofundar a análise. Esse contorno foi necessário pela inexistência de informações prévias que permitissem tomar outros caminhos e viabilizassem as comparações com outras redes. A partir deste estudo outras formatações de redes podem ser analisadas, bem como outros tipos de cooperação interinstitucionais na área, tanto para os parâmetros identificados como para novas abordagens, validando os resultados obtidos.

É um tema em consolidação, controverso e sem antecedentes que demanda maior entendimento em diversos níveis quanto à participação dos atores diretamente envolvidos, das instituições participantes, do governo e do mercado.

Ao mesmo tempo em que as associações interinstitucionais com interesses comuns são benéficas, elas também mexem com as forças de poder e as hierarquias convencionais e muitas vezes não são tão facilmente aceitas, principalmente quando se quer manter o *statu quo*, neste caso representado pelas estruturas de gestão convencionais, normalmente aplicadas à metrologia em física.

Com o ineditismo deste trabalho e o cenário complexo que o envolve, as identificações feitas suprem uma parte das que de fato devem existir. Outras perspectivas analíticas devem ser investigadas, dando maior aprofundamento ao que já foi abordado.

7.6 Proposta para futuros desenvolvimentos

A partir do cenário geral desenhado nesta pesquisa, são feitas propostas para os novos desenvolvimentos focados em temas mais específicos. Alguns poderiam ser imediatos e seqüenciais e outros realizados em estágios posteriores.

7.6.1 Validação dos resultados

Como prosseguimento às linhas desta pesquisa, propõe-se inicialmente a validação de seus resultados, aplicando-os em outras redes públicas, de cunho tecnológico, de maneira a ratificar os benefícios da atuação em rede, os fatores de influência e as dimensões de aprimoramento, generalizando os aspectos constatados para outras áreas.

A validação pode ser realizada por meio de redes de MQ existentes em outros países e outras realidades nacionais, sociais, tecnológicas, políticas e econômicas.

7.6.2 Pesquisas complementares

Como pesquisa complementar à realizada, sugere-se a identificação de aspectos menos visíveis, que fazem parte da gestão e operacionalização de uma rede na área de MQ, de diferentes origens, a saber:

- social: como, por exemplo a influência da cultura de cada instituição e das nações no desempenho de redes e os aspectos de subjetividade, motivação e valores pessoais envolvidos;
- político: o papel e o reflexo das estruturas de redes em MQ nas políticas governamentais; e
- econômico: como o impacto de redes em MQ na exportação de produtos e controles internos de produtos e relações com o mercado.

Os estudos poderiam continuar com a mesma área de MQ, considerando-se a sua diversidade e função estratégica para todo país.

Em uma abordagem ampliada e seguindo a mesma linha deste estudo, os novos fatores identificados seriam separados entre aqueles que podem ser geridos no âmbito da rede e aqueles que independem de sua ação direta.

O ponto-chave seria então mensurar a participação de cada fator de influência identificado na rede no conjunto de parâmetros envolvidos, determinando-se a relatividade da influência de cada um deles numa atuação coletiva, constituindo-se a base da gestão da rede, o que poderia ser feito por meio de estatística de correlação, medindo-se o desempenho de redes.

Como visto nesta pesquisa, modelos em rede se apresentam em diversas configurações; assim, conhecer o impacto de cada fator no conjunto e entre eles significa definir um modelo básico, estruturado e flexível, que poderia apoiar as tomadas de decisão. Com isso os modelos de redes a serem adotados teriam previamente o seu desempenho dimensionado em termos de riscos, vantagens e melhorias envolvidos nesse ambiente.

7.6.3 Pesquisas posteriores

Após o desenvolvimento das pesquisas indicadas, poderiam ser usadas as técnicas de modelagem e simulação no modelo básico definido, como as relatadas a seguir.

7.6.3.1 Modelagem de redes pela Lógica Fuzzy

Numa abordagem gerencial, as tomadas de decisões a respeito de novos desenvolvimentos acontecem em ambientes e sob condições que a ambigüidade presente impede que possam ser desenvolvidas modelagens de maneira satisfatória por meio de teorias estatísticas tradicionais. Para lidar com essa incerteza, a Lógica Fuzzy compreende um conjunto de elementos que não têm fronteiras bem definidas, conforme Karrer et al. (2005).

No caso de redes, os elementos pertencem a mais de um conjunto e os seus limites não são bem definidos. Entender a sua extensão, influência e conexão com os outros elementos do conjunto pode ser uma ferramenta matemática importante na definição de formatações de redes e na mensuração de seu desempenho.

7.6.3.2 Simulação de funcionamento por meio de redes neurais artificiais

Recursos matemáticos, como as redes neurais artificiais, assemelham-se às estruturas neurais biológicas e têm capacidade computacional adquirida por meio de aprendizado e generalização, segundo Braga et al. (2000). Em pesquisas posteriores, a sua funcionalidade poderia ser testada na análise do comportamento e na intensidade de influência de cada um dos fatores que pode interferir no processo de desempenho de redes.

7.6.4 Aprofundamento da análise da Teoria dos Atores em Rede

Com relação à Teoria dos Atores em Rede - *Actor-Network Theory* (ANT), propõe-se um aprofundamento analítico na área analisada, e nos aspectos convergentes identificados na pesquisa exploratória deste trabalho, como os relativos à estrutura e ao funcionamento das sub-redes, atuação como nos moldes de caixa preta, avaliando os resultados em função dos recursos, da passagem do conhecimento entre os atores e do processo de internalização pelas instituições participantes.

De acordo com o enfoque de redes discutido pelos diversos autores que abordaram essa teoria, percebe-se que existem características práticas observadas nesta pesquisa que poderiam servir como experimento ao aprofundamento da ANT em temas específicos e perspectivas adicionais.

7.6.5 Índice de Desenvolvimento Humano e Índice de Competitividade Global

De maneira a confirmar se existe relação entre sistemas distribuídos e indicadores, como o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e o Índice de Competitividade Global (ICG) ou mesmo com outros indicadores, um maior detalhamento poderia ser de grande contribuição.

A proposição dessa linha de pesquisa fundamenta-se no fato da importância da MQ pela sua estreita vinculação com a produtividade e competitividade dos países e de que para atender a diversidade dessa área é necessária uma expressiva infra-estrutura e altos investimentos. Nesse contexto, para o crescimento de um país e sua presença efetiva nos mercados internacionais, a sua capacidade de medição deve estar consolidada. Porém, existem prioridades a serem atendidas dentro de um mesmo “cobertor”, o que torna estratégico onde e como são colocados os aportes de recursos públicos, os quais são na maior parte das vezes escassos, não permitindo cobrir todas as necessidades existentes. Com isso a população sofre perdas diretas e vive em situação de pobreza e desigualdade intensas, como ocorre no Brasil.

Mas, pobreza não é um mal incontrolável e os seus efeitos podem ser ao menos minimizados com medidas políticas responsáveis, como a implantação de programas tecnológicos, como aquele em que se insere a metrologia, tomando por base a otimização de recursos já existentes no país.

Como se observa em todo indicador de crescimento, a proporção de pobres na população mundial continua muito alta, embora a riqueza das nações tenha se multiplicado diversas vezes ao longo dos anos.

Ações que combatam eficientemente a pobreza são obviamente de enorme valia ao combate à desnutrição, educação, saneamento e cuidados básicos de saúde, e deveriam ser prioridades nacionais.

O desenvolvimento social-econômico de um país nessas questões passa indubitavelmente pela tecnologia, conscientização e capacitação de profissionais e infra-estruturas de P&D. Assim, como priorizar investimentos de alto porte como o demandado por esta área? Criando e estabelecendo uma nova infra-estrutura na busca de atender as áreas estratégicas como a de MQ ou buscando utilizar o que está disponível? Desenvolver ações sem essas ponderações seria, no mínimo, irresponsabilidade de seus gestores. Numa sociedade injusta, como a

brasileira, implicaria apenas em consumir os recursos que poderiam faltar para ações sociais mais facilmente justificadas e eficientes.

Assim, acredita-se que a união de esforços em prol da sociedade, minimizando gastos sempre que possível em toda a área de P&D deve ser meta dos governos. A atuação em formas cooperativas tem mostrado a sua eficiência e eficácia, sem dúvida demandando atenção quanto à sua gestão e seus fatores, como apresentado neste estudo.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Participantes do PBMQ por Tipo de Atividade

TABELA A1 – Participantes do PBMQ por tipo de atividade

Atividades	Participantes
Identificação de demandas por materiais de referência	SENAI, INT, Empresas de combustíveis e lubrificantes, IBP, PETROBRÁS/CENPES, IPT, IPEN, TECPAR, CNI, Redes Metrológicas Estaduais, SINPROQUIM, CETEC, PUC/RJ, CIENTEC, AGA, WM e AL
Levantamento preliminar da capacitação laboratorial no País	CETEC, CETESB, IPEN, ITAL, IPT, ITEP, TECPAR, PUC/RJ, MAPA e CTG, Universidades estaduais e instituições dos Estados: Bahia, Espírito Santo, Maranhão, Mato Grosso, Minas Gerais, Paraná, Pernambuco, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, Roraima, Santa Catarina, São Paulo e Tocantins
Disseminação da cultura metrológica: encontros técnico-científicos no país	ABIQUIM, IBP, PETROBRAS/CENPES, CBM, AEA, ENAAL, CPqD, ITA, VDI, SINPROQUIM, IPT, INMETRO, RMRS, RMMG, REQARJ, REMESP, REMEPE, RBME, REDETEC, RMAL, RMCE, RPME, RPMe, PUC/RJ, Instituto Mackenzie, USP/CENA, USP/FCF, USP/IQ, UNESP, SENAI e IPEN.
Interação com as universidades	USP, UNESP, UNICAMP, USF, Universidade Presbiteriana Mackenzie, PUC/RJ, UFSCAR, USP/CENA, USP/FCF, USP/IQ, USP/IQSC e UFSC.
Realização de congressos internacionais e workshops	Internacionais: APMP, BERM, CITAC, CCQM, NIST, NATA, CENAM, LGC, CIPM, NMIJ, NARL, NMI, INTEC, INTI, LATU, IPQ, CEM, Environment Canada, FC, PTB, MU LEOBEN
	Nacionais: ANVISA, AGA, IAL, Analytical Technology, HRT, VARIAN, PENSALAB, WM, Analytical Solutions, CDTN, CTM, CETEC, CETEM, CETESB, CIENTEC, CEFET, CNEN/LAPOC, IPEN, CNI, COPERSUCAR, CTGÁS, CEFET, FIESP, IAL, IBP, INCQS, INMETRO, CTNbio, CEFET/PR, INT, IPT, IRD, ITAL, ITEP, IPEN, MAPA, MCT, MITUTOYO, OXITENO, RPME, PETROBRAS, PUC/RJ, RBME, REDETEC, REMEPE, REMESP, RMMG, SBM, SEBRAE, SENAI/CETIND, SENAI/DF, SENAI/SP, SINCOQUIM, SINPROQUIM, TECPAR, UNESP, UNICAMP, USF, USP/FCF, USP/IQ, USP/CENA e UEM.
Criação da home page	Todos os membros do PBMQ

continua

Continuação

Atividades	Participantes
Cursos e treinamentos	PTB, CENAM, NPL, CIPM, NIST, TUDelft, IRMM, NATA, LGC, IPT, ITEP, OXITENO, SENAI, IPEN, ITAL, USP/CENA, SENAI/CETIND, MAPA/LACQSA, CETEC, CDTN, CNEN/LAPOC, TECPAR, CETEM, INT, IRD, PUC/RJ, Analytical Solutions, INCQS, INMETRO, INT, PETROBRAS/CENPES, IPEN, Instituto Mackenzie, USF, USP/CENA, USP/FCF, USP/IQ, ABIMAQ/SINDIMAQ, SENAI, SINPROQUIM, TELEBRÁS, UNESP, CETESB, OXITENO, WM, RMRS, RMMG, REQARJ, REMESP, REMEPE, RBME, REDETEC, RMAL, RMCE, RPME, RPMe, CTM, IAL, IEN e COPERSUCAR.
Representação e interação internacional	CITAC, CCQM, ISO-REMCO, SIM NMI, NML, CSIR, UGmbH, UBA, INTI, IANORQ, IBMETRO, BIM, NRC-INMS, FC, NIM, DFM, LNE, FMI, CMA, INPL, INRIM, NPLI, CERI, DSQA, CENAM, NMS, MSL, INDECOPI, IPQ, KRISS, NPL, CMI, GIREDMET, CEM, SLBS, METAS, SP, ITRI, KEBS, TTBS, NIMT, LANAMET, INEN, IRMM, NIST, NIS, INN, LATU, SENCAMER, INTEC, LGC, NPL, BAM, PTB, SMU, NIMC, NRCCRM, NARL, NATA, OMH, SANDCMET
Participação em Pls internacionais	CCQM, SIM, NIST, INTI, INTEC, CENAM, BAM, IRMM, NIMC, NRCCRM, PTB, ITEP, IAL, USP/FCF, CETESB, CETEC, IPT, PUC/RJ, SABESP, IPEN, PETROBRAS/CENPES, INT, OXITENO, USP/CENA, ITAL, COMGÁS, WM, IAL, CTGÁS, Analytical Solutions, COPERSUCAR, TECPAR, CIENTEC, AGA, SENAI, ANVISA, TBG, CDTN, INCQS, REBLAS/ANVISA
Sub-rede de provedores de Pls	CIENTEC, IAL, IPT, IRD e SENAI/CETIND
Sub-rede de produtores de MRCs	CETEM, INT, IPEN, IPT.
Sub-rede de normalização	TECPAR, ITAL, IAL, USP/CENA, IPEN, OXITENO, CETESB, ABNT, CTM, WM, COPERSUCAR, IPT, UNESP e INT.
Sub-rede de LACMTEs	CETEC, CETESB, IPEN, ITAL, IPT, ITEP, TECPAR, PUC/RJ, MAPA e CTG.
Preparação dos laboratórios para a acreditação	CIENTEC, IAL, IPT, IRD, SENAI/CETIND, CETEM, INT, IPEN, CETEC, CETESB, ITAL, ITEP, TECPAR, PUC/RJ, MAPA e CTG
Avaliação do sistema de gestão e dos resultados obtidos	USP/CENA, CETEC, CETEM, CETESB, CIENTEC, CDTN, IAL, INT, IPEN, IPT, ITAL, ITEP, MAPA/LANAGRO, PUC/RJ, RBME, RPME, REDETEC, IRD, REMESP, RMAL, RMCE, SENAI/CETIND, TECPAR, CNPq e MCT.

Fonte: elaborado pela autora

APÊNDICE B

Identificação de Necessidades por Materiais de Referência



Identificação de Necessidades por Materiais de Referência

Questionário nº _____

Razão Social :			
CNPJ :			
Nº de Funcionários:			
Faturamento anual:			
Exportação: () 0% () 10% () 20% () 30% () 40% () 50% () 60% () 70% () 80% () 90% () 100%			
Laboratório:			
Contato:		e-mail:	
Endereço:			
Bairro: ☉	Cidade:	UF:	Pais:
Telefone:		Fax:	

1. Qual(is) o setor(es) pertence a sua indústria?

- | | | |
|---|---|--|
| <input type="checkbox"/> Agricultura, Pecuária, Silvicultura e Exploração Florestal | <input type="checkbox"/> Comércio, Reparação de Veículos Automotores, Objetos Pessoais e Domésticos | <input type="checkbox"/> Educação |
| <input type="checkbox"/> Pesca | <input type="checkbox"/> Alojamento e Alimentação | <input type="checkbox"/> Construção |
| <input type="checkbox"/> Indústria Extrativa | <input type="checkbox"/> Transporte, Armazenagem e Comunicação | <input type="checkbox"/> Saúde e Serviços Sociais e Pessoais |
| <input type="checkbox"/> Indústria de Transformação | <input type="checkbox"/> Intermediações Financeiras | <input type="checkbox"/> Organismos Internacionais e outras Instituições Extraterritoriais |
| <input type="checkbox"/> Produção e Distribuição de Eletricidade, Gás e água | <input type="checkbox"/> Atividades Imobiliárias, Aluguéis e Serviços prestados à empresas | <input type="checkbox"/> Administração Pública, Defesa e Seguridade Social |
| <input type="checkbox"/> Outros | | |

Fonte: Ministério da Fazenda, Secretaria da Receita Federal

2. Qual o tipo de Padrão utilizado em seu laboratório nas análises químicas realizadas?

Padrão / MR	Consumo Médio Anual	Procedência

Obs. Unidades de Medição: massa (g) e volume (mL)

3. Para as análises químicas realizadas, necessita de outros tipos de padrões / Materiais de Referência que não estejam disponíveis e/ou sejam de difícil aquisição?

SIM NÃO Especifique .

Padrão / MR	propriedades	valor de referência	observações

4. Prepara, ou já preparou algum lote de Material de Referência segundo os critérios estabelecidos em normas internacionalmente reconhecidas?

SIM NÃO Quais ?

Comentários/Sugestões : _____

APÊNDICE C
Identificação de Competências Laboratoriais

5. QUAIS OS PRINCIPAIS SEGMENTOS INDUSTRIAIS PARA OS QUAIS SEU LABORATÓRIO PRESTA SERVIÇOS?

- | | | |
|---|---|--|
| <input type="checkbox"/> Agricultura, Pecuária, Silvicultura e Exploração Florestal | <input type="checkbox"/> Comércio, Reparação de Veículos Automotores, Objetos Pessoais e Domésticos | <input type="checkbox"/> Educação |
| <input type="checkbox"/> Pesca | <input type="checkbox"/> Alojamento e Alimentação | <input type="checkbox"/> Saúde e Serviços Sociais |
| <input type="checkbox"/> Indústrias extrativas | <input type="checkbox"/> Transporte, Armazenagem e Comunicações | <input type="checkbox"/> Outros Serviços Coletivos, Sociais e Pessoais |
| <input type="checkbox"/> Indústrias de Transformação | <input type="checkbox"/> Intermediações Financeiras | <input type="checkbox"/> Organismos Internacionais e outras Instituições Extraterritoriais |
| <input type="checkbox"/> Produção e Distribuição de Eletricidade, Gás e Água | <input type="checkbox"/> Atividades Imobiliárias, Aluguéis e Serviços prestados às empresas | <input type="checkbox"/> Administração Pública, Defesa e Seguridade Social |
| <input type="checkbox"/> Construção | <input type="checkbox"/> Outros | |

Fonte: Ministério da Fazenda, Secretaria da Receita Federal

6. Na tabela seguinte, favor citar os principais ensaios realizados em seu laboratório, relacionando-os com os itens abaixo.

Ensaios realizados	TÉCNICAS UTILIZADAS (CITAR)		Normas Técnicas (Citar)	Uso de Materiais de Referência Certificados (Citar)	Origem dos Materiais de Referência Certificados (Citar)	Uso de Produtos Comerciais ou outros como Padrão (Citar)
	MÉTODOS CLÁSSICOS	MÉTODOS INSTRUMENTAIS				

APÊNDICE D

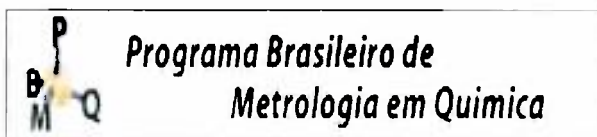
Participação de Organismos Internacionais nas Atividades do PBMQ

TABELA D.1 – Participação de organismos internacionais nas atividades do PBMQ

Atividades	Participantes
Cursos e treinamentos	APMP, SADCMET, CENAM, CSIR, CIPM, IRMM, LGC, NIST, NATA, NPL, TUDelft, MU LEOBEN.
Produção de materiais de referência e certificados	NIST
Realização de PIs no país	CENAM, FC, NIST, NRC-INMS, NRCCRM
Participação em PIs internacionais de alto nível	CCQM, SIM, NIST, CENAM, KRIS, NPL, LGC, NRC-INMS, NRCCRM, NARL, IRMM, BAM, PTB, CEM, INTI, ENVIRONMENT CANADA
Acreditação de laboratórios	NATA, UKAS, NIST
Avaliação da competência laboratorial	NIST, NRC-INMS, NRCCRM
Participação em fóruns de relevância na área e projeção das atividades do PBMQ no exterior	AQS, APMP, BERM, CCQM, CITAC, ISSO-REMCO, SIM, EUROMET/METCHEM
Interação e disseminação	AQS, APMP, BERM, CCQM, CITAC, CENAM, CIPM, CEM, EUROMET/METCHEM, FC, ENVIRONMENT CANADA, INTEC, INTI, IPQ, LGC, LATU, NMIJ, NMI, NARL, NATA, NIST, PTB

Fonte: elaborado pela autora

APÊNDICE E
Pesquisa Nacional Interna - Questionário



Pesquisa Nacional Interna - Questionário

LABORATORIO Nº

1 – Instituição/Laboratório

Nome:	
Endereço:	
Cidade:	UF:
Telefone:	Fax:
Site:	

2 – Responsável Técnico/Substituto

Nome (responsável técnico):	
Nome (substituto):	
Telefone:	Fax:
E-mail:	

1. Fomento recebido pelo PBMQ-Fase II

Materiais / equipamentos	Valor

2. Produtos obtidos do fomento

3.Relevância desses produtos em nível nacional

4. Citar, no mínimo, três (03) pontos positivos da participação do instituto no PBMQ.

5. Citar, no mínimo, três (03) dificuldades encontradas.

6. Sugestão de melhorias.

7. Identificação de demandas atuais nessa área.

8. Sugestões para viabilização dessas demandas

Local e Data

Nome e Assinatura:

APÊNDICE F
Pesquisa Nacional Interna – Resultados

F.2.8 Referências laboratoriais

Como ponto de relevância aos produtos gerados, foram citadas as referências laboratoriais em 5% do total, correspondendo a 4 indicações. A seguir são transcritas algumas manifestações.

“Ferramentas de qualidade, agregadas aos serviços disponibilizados, os laboratórios podem oferecer produtos de referência ao mercado nacional” (RME)

“Com o uso de MRCs e metodologia estabelecida temos atendido a produtores de biodiesel nacionais tanto em trabalhos de pesquisa como de prestação de serviços no país, a exemplo de pessoas físicas, cooperativas agrícolas, frotistas, etc.” (TECPAR).

“Estabelecimento de Metodologia – A participação efetiva do CDTN na solução do impacto ambiental causado pela contaminação de mercúrio na região de Descoberto, no Estado de Minas Gerais” (CDTN).

F.3 Aspectos positivos do PBMQ

Este foi o quesito do questionário que teve o maior número de indicações, 122, conforme destacado na FIG.F.3.

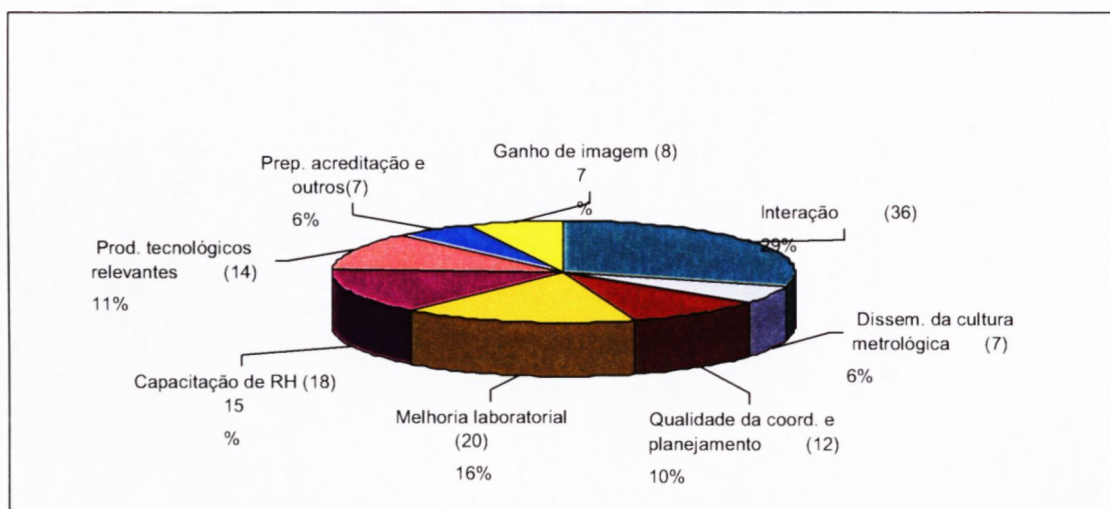


FIGURA F.3 – Aspectos positivos do PBMQ

Fonte: elaborado pela autora

Foram consideradas como apoio ao aprimoramento das atividades laboratoriais a aquisição de materiais e instrumentos, a participação em PIs nacionais e internacionais, a ampliação dos serviços/atividades oferecidas, a estruturação de laboratórios, a melhoria dos resultados emitidos e a harmonização de conceitos técnicos. A seguir são transcritos alguns dos comentários dos participantes.

“O Brasil se ressentir de incentivos para melhoria da qualidade dos laboratórios. O PBMQ não só é muito apropriado como indispensável para este objetivo” (CIENTEC)

“Implantação da Rede IPT de PIs, englobando os programas do IPT, visando harmonizar linguagem e forma de gerenciamento” (IPT).

“Estruturação de laboratório dedicado à preparação de MRCs em amostras minerais” (CETEM).

“Os recursos obtidos do PBMQ II permitiram ao laboratório avançar no sentido de se capacitar como certificadores de soluções padrão para pH a nível secundário” (INT).

“Participação em PIs nacionais e internacionais” (CDTN).

“Antes do PBMQ, para o PI de águas, o laboratório oferecia apenas rodadas para parâmetros inorgânicos. Com a nossa participação no programa foi possível aumentar o escopo” (SENAI/CETIND).

F.1.3 Capacitação de pessoal

Na seqüência, foram relacionados os benefícios advindos do PBMQ relativos à capacitação de pessoal. Este item, com 18 ocorrências, foi contabilizado separadamente (30%), porém poderia ter sido considerado em conjunto com o primeiro, uma vez que também é melhoria da capacitação laboratorial; assim a somatória totalizaria 72%. Abaixo são citadas algumas das observações dos participantes

“Participação de membros do PBMQ em eventos realizados pela REMESP”. (REMESP).

“Um conhecimento melhor dos parceiros analíticos no território nacional” (CETESB).

“Publicação de trabalhos e artigos científicos” (IAL).

“Treinamento para técnicos de laboratórios químicos” (REMESP).

“Doutoramento na área de materiais de referência” (IPEN).

“Aumento da oferta de treinamentos na área de metrologia” (SENAI/CETIND).

“Oportunidade de conhecer várias das instituições participantes do PBMQ, através de visitas e reuniões com a coordenadora geral do Projeto” (CNPq).

F.1.4 Disseminação da cultura metrológica

No quesito “disseminação da cultura metrológica” foram contabilizados 9 depoimentos, perfazendo um total de 15%. Neste tópico foram englobados cursos oferecidos em parceria com as redes estaduais, conforme demonstrado a seguir.

“Oferecimento de Treinamento por meio de cursos: Curso de Validação de Métodos Analíticos, incertezas, materiais de referência, programas interlaboratoriais, etc.” (RMAL, RBME, RMCE, REMESP e RPME).

F.1.5 Interação

Foram identificados 8 depoimentos, correspondendo a 13% do total, referentes à interação técnica entre os membros, que se constituem em apoio ao aprimoramento da qualificação dos laboratórios. Alguns dos comentários são reportados a seguir

“Um conhecimento melhor dos parceiros analíticos no território nacional” (CETESB).

“Aumento no atendimento/interação com meio externo em serviços analíticos e desenvolvimento de projetos de pesquisas multiinstitucionais” (CDTN).

“Participação de membros do PBMQ em várias comissões de eventos realizados pela Remesp” (REMESP).

F.2 Relevância dos produtos gerados em nível nacional

Neste tópico, verifica-se que todos os itens estão relacionados com recursos técnicos e materiais propiciados pelo PBMQ; fato que conduziu a um ganho qualitativo no desempenho dos laboratórios nacionais.

A FIG.F.2 apresenta os percentuais das 83 indicações relativas à relevância – em nível nacional – dos produtos gerados pelo PBMQ.

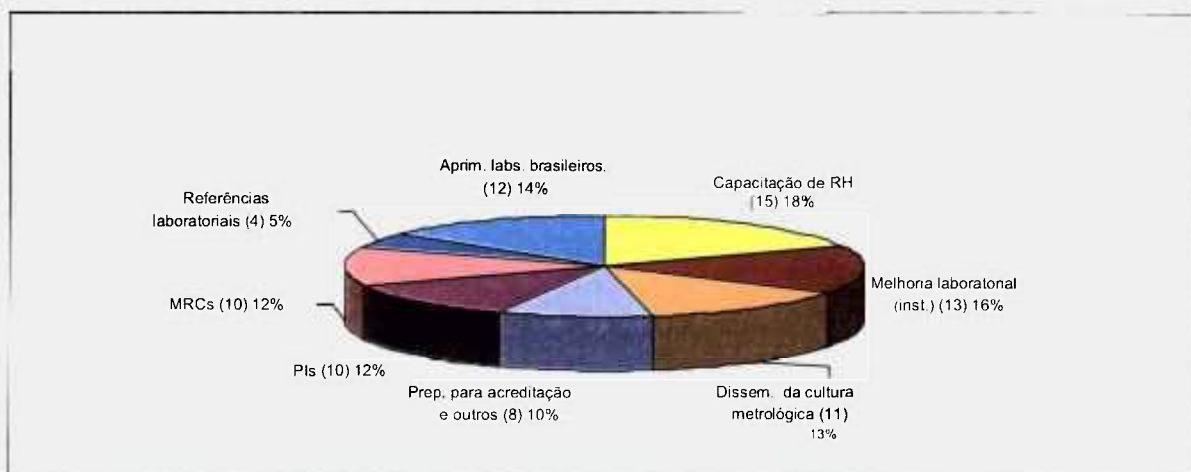


FIGURA F.2 – Relevância dos produtos gerados pelo PBMQ em nível nacional
Fonte: elaborado pela autora

F.2.1 Capacitação de recursos humanos

Observa-se que, na percepção dos participantes, a melhoria da capacitação de recursos humanos foi o aspecto de maior relevância para o País com 15 indicações, correspondendo a 18% do total. A seguir, são relatadas algumas das percepções dos participantes.

“Capacitação de pessoal – Mudança de patamar do nível do pessoal envolvido” (CETEC).

“Permitiu aos laboratórios auto - avaliação de seu desempenho e dos analistas” (IAL).

“Treinamento de parceiros locais” (RBME).

“O IPT desenvolveu metodologias de gerenciamento de Programas Interlaboratoriais que podem ser disponibilizadas por meio de cursos e seminários” (IPT).

“Permitiu adquirir um conhecimento imprescindível para os laboratórios, a fim de realizarem suas medições com conhecimento das variáveis envolvidas durante a execução dos ensaios e calibrações” (RMAL).

“Aprendizado e experiência na área de preparação de materiais de referência” (IPEN).

“Aprender soluções práticas aplicadas nos outros laboratórios sobre determinação de incertezas e rastreabilidade das medidas” (CNEN/LAPOC).

“Acessibilidade de treinamento em metrologia química a um maior número de pessoas, capacitando técnicos de laboratórios químicos” (REMESP).

F.2.2 Melhoria laboratorial

Também na análise da melhoria da qualidade laboratorial, poderiam ter sido incluídos os itens referentes à capacitação de RH descritos em F.2.1. Entretanto, foi decidido contabilizar separadamente os aspectos relacionados diretamente, e somente, com o desempenho analítico dos laboratórios. Somando um total de 13 ocorrências, este item corresponde a 16% do total. Alguns dos comentários são relatados a seguir.

“Melhoria da qualidade metrológica dos ensaios prestados pelo Laboratório” (CETEC).

“Incremento da qualidade dos serviços metrológicos ofertados” (REDETEC).

“Apoio no estabelecimento da infra-estrutura científica necessária para o controle da qualidade do gás natural no que se refere aos compostos de enxofre – H₂S” (CTGás).

“Os materiais de referência estão sendo utilizados tanto em trabalhos de pesquisa quanto em prestação de serviços no laboratório da Divisão de Biocombustíveis do TECPAR” (TECPAR).

“Melhoria na execução de atividades laboratoriais” (RMCE).

“A validação dos métodos tem relevância para garantir os resultados emitidos pelo laboratório principalmente em produtos para exportação” (ITAL).

“Os MRCs são importados, rastreados e necessários para validar metodologias, prover rastreabilidade às medições” (ITEP).

“Os laboratórios, do governo, de controle de produtos deveriam ser qualificados uma vez que são eles que controlam a qualidade dos alimentos. Somente laboratórios com (esta) qualificação técnica vão poder sobreviver” (CIENTEC).

F.2.3 Aprimoramento dos laboratórios brasileiros

O aprimoramento dos laboratórios brasileiros foi um resultado bem enfatizado pelos respondentes, dado o reflexo da melhoria da competência em medições nos vários setores da indústria, saúde e meio ambiente do País. Este item teve uma porcentagem de 14% do total, referentes a 12 indicações. São relatadas a seguir, algumas percepções dos participantes.

“A participação em projetos do nível do PBMQ contribui para aprimorar a capacitação analítica institucional e conseqüente pronto atendimento às necessidades da sociedade” (CDTN).

“Prover maior qualidade e confiabilidade no serviço prestado” (RMAL).

“Melhoria da capacitação aumenta a confiança por parte dos clientes” (IAL).

“Apoio à confiabilidade de laboratórios do País” (RBME).

“Oferta de serviços metrológicos com maior confiabilidade” (REDETEC).

“O país necessita consolidar sua infra-estrutura laboratorial para medições em química, tendo laboratórios com competência reconhecida em nível nacional e internacional” (USP/CENA).

“Apoio para ser um laboratório de referência para o meio em técnica / método específico” (IPT).

F.2.4 Disseminação da cultura metrológica

Este item correspondeu a 11 indicações, que se referem a 13% do total de ocorrências. A seguir são relatados alguns dos comentários dos participantes.

“Difusão de conhecimento em nível Nacional” (CETEC).

“O IPT repassou, por meio de seminário, sua experiência em Programas Interlaboratoriais” (IPT).

“Interesse despertado com relação à necessidade de se ter gerenciadores de interlaboratoriais no Brasil, na obtenção e/ou produção de padrões analíticos e de se ter sistema de qualidade” (CETESB).

“A participação em eventos do PBMQ foi de extrema relevância, uma vez que possibilitou a divulgação do programa em âmbito nacional e internacional” (SENAI/CETIND).

F.2.5 Participação em Pls

Os respondentes valorizaram bastante a participação em Pls, em todos os quesitos do questionário. Neste caso, ocorreram 10 indicações, correspondendo a 12% do total. A seguir, algumas das manifestações dos participantes.

“Atualmente já existem no Brasil diversos provedores de ensaios de proficiência e em diversas áreas que atendem aos diferentes setores produtivos, e o PBMQ tem uma grande parcela desta contribuição para a realidade metrológica nacional. Por meio da participação do nosso programa de EP no PBMQ conseguimos uma maior projeção no cenário metrológico nacional” (SENAI/CETIND).

“Nos programas do PBMQ/IPT participaram cerca de 120 laboratórios nacionais” (IPT).

“Participaram do Programa de Ensaio de Proficiência para Chumbo em Sangue – com apoio do PBMQ – 26 laboratórios públicos e privados, de seis Estados do país, que atuam na área de toxicologia analítica” (IAL).

F.2.6 Materiais de referência certificados

O MRC, importante produto para a garantia da confiabilidade das medições, também mereceu destaque nas respostas, correspondendo a 10 indicações, ou seja 12% do total, conforme demonstrado em alguns comentários.

“Calculamos que mais de 200 empresas de médio e grande porte estarão utilizando estes materiais desenvolvidos (PBMQ) para garantir a rastreabilidade de suas medições” (IPT).

“O material de referência certificado preparado – mercúrio em peixe (PBMQ) – tem por objetivo atender a demanda nacional de utilização de materiais de referência, assim como subsidiar as exigências internacionais na área de pescados, atividade amplamente exercida pelo Brasil” (IPEN).

“Produção de três materiais de referência: minério de cobre, concentrado de cobre e bauxita no período 2005-2006 (PBMQ FII). Os materiais de referência disponíveis no exterior apresentam alto preço, demora no processo de importação e nem sempre possuem as matrizes e níveis de concentração adequados às amostras minerais brasileiras” (CETEM).

“As medições de pH são, certamente, as mais realizadas nos laboratórios em geral, sejam industriais, de pesquisas ou ensaios ou de controle de qualidade nas mais diversas áreas, desde a produção de commodities químicas até a área da saúde. Por outro lado, o País não dispõe de material de referência certificado para esta medição, sendo necessário recorrer a padrões importados para garantir a rastreabilidade. Deste modo, existe um grande mercado, carente da oferta de soluções tampão rastreadas – como os desenvolvidos no âmbito do PBMQ – que será beneficiado quando estivermos aptos a ofertar este material” (INT).

F.2.7 Preparação para acreditação

A preparação para acreditação corresponde à assessoria técnica propiciada pelo PBMQ aos laboratórios que buscam um reconhecimento formal do desenvolvimento de suas atividades, especialmente os produtores de MRCs e de PIs. O tópico foi 8 vezes indicado, correspondendo a 10% das manifestações ocorridas. A seguir são transcritas algumas das manifestações dos participantes.

“Apoio aos laboratórios de ensaios e de calibração no atendimento dos requisitos 4.2.2 da Norma ABNT NBR ISO/IEC 17025” (REDETEC).

“A acreditação do laboratório pelo INMETRO ou pela ANVISA demonstra a confiabilidade metrológica do laboratório” (ITAL).

“Auxílio para o cumprimento de requisitos normativos que atendam às exigências para obter a acreditação do laboratório” (RMCE).

“Apoiou no processo de acreditação pela ISO/IEC 17025 – no caso junto ao INMETRO, REBLAS e MAPA” (ITEP).

F.2.8 Referências laboratoriais

Como ponto de relevância aos produtos gerados, foram citadas as referências laboratoriais em 5% do total, correspondendo a 4 indicações. A seguir são transcritas algumas manifestações.

“Ferramentas de qualidade, agregadas aos serviços disponibilizados, os laboratórios podem oferecer produtos de referência ao mercado nacional” (RME)

“Com o uso de MRCs e metodologia estabelecida temos atendido a produtores de biodiesel nacionais tanto em trabalhos de pesquisa como de prestação de serviços no país, a exemplo de pessoas físicas, cooperativas agrícolas, frotistas, etc.” (TECPAR).

“Estabelecimento de Metodologia – A participação efetiva do CDTN na solução do impacto ambiental causado pela contaminação de mercúrio na região de Descoberto, no Estado de Minas Gerais” (CDTN).

F.3 Aspectos positivos do PBMQ

Este foi o quesito do questionário que teve o maior número de indicações, 122, conforme destacado na FIG.F.3.

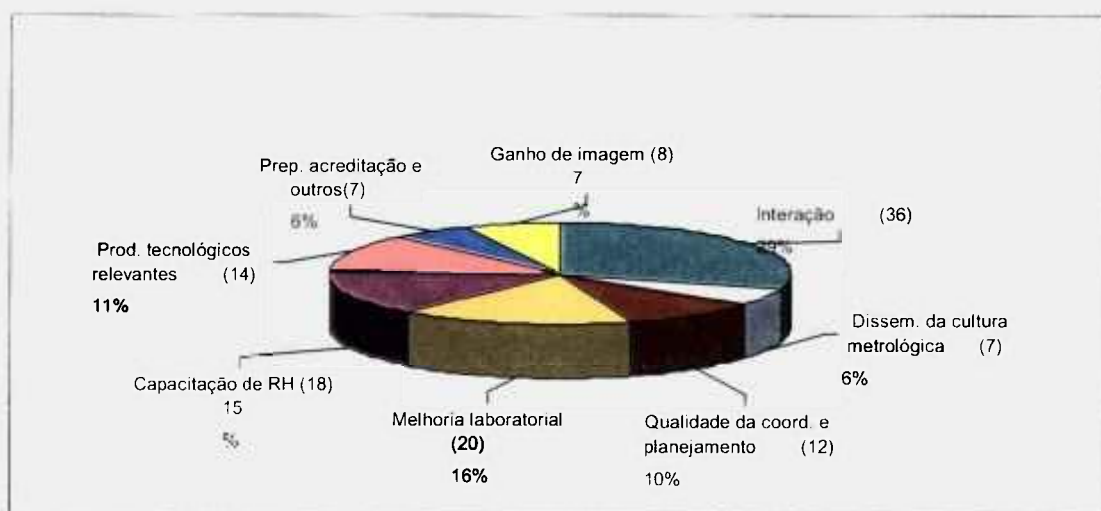


FIGURA F.3 – Aspectos positivos do PBMQ

Fonte: elaborado pela autora

F.3.1 Interação entre os membros

Com base nas manifestações dos participantes, infere-se que as interações sinérgicas que vêm ocorrendo no desenvolvimento das atividades do PBMQ são muito valorizadas pelos seus membros (29%) e se constituem em ganhos de conhecimento valiosos. Este item foi citado como aspecto positivo do PBMQ em 36 ocorrências, como pode ser observado em alguns dos depoimentos abaixo relatados.

“Intercâmbio de pesquisadores e instituições e possibilidade de interagir com o NIST: interações por e-mail e correio, posteriores a treinamentos” (ITEP).

“Com a interação houve maior abrangência do PI, antes restrito ao RS; passou a atender clientes de todo o Brasil” (CIENTEC).

“Observou-se grande cooperação entre partes interessadas no projeto” (CDTN).

“Interação com outros participantes deste projeto” (PUC/RJ).

“Fomento à troca de experiências entre profissionais” (SENAI/CETIND).

“Trocas de conhecimentos e experiências com os outros laboratórios do Programa” (IPEN).

“Contatos internacionais da coordenadora do PBMQ abrindo à participação de membros do PBMQ” (SENAI/CETIND).

“Troca de experiências com pesquisadores atuantes na área de metrologia” (MAPA).

“Trocas de informações técnicas com outras instituições do Brasil” (CETESB).

“Entrosamento com as instituições parceiras no desenvolvimento da ação conjunta” (REDETEC).

“Comunicação entre os participantes de diversos segmentos e forte interação com os especialistas da área de química” (IPT).

“Possibilidade de discussões por meio do intercâmbio com pesquisadores de outras instituições” (CETEC).

“Interação com os representantes dos demais institutos que participam do Projeto” (CETEM).

“Troca de experiência proficua dos profissionais atuando em medições químicas sob rigorosos padrões de qualidade analítica” (USP/CENA).

“Possibilidade de participar de uma rede nacional de institutos envolvidos com a Metrologia em Química e captação de associados” (REMESP).

“Integração com os outros provedores de ensaio de proficiência nacionais” (IAL).

“Interação com pesquisadores de diferentes instituições em diferentes áreas do País e do exterior, e facilidade de acesso às tendências mundiais na área de metrologia em química (bolsista CNPq).

“Propiciou a oportunidade de trocar experiências sobre a implementação dos procedimentos para determinação das incertezas das medidas e de participar em projetos de pesquisas com temas associados à qualidade de medidas” (CNEN/LAPOC).

“Observou-se grande cooperação entre partes interessadas no projeto” (CDTN).

“Integração pela participação em eventos técnico-científicos correlatos” (USP/CENA).

F.3.2 Melhoria da capacidade laboratorial

Na seqüência, observa-se que 16% das ocorrências, ou seja 20 indicações, estão relacionadas com a melhoria da capacidade laboratorial, decorrentes de ações desenvolvidas no âmbito do PBMQ. Pela espontaneidade e entusiasmo revelados pelos participantes da pesquisa no tocante à melhoria da capacitação laboratorial, observa-se que este é um forte *fator de motivação* à participação no PBMQ. A seguir podem ser observadas algumas manifestações.

“Oportunidade de participação em comparações interlaboratoriais de alto nível metrológico, como as do CCQM” (IPEN).

“Participação e demonstração da competência dos laboratórios dos pesquisadores nas atividades relacionadas à metrologia em química e participação de Pls internacionais através do PBMQ” (ITAL, MAPA e CETEC).

“Com a aquisição dos equipamentos e materiais de referência certificados pelo PBMQ houve melhoria da qualidade analítica do laboratório” (IAL, CETESB, TECPAR, IPEN, SENAI, CDTN, CETEM, INT, IPT).

“PBMQ: melhoria da competência laboratorial” (RPME).

“Possibilidade de estabelecimento de procedimentos e adequação de infra-estrutura para o desenvolvimento e preparo de materiais de referência” (IPEN).

F.3.3 Capacitação de recursos humanos

Este item está relacionado com a melhoria do desempenho laboratorial, mas foi contabilizado separadamente, correspondendo a 15% do total com 18 ocorrências. São relatadas, a seguir, algumas dessas manifestações.

“Envolvimento dos técnicos que trabalham nos laboratórios em novas metodologias e melhoria da capacitação profissional dos envolvidos” (RPME e IPEN).

“Apoio na identificação de temas de interesse para a capacitação profissional - junto aos membros do PBMQ” (REDETEC).

“Importância e oportunidade de participar em Cursos e/ou workshops que são extensivos a todos os envolvidos” (CETESB, PUC/RJ, IPEN e MAPA).

“Participar de treinamentos na área de metrologia em química” (TECPAR).

“Possibilidade de treinamento de técnicos envolvidos nos Programas Interlaboratoriais por meio de cursos fornecidos pelo PBMQ” (IPT).

“Possibilidade de participação em PIs e treinamentos” (ITEP e CTGÁS).

“Disponibilização de profissional altamente qualificado – pelo PBMQ – e com didática adequada nas transmissões dos conhecimentos (RMAL).

“Apoio à capacitação de recursos humanos para a implantação de Sistema da Qualidade” (RMCE).

F.3.4 Produtos tecnológicos

Como apoio à melhoria da qualificação dos laboratórios encontram-se os produtos tecnológicos relevantes – MRCs, PIs, normas, cursos e treinamentos – que tiveram 14 indicações, correspondendo a 11% do total. Algumas manifestações dos participantes sobre esses produtos são descritos a seguir.

F.3.4.1 PIs

“Nível de qualidade e abrangência (PI) aumentou” (CIENTEC).

“Fortalecimento dos programas interlaboratoriais” (SENAI/CETIND).

“Formação da Rede IPT de Programas Interlaboratoriais” (IPT).

“Benefício pela participação em PIs” (TECPAR).

F.3.4.2 MRCs

“Implantação do desenvolvimento e preparação de materiais de referência” (IPEN).

“O PBMQ foi um importante meio de obtenção de recursos para a pesquisa e desenvolvimento de materiais de referência, que costumam ser escassos, para atividades metrológicas em geral e para desenvolvimento de materiais de referência em particular” (IPT).

“Os recursos repassados ao INT possibilitaram que fossem dados alguns passos no projeto de capacitação da instituição para a certificação de padrões de pH” (INT).

F.3.4.3 Normas e ISO GUIAS

“Permitiu o desenvolvimento de versões nacionais de diversos documentos fundamentais para o desenvolvedor de padrões, tais como as ISO GUIAS 30 a 35” (IPT).

“Participação no Comitê de normas” (IPEN).

“Capacitação de pessoal técnico em normas ISO” (CDTN).

F.3.4.4 Oferecimento de cursos e seminários

“Participação em cursos diversos sobre metrologia em química” (IAL).

“Participação de técnicos envolvidos nos Programas Interlaboratoriais em seminários oferecidos pelo PBMQ” (IPT).

“Otimização de custos para atendimento a demanda de treinamento” (REDETEC).

F.3.5 Qualidade da coordenação e planejamento

A qualidade da coordenação e do planejamento foi salientada pelos pesquisados como aspecto positivo em 10% das ocorrências, correspondendo a 12 depoimentos, com pode ser observado a seguir em algumas dessas manifestações.

“A condução propiciou estímulo às entidades afins para estarem melhor qualificadas para a prestação de serviços confiáveis” (RMCE).

“Abertura pela coordenadora para discussão dos mais diversos tópicos relacionados com a metrologia química” (CTGÁS).

“Organização, segurança e agilidade na organização dos serviços prestados – pela coordenação” (RMAL).

“Agilidade no apoio fornecido no fornecimento do material. Processo de compra extremamente ágil e competente em todo o processo” (CTGÁS e SENAI/CETIND).

“A estrutura de produção de materiais de referência, planejada na forma de uma rede de produtores, cada qual com sua especialidade, foi bastante favorável para a aceleração do desenvolvimento de matrizes certificadas de vários tipos” (IPT).

“O PBMQ previu recursos para atividades pouco atendidas, tais como para a normalização” (IPT).

F.3.6 Preparação para a acreditação

Neste item foram feitas 7 indicações, correspondendo a 6% do total, como ilustrado por alguns comentários feitos a seguir.

“PBMQ: promoveu a política de acreditação e homologação de laboratórios junto a órgãos competentes” (CDTN).

“Apoio à busca pela acreditação de serviços laboratoriais” (RMCE).

“Facilitar o processo de acreditação” (ITEP).

“Estímulo a colaborar com o PBMQ para a capacitação de recursos humanos para trabalharem em laboratórios dentro da ambiência da NBR ISO/IEC 17025” (REMESP).

“Apoio na busca pela obtenção da ISO 17025” (IPEN e IPT).

F.3.7 Ganho de imagem

O ganho de imagem pela participação no PBMQ foi outro aspecto positivo apontado em 8 indicações feitas pelos respondentes, correspondendo a 7% do total. A seguir são relatados alguns depoimentos.

“Maior visibilidade da associação participante no setor químico” (REMESP).

“Respaldo do PEP como programa aprovado pelo PBMQ e maior visibilidade do programa de ensaios de proficiência” (SENAI/CETIND).

“Inserção do laboratório na rede nacional de laboratórios de referência” (USP/CENA)

“Solicitação de participação dos pesquisadores do ITAL como consultor “ad hoc” na área de metrologia em química” (ITAL).

“Ganho de certo prestígio pela participação no PBMQ” (PUC/RJ).

F.3.8 Disseminação da cultura metrológica

Aspectos relacionados com a cultura metrológica foram citados 7 vezes, correspondendo a 6% das indicações, conforme alguns dos comentários descritos abaixo.

“Disseminação da cultura metrológica nas atividades desenvolvidas” (IPEN e RPME).

“Maior visibilidade da metrologia e difusão do conhecimento” (REMESP e CETEC)

“Contribuição significativa na disseminação da cultura metrológica na área da química” (REMESP e IPEN).

“Conscientização e absorção da filosofia metrológica” (CDTN).

F.4 Dificuldades

A FIG.F.4 apresenta um resumo dos vários itens relativos às dificuldades encontradas na participação das atividades do PBMQ, em que foram feitas 71 indicações. Neste item (5) respondentes explicitaram que não tiveram dificuldades.

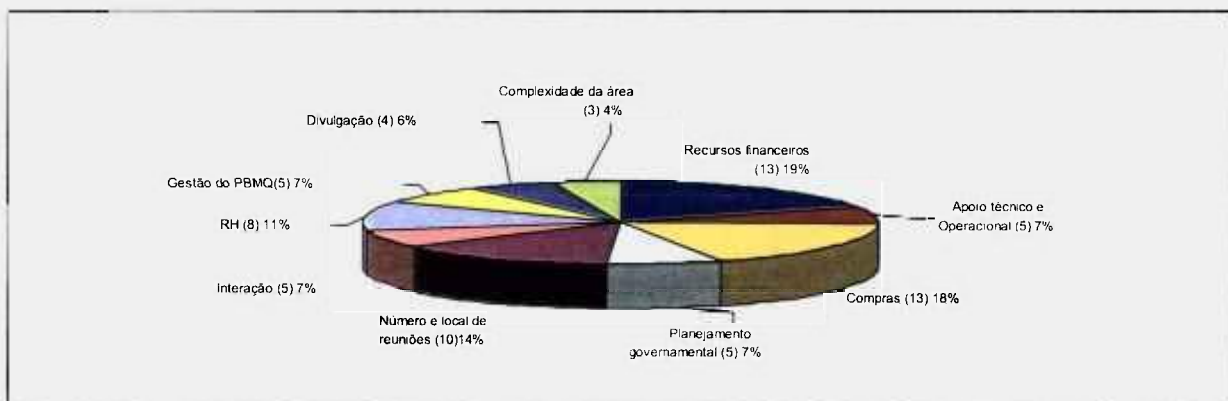


FIGURA F.4 – Dificuldades encontradas na participação do PBMQ
Fonte: elaborado pela autora

F.4.1 Recursos financeiros

Observa-se que o item relativo aos recursos financeiros foi o mais citado – 13 vezes –, correspondendo a 19% do total e constituiu um aspecto relevante de influência no desempenho do PBMQ. A seguir são relatados alguns dos depoimentos.

“O valor financiado para o PBMQ deveria ser maior, em função do número de participantes” (SENAI/CETIND).

“Maior aporte financeiro para adquirir equipamentos para melhorar a qualidade das análises” (CIENTEC).

“Os objetivos do PBMQ são bastante ousados, porém os recursos disponíveis para os desenvolvimentos de novos materiais de referência são ainda menores que as necessidades brasileiras” (IPT).

“Recursos financeiros para aquisição de insumos básicos ainda são escassos” (CDTN).

“Falta de recursos para a aquisição de outros materiais de referência e para a logística do programa” (IAL, ITAL).

“Sem condições de manter pessoal técnico e administrativo permanente no programa” (CIENTEC, CETEM e INT).

"Pouco recurso financeiro destinado para as atividades do GTE-LACM" (ITAL e PUC/RJ).

F.4.2 Planejamento governamental

Nesta pesquisa, as observações, num total de 5 menções, relativas a 7% do total, demonstram a necessidade de maior efetividade e continuidade desse elo do PBMQ com o governo, para que o esforço e a competência da Rede sejam aproveitados plenamente. Citando-se algumas das observações:

"Falta de um planejamento estratégico nacional, compartilhado pelas principais instituições do País" (REMESP)

"Há que se pensar na finalização da composição da rede nacional de laboratórios, com maior aporte de recursos (governamentais) que viabilizem o processo. Como consequência essa Rede será disponibilizada à sociedade brasileira, agora que informações concretas foram obtidas e catalogadas a respeito dos diversos laboratórios participantes do Programa" (USP/CENA).

"Pouca divulgação de ações do PBMQ no atual governo" (TECPAR).

F.4.3 Compras

O item classificado como "compras" situa-se em patamar expressivo na contagem das manifestações: 18% do total, ou seja, 13 indicações. Observa-se que a maior incidência diz respeito às dificuldades na aquisição de material importado, em primeiro nível os MRCs, ocorrendo também na aquisição de amostras para participação em PIs. A seguir são relatados alguns dos comentários:

"Dificuldade de liberação de material importado pelos órgãos competentes – amostra para participação em PI internacional" (ITAL).

"Demora na importação de material de referência do NIST" (SENAI/CETIND).

"Dificuldade na liberação das amostras oriunda de outros países, para participação dos interlaboratoriais" (CETEC).

"Dificuldade para a importação de materiais" (MAPA).

"Aquisição de materiais foi bastante demorada" (TECPAR).

"Várias explicações para acertar os pedidos de compra, mas ao final foi comprado certo" (CIEN TEC).

"A agilidade do setor de compras do IPT foi tal que não deu nem mesmo tempo para se fazer qualquer alteração com relação do pedido original" (CTGÁS). (!)

“A FIPT não tinha meios de realizar os processos de importação, o que tornou alguns processos muito demorados no início, pois foi necessário transferir os processos de importação para o IPT” (IPT).

“Fornecimento do disco para o moinho de disco – dificuldades na especificação” (CETEM).

“A demora no processo de compras e recebimento dos materiais acarretou atrasos no cronograma do projeto” (INT).

F.4.4 Interação e reuniões

Pela relação entre si, as chamadas “número e local de reuniões” (14%) e “interação” (7%) são analisadas em conjunto, representando um total de 21% das dificuldades identificadas, representadas 15 indicações. Alguns dos comentários feitos ilustram com clareza a visão dos membros do PBMQ neste item.

“Os contatos com as instituições poderiam ser mais frequentes” (CETESB).

“Distância física dificultando a participação e até mesmo as contribuições” (ITEP).

“Dificuldade de encontrar com o pessoal – uma reunião a cada seis meses” (CIENTEC).

“Na realidade não identifico nenhuma dificuldade, entretanto, creio, deveria haver mais reuniões entre a coordenação e os grupos envolvidos em atividades similares” (IPEN).

“Mais reuniões dos componentes do programa” (TECPAR).

“Poucas reuniões para discussão e avaliação do andamento das atividades do projeto” (ITAL).

“As distâncias entre as entidades participantes exigem grandes gastos com transporte e despesas com deslocamento de pessoas” (REMESP).

“A distância geográfica entre o grupo e o “centro de decisões”, o IPT de SP, tornou a participação no projeto um pouco virtual” (PUC/RJ).

“Localização geográfica das instituições envolvidas dificulta a participação em reuniões” (CDTN).

“Dada a dimensão territorial do país, o programa ainda carece de maior interação desses profissionais” (USP/CENA).

“Dificuldade na obtenção de todas as informações solicitadas pelas coordenações dos grupos (sub-redes) aos laboratórios participantes” (IPEN).

“Falta de interação entre os grupos: MRC, PI e competência metrológica que participam do PBMQ” (CETEM).

“Maior participação da iniciativa privada” (REMESP).

F.4.5 Recursos humanos

A necessidade de recursos humanos qualificados para atuar nos laboratórios foi outra dificuldade apontada pelos respondentes em 11% das vezes, representando 8 indicações, conforme os comentários reportados a seguir.

“Falta de pessoal qualificado para laboratório” (IAL).

“Alguns participantes de projetos de desenvolvimento de MRCs tinham muito pouco conhecimento dos fundamentos de preparação de materiais homogêneos e estáveis, tendo basicamente a capacitação para medições. Isto dificultou o startup dos projetos” (IPT).

“O processo de implementação da bolsa passou por percalços de dificuldades de encontrar e manter bolsistas selecionados, de acordo com procedimentos adotados pelo CNPq” (INT).

“Dificuldades em conseguir instrutores adequados” (RPME, REDETEC e RMCE).

F.4.6 Apoio técnico e operacional

Neste item foram enquadradas 5 indicações correspondendo a 7% do total. A seguir são relatados os comentários.

“Dificuldade no cálculo das incertezas, conforme solicitado nas intercomparações do CCQM, o que foi contornado após a realização de cursos e estudos a respeito” (IPEN).

“No caso da produção de padrões, no meu entender, deveríamos padronizar a documentação (ata de abertura dos programas, livro de registros, cartas convite), forma de execução (respeitando a especificidade de cada produto), formas de certificação (processos, encaminhamento e avaliação valor de consenso, técnica primária, etc.). Caso contrário o programa fica sem unicidade e, aparentemente, pulverizado em subprogramas” (IPEN).

“Dificuldades na formatação do curso” (RPME).

“O tempo disponível para os desenvolvimentos de novos materiais de referência são ainda menores que as necessidades brasileiras – necessidade de ampliação de escopo” (IPT).

F.4.7 Gestão do PBMQ

Foram pontuadas necessidades de definição e monitoramento no alcance das metas e de respostas mais rápidas dos participantes, num total de 7%, conforme transcrições dos 5 comentários feitos.

“Não existe um programa bem definido das metas que cada grupo vai atingir” (CETEC).

“Todos os coordenadores das sub-redes deveriam ter uma atuação mais pontual na gestão das atividades sob sua responsabilidade” (bolsista CNPq).

“Nem sempre as mensagens enviadas são respondidas pelos participantes sem que se precise replicá-las” (bolsista CNPq).

“Falta de acompanhamento mais eficaz, através de relatórios periódicos com visão do todo, das metas propostas” (CDTN).

“A centralização dos recursos em uma única instituição torna a operacionalização do projeto mais lenta e difícil” (INT).

F.4.8 Divulgação

Neste item foram feitas 4 menções relativas a 6% do total de ocorrências, conforme observado nos depoimentos a seguir.

“Maior divulgação do programa para melhor aproveitamento por parte do usuário a ser beneficiado por ele” (RMCE).

“Maior divulgação do PBMQ para identificar possíveis clientes” (CIEN TEC).

“Maior divulgação e estímulo para novos participantes” (IPT).

“Não foi informado, de forma concreta, sobre as verbas totais disponíveis neste projeto e sobre a sua distribuição entre os grupos participantes” (PUC/RJ).

F.4.9 Complexidade da área

Alguns respondentes apontaram a própria abrangência e diversidade da área e das instituições como dificuldade para a sua gestão; fato que reforça a importância da identificação de fatores relevantes, ao se atuar em rede em uma área como essa. Houve um total de 3 indicações relativas a 4% do total.

“Diversidade de temas de interesse” (REMESP).

“Os interesses das instituições são muito diversificados” (CETESB).

“Diferenças conceituais em Metrologia em Química e Metrologia na Física” (IPT).

F.5 Sugestões de melhoria

Este tópico do questionário teve por objetivo receber sugestões dos participantes dispostos a contribuir no desenvolvimento de ações que visassem à solução dos problemas, após o equacionamento das dificuldades.

Verificou-se que, da mesma maneira que houve uma participação ativa dos participantes durante o diagnóstico do problema, houve uma atitude pró-ativa voltada ao desenvolvimento de ações que aprimorassem o atual modelo de atuação do PBMQ, tomando por base os fatores de influência no desempenho da Rede. A FIG.F.5 apresenta um resumo das diversas contribuições recebidas durante esta pesquisa, perfazendo um total de sessenta e 67 sugestões.

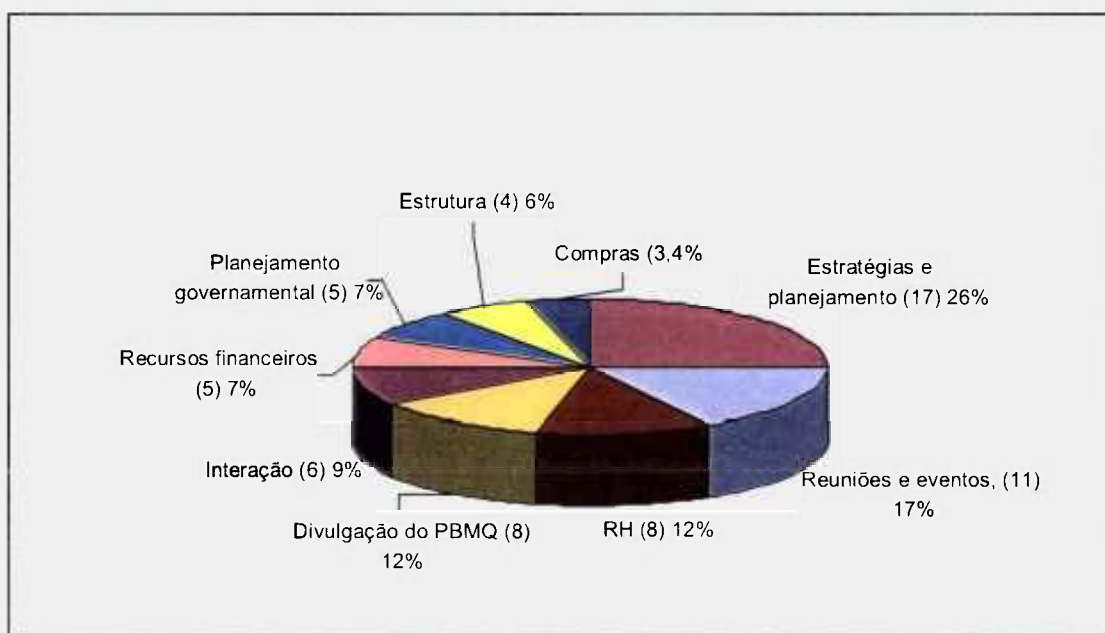


FIGURA F.5 – Sugestões de melhoria
Fonte: elaborado pela autora

F.5.1 Estratégias e planejamento

Item com o maior percentual de indicações, representando 26% do total, com 17 comentários. Evidenciaram-se aspectos operacionais, princípios e estratégias a serem consideradas no desenvolvimento das ações para o aprimoramento do PBMQ.

“Introdução de todos os laboratórios do CTGÁS no PBMQ expandindo e intensificando a interação” (CTGÁS).

“Justificar mais recurso financeiro para ampliar o alcance das metas do projeto” (CDTN).

“Elaboração de um programa com definição (detalhada) das metas a serem atingidas por cada grupo, dando conhecimento a todos os participantes” (CETEC).

“Abordagem de novos temas” (RBME).

“Maior envolvimento das Redes Metrológicas Estaduais como forma de melhorar a capilaridade do PBMQ” (REMESP).

“O projeto poderia ter continuidade possibilitando aos participantes ampliar e melhorar suas atuações na área” (ITAL).

“Realização de novas ações em parceria: a Rio - Metrologia tem interesse em dar seqüência a essa parceria para a realização de outros treinamentos e ações conjuntas, tais como: diagnóstico das necessidades metrológicas de setores econômicos e de Arranjos Produtivos locais; elaboração de material bibliográfico para capacitação de profissionais membros das Instituições e de seus laboratórios afiliados; realização de eventos em conjunto para a divulgação de temas de interesse, coordenação conjunta de ensaios de proficiência e identificação de novos desenvolvimentos conjuntos” (REDETEC).

“Promover maior envolvimento de associações de classe e sindicatos patronais no sentido de maior participação de laboratórios e institutos das empresas privadas” (REMESP).

“Discutir e implantar estratégia para divulgação e comercialização dos produtos” (CETEM).

“Incentivo à publicação de artigos em revistas conceituadas” (IPEN).

“Elaborar pesquisas no âmbito das redes metrológicas para a identificação de necessidades pontuais, para as questões relacionadas com capacitação de recursos humanos, programas de ensaio de proficiência e informação tecnológica” (REMESP e IPT).

“Continuar o apoio a projetos de implementação de produtores de materiais de referência” (MAPA).

“Maior rigor na seleção de futuros produtores de MRCs com alguma experiência em processos de homogeneização e garantia de estabilidade, além da qualificação em análises e medições (IPT)

“Definir e priorizar em conjunto a produção de CRMs em alimentos, solos, sedimentos e alguns materiais biológicos” (CDTN).

“Intensificar o apoio a projetos de provedores de ensaios de proficiência nacionais” (MAPA).

“Possibilitar uma maior participação de profissionais dos institutos de estados mais distantes” (REMESP).

“A alocação de recursos deveria ser descentralizada, com cada instituição sendo responsável pela sua própria gestão, o que traria uma maior agilidade ao processo” (INT).

F.5.2 Planejamento governamental

Pela proximidade de propósito deste tópico com o do item anterior, os comentários feitos pelos respondentes são apresentados na seqüência. Este aspecto foi abordado em 7% das indicações, que estão focadas essencialmente na formalização da rede do PBMQ dentro do sistema metrológico, enquanto estrutura e mecanismo de reconhecimento e de obtenção de fomento junto a agências governamentais. A seguir são relatados os comentários.

“Consolidação da Rede Nacional de laboratórios do PBMQ” (USP/CENA).

“Otimizar a aplicação de recursos disponíveis, principalmente nas agências de fomento” (REMESP).

“Elaborar um planejamento estratégico para o desenvolvimento da metrologia em química no país de forma a atender as demandas críticas e priorizar objetivos” (REMESP e IPT).

“Institucionalização do PBMQ” (CIENTEC).

“Deveriam ser priorizadas as instituições apoiadas na fase atual, objetivando-se a conclusão das atividades e evitando-se a pulverização dos recursos por parte do governo” (INT).

F.5.3 Reuniões e eventos

As 11 sugestões recebidas, representando 17% do total, são muito importantes e expressam maneiras de aproximação entre os membros e maior produtividade nos resultados obtidos de Rede, ou seja, a benéfica interação sinérgica, já evidenciada como fator de influência em seu desempenho.

“Realizar reuniões regionais” (ITEP).

“Sistematizar reuniões para acompanhamento do projeto, intensificando o número de encontros” (SENAI/CETIND).

“Possibilitar maiores oportunidades de encontros e trocas de informações entre os laboratórios, seja por meio de reuniões presenciais ou por meio de videoconferências” (IPEN, CIENTEC, CETEC, REMESP e TECPAR).

“Reuniões sistemáticas, de todos os programas existentes, de modo a fomentar a troca de experiência entre eles, poderiam não só qualificar os programas, mas também aumentar a oferta de serviços, ainda atualmente tão escassa” (CIENTEC).

“Reuniões semestrais da coordenadora geral com todos os coordenadores das sub-redes, para que cada um tivesse uma idéia geral de todas as atividades do Projeto e assim as informações poderiam ser

transmitidas aos outros participantes do PBMQ na forma de cascata” (bolsista CNPq/IPT).

“Elaboração de um calendário de reuniões e eventos e realização de workshops e reuniões nas instituições envolvidas no PBMQ II” (CDTN).

F.5.4 Recursos humanos

As 8 proposições registradas neste item, correspondendo a 12% do total, relacionam-se com a contínua melhoria de recursos humanos, como pode ser observado a seguir.

“Continuar a oferecer cursos nas áreas metrológicas (incertezas, validação, certificação de materiais); incentivar a participação em congressos e seminários, através de ajuda de custo e/ou pagamento de inscrições” (IPEN).

“Ter mais profissionais credenciados a ministrar cursos” (RMAL).

“Continuar a capacitação de recursos humanos, porém com mais oportunidade para o nordeste” (RMCE).

“Diversificar a capacitação” (RMCE).

“Mais recursos para treinamento” (IAL).

“Continuar a oferecer cursos nas áreas metrológicas, principalmente incertezas, validação de métodos, etc.” (IPT).

“Continuar a oferecer cursos, participação em congressos e seminários, através de ajuda de custo e/ou pagamento de inscrições” (IPEN).

“Capacitação contínua: grupos de estudos das normas ISO 35 e 13.528” (IPEN).

F.5.5 Divulgação do PBMQ

A divulgação do PBMQ foi sugerida enfaticamente por vários membros e se constituiu em 12% do total, com 8 indicações, a saber:

“Divulgar mais amplamente envolvendo o setor industrial” (RPME).

“Divulgar o Programa pelas instituições parceiras” (RMCE).

“Divulgar o estado atual do programa e as metas futuras” (TECPAR).

“Reativar o site do PBMQ” (TECPAR).

“Divulgar no site do PBMQ os Pis existentes” (SENAI/CETIND).

“Divulgar - maior transparência em todas as fases” (PUC/RJ).

“No caso de MG, as instituições participantes não têm conhecimento das ações que os outros grupos estão desenvolvendo” (CETEC).

“Realização de uma reunião ampla com todos os participantes para apresentação dos resultados alcançados” (SENAI/CETIND).

F.5.6 Interação entre os membros e o meio externo

Este item foi destacado em 6 ocorrências, correspondendo a 9% do total, como pode ser observado a seguir.

“É importante a realização de visitas técnicas aos responsáveis pelas atividades” (IPEN).

“Promover maior interação dos membros em âmbito nacional” (USP/CENA).

“Envolver outras Redes Metrológicas Estaduais” (REMESP).

“Discutir e implantar estratégia para melhorar a cooperação e a interação entre os laboratórios que participam do Projeto” (CETEM).

“Melhorar integração dos participantes do PBMQ” (IPT).

“Melhorar os contatos com as diversas instituições” (CETESB).

F.5.7 Recursos financeiros

Como sugestão para as melhorias, houve 5 menções, resultando em 7% do total das ocorrências.

“Caso o projeto tenha continuidade ou receba verba complementar, reavaliar a distribuição dos recursos para contemplar o grupo de laboratórios de alta competência que recebeu pouco recurso” (ITAL).

“Mais recursos para serviço de terceiros, materiais de consumo importados e contratação de bolsistas” (IAL).

“Aumento do valor a ser empregado para a compra de materiais de referência” (MAPA).

“Busca de maior apoio financeiro” (CIENTEC).

“Maior aporte de recursos” (USP/CENA).

F.5.8 Estrutura

Foram propostas ações relativas a formas de estruturação do PBMQ em grupos menores e mais específicos. Essas ações representando 6 % do total devem ser atentamente observadas, a saber:

“A divisão em vários grupos com interesse em comum, seria muito produtivo para a produção científica e melhoria do conjunto” (CNEN/LAPOC).

“Formar grupos menores reunindo laboratórios com o mesmo perfil para que as trocas de informações sejam melhores aproveitadas” (CETESB).

“Criação de sub-redes (grupos) que repassariam as informações para os participantes do projeto” (CETEC).

“Criação de grupos de estudos sobre incertezas de medição” (IPT).

F.5.9 Compras

As 3 sugestões com relação às compras, que representam 4% das ocorrências, visam agilizar o processo, uniformizar procedimentos e divulgar os valores sistematicamente, conforme citações dos participantes.

“Viabilização de processos de importação com liberação de impostos de importação realizados através da FIPT” (IPT).

“Criar uma cartilha para orientar sobre os processos de importação” (SENAI/CETIND).

“Todo responsável poderia receber quadrimestralmente uma planilha com o valor residual da verba correspondente ao seu laboratório e/ou atividade” (bolsista CNPq/IPT).

F.6 Demandas atuais

Nesta pesquisa também foram identificadas as demandas metrológicas que existem nos laboratórios pesquisados, como forma de confirmar a continuidade de desenvolvimentos atuais, bem como de ampliar o leque de produtos tecnológicos oferecidos pelo PBMQ. A identificação e o estabelecimento de prioridades constituem um item de influência na obtenção de resultados da Rede, além da conexão com o setor industrial e o governo. A FIG.F.6 apresenta o resumo de demandas que foram apontadas pelos respondentes, perfazendo o total de 74 indicações.

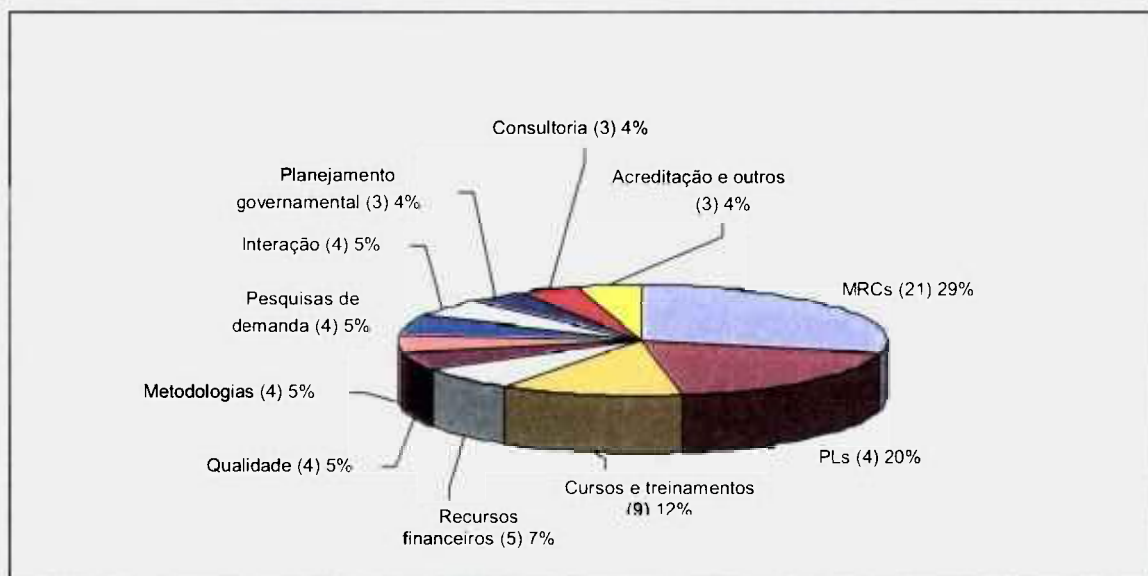


FIGURA F.6 – Identificação de demandas atuais
Fonte: elaborado pela autora

F.6.1 Materiais de referência certificados e programas interlaboratoriais

Esses produtos tecnológicos foram os mais demandados pelos participantes da pesquisa, o que é natural, pois são os pesquisadores de laboratórios que procuram gerar resultados confiáveis. O total de indicações para MRCs foi de 29% e para PIs foi de 20%, ou seja, esses dois produtos representaram praticamente a metade das demandas evidenciadas.

Aplicações e temas de interesse foram particularizados pelos respondentes, o que permite verificar algumas áreas importantes relacionadas com as demandas para o desenvolvimento desses produtos, como mostrado a seguir.

F.6.1.1 Materiais de referência certificados (MRCs)

“Materiais de Referência certificados em matrizes ambientais como água, águas residuárias, água potável, sedimento, solo, água subterrânea, água do mar, água salobra e materiais biológicos de interesse ambiental” (CETESB).

“No caso de biocombustível existe a necessidade de MRs para pesquisa e prestação de serviços tecnológicos em biocombustíveis” (TECPAR).

“Estudos em H2S: produção de MRs e PIs (CTGÁS).

“Estudos em enxofre total – TBM e THT (odorizantes gás natural): produção de MRs e PIs” (CTGÁS).

“Confecção de materiais de referência brasileiros para óleo cru e derivados, e para amostras clínicas, por exemplo outros elementos tóxicos (Hg, Cd, As, Sb, além do Pb) em sangue, urina, cabelo” (PUC/RJ).

“Produção de MRCs para espécies, além do “elemento total” (PUC/RJ).

“Preparação de materiais de referência certificados nacionais de íons de metais em fluídos biológicos e água” (IAL).

“Mais materiais certificados na área de petróleo” (IPT).

“Materiais de referência ambientais” (IPT).

“Existem várias demandas atuais nas áreas de mineração e petróleo. Dentro do interesse da nossa equipe estão sucos, alimentos e material biológico” (IPEN).

“No setor da agricultura, há uma carência visível por materiais de referência certificados, tanto de produtos in natura como processados, como também de insumos e fertilizantes amplamente empregados no cultivo” (USP/CENA).

“Produção de materiais de referência nacionais de metais em soro sanguíneo e água” (CETEC).

“Produzir materiais de referência de matrizes, objetos da legislação e importantes do ponto de vista das importações, exportações e comércio interno do país (castanha-do-brasil, amendoim, milho), resíduos de drogas veterinárias, contaminantes inorgânicos, microbiologia de alimentos, parâmetros físico-químicos para leite, carne, bebidas, óleos, dentre outros” (MAPA).

“No Laboratório de Radioisótopos, já está em fase final de produção o material de referência certificado “Café Arábica”, explorando o cultivo orgânico. Vale ressaltar que não existe tal material de referência em nível mundial. O Brasil, maior produtor de café convencional e segundo maior produtor de café orgânico, necessita demonstrar a qualidade de seu produto, especialmente estabelecendo a cadeia de rastreabilidade do produto para combater ações fraudulentas de mercado, garantindo a origem, variedade e sistema de cultivo, frente às recentes exigências do Mercado Comum Europeu (European Regulation 178/2002). Este fato se aplica aos demais itens da pauta agrícola, aqui incluindo-se o setor de alimentação animal” (USP/CENA).

“Demanda por minérios de alumínio” (IPT).

“Demanda por ligas não ferrosas” (IPT).

“Existe demanda contínua em soluções padrão para a medição de pH” (INT).

“A utilização de materiais de referência para validação de metodologias e desenvolvimento de novas é essencial a todos os laboratórios que almejam desenvolvimento e reconhecimento de sua competência. Portanto, o desenvolvimento e a produção, a nível nacional, de um material de referência novo é sempre importante” (IPEN).

“Elaboração de materiais de referência para temas de interesse em comum” (REDETEC)

F.6.1.2 Programas interlaboratoriais (PIs)

“Programa de ensaios de proficiência para a área têxtil, programas para Motores CFR – ensaios de MON e RON, programas para EP em ensaios químicos em solos e sedimentos, programas de EP para calibração de vidrarias para laboratórios, programas de EP para combustíveis e programas de EP em couro” (SENAI/CETIND).

“Ensaio de proficiência para produtos da agricultura” (MAPA).

“Organização de programas interlaboratoriais com analitos em concentrações mais realistas e próximas à CMQ para águas e alimentos” (PUC/RJ)

“Programas interlaboratoriais na área de calibração” (SENAI/CETIND).

“Programas de Ensaio de Proficiência para a matriz solo e sedimento” (SENAI/CETIND).

“Ensaio de Proficiência – Instrução e apoio para realização nas áreas de ensaio” (RMAL).

“Importante ter gerenciadores de Interlaboratoriais nos diversos segmentos” (CETESB).

“Relevante a participação em comparações interlaboratoriais, em nível nacional e internacional” (IPEN).

“As demandas na área interlaboratorial ou de proficiência são muito grandes, uma vez que no Brasil existe muito pouca oferta. Na área de alimentos existem demandas interlaboratoriais de ensaios tanto básicos quanto mais sofisticados - aditivos como conservantes, estabilizantes, etc.” (CIENTEC).

“Importante o desenvolvimento de PIs na área de gás” (CTGÁS).

“Elaboração de programas de intercomparações nacionais e de ensaios de proficiência” (CETEC).

F.6.2 Cursos e treinamentos

A demanda pela melhoria da competência laboratorial passa, indubitavelmente, pela capacitação de recursos humanos, que se relaciona de forma direta com a qualidade dos resultados obtidos. Nesta pesquisa, tal fato ficou bem evidente em vários itens abordados e, certamente, tem reflexos diretos nos produtos gerados pela Rede, ou seja, em seu desempenho. Quanto à capacitação de RH, o item “cursos e treinamentos” contribuiu com 12% de

ocorrências, referentes a 9 indicações, conforme os depoimentos relatados a seguir.

“Cursos que ensinem efetivamente como gerenciar um Programa Interlaboratorial” (IPT).

“Formação de auditores na área de radiométrica” (IPEN)

“Necessidades de treinamentos” (REMESP).

“Capacitação de profissionais do PBMQ, instituições parceiras e de atuantes em laboratórios afiliados à Rio – Metrologia. Como sugestão de temas prioritários para treinamento já foram identificados: “avaliação de incerteza de medição; validação de métodos analíticos, auditoria de serviços laboratoriais, Norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005” (REDETEC).

“Discussão com os pares sobre os resultados de estudos interlaboratoriais e cálculo de incertezas” (IPEN).

“Treinamentos voltados aos requisitos da NBR ISO/IEC 17025” (RBME).

“Carentes de qualificação de recursos humanos para implantação de Sistema da Qualidade Laboratorial, o que é crítico, visto que no estado do Ceará dispõe-se apenas de 02 (dois) laboratórios acreditados pelo INMETRO” (RMCE).

“Elaboração de material de apoio para disseminação da cultura metrológica” (REDETEC).

“Em uma das principais áreas que atuei dentro do PBMQ que é a de treinamento, há uma demanda crescente não somente por cursos, mas também para a formação de pequenos grupos de discussão em temas específicos em química com instituições participantes dessa Rede” (bolsista CNPq/IPT).

F.6.3 Consultoria técnica

Referindo-se também à melhoria da capacitação de recursos humanos laboratoriais, houve demanda, em 4% das ocorrências, por consultoria técnica especializada aos membros do PBMQ, conforme demonstrado a seguir.

“Consultoria em cálculo de incertezas de medição voltados para as rotinas de cada usuário” (CETESB).

“Consultores para implementação de sistemas de qualidade em análises instrumentais mais complexas como CG, CG/MS, HPLC, ICP/OES, AA, etc.” (CETESB).

“Possibilidade de trazer um consultor internacional seria muito útil para a área” (IPEN).

F.7 Sugestões para viabilizar as demandas

Houve um total de 73 indicações para a viabilização dessas demandas, sumarizadas na FIG.F.7

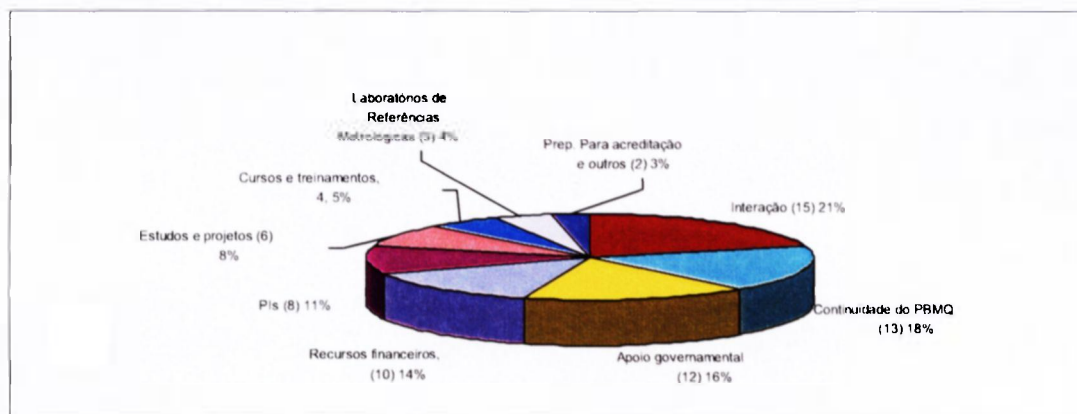


FIGURA F.7 – Sugestões para viabilizar das demandas
Fonte: elaborada pela autora

F.7.1 Interação entre os membros e o meio externo

Dentre as sugestões feitas, correspondendo a 21% do total relativo a 15 indicações, conforme exemplificado abaixo. O aspecto de maior ênfase foi o de promover maior interação entre os membros dos grupos, principalmente entre os grupos das sub-redes, intensificando o aprendizado e a passagem do conhecimento, bem como o desenvolvimento de projetos conjuntos.

As observações mencionadas pelos participantes, abaixo transcritas, são relevantes e devem ser consideradas na elaboração de um plano de trabalho específico para a próxima fase.

“Envolver a Confederação Nacional da Indústria para que possa disseminar a importância do Programa perante todas as Federações das Indústrias, em todo o território Nacional, como uma ferramenta importante para apoiar as exportações e ajudar a combater a entrada de produtos com qualidade duvidosa” (REMESP).

“Mais parcerias com a iniciativa privada” (IPT e REMESP).

“Articulação com órgãos de fomento para lançamento de editais na área de metrologia em química” (SENAI/CETIND).

F.6.4 Recursos financeiros

O item “recursos financeiros” representou 7% do total com 5 indicações feitas em itens específicos.

“Aquisição de materiais e equipamentos para laboratórios” (CDTN).

“Necessidade de gerador eletrolítico de padrões (H₂S)” (CTGÁS).

“Importação de MRs” (IPEN/LAPOC).

“Importação de MRs para todos os laboratórios é uma das atividades mais onerosas de qualquer previsão de custos para esses laboratórios” (IPEN).

“Bolsas de fomento (CNPq, RHAE) para organização de atividades e projetos” (REMESP).

F.6.5 Qualidade nos resultados

Pelos comentários abaixo relatados, o item relacionado com a qualidade apresentou 5% do total das indicações relativas às demandas na área de MQ.

“Exigência do mercado de resultados emitidos com qualidade e confidencialidade” (ITAL).

“Necessidade de grupos técnicos qualificados na área” (ITEP).

“É necessária melhor qualificação técnica, a fim de garantir a confiabilidade dos serviços laboratoriais” (RMCE).

“Difusão do conceito de controle de contaminação em análises químicas” (CETEC).

F.6.6 Metodologias

Novamente vinculadas às questões de qualidade dos resultados, foram registradas 4 citações sobre metodologias, ou seja, 5% das indicações, conforme relacionado a seguir.

“Desenvolvimento de novas metodologias e validação daquelas atualmente em utilização pela comunidade envolvida com o biodiesel” (TECPAR).

“Necessidade de estudo da estabilidade de padrões” (ITEP).

“Orientação para os laboratórios envolvidos no Programa Brasileiro de Produção e Uso do Biodiesel em relação ao ajuste as normas internacionais, especificamente a NBR ISO 17025” (TECPAR).

“Implementação de metodologias para “análise de especiação” de elementos relevantes (por exemplo Hg, As, Sb, Se, Cr, ...)” (PUC/RJ).

F.6.7 Pesquisas de demanda

A identificação de demandas, como já apontada, deve ser uma atividade contínua e é parte integrante do planejamento de áreas como esta em estudo. Este item apareceu em 4 indicações feitas pelos participantes da pesquisa, correspondendo a 5% do total, conforme relacionado a seguir.

“Desenvolvimento de diagnósticos de necessidades de serviços metroológicos de setores econômicos e de APLs” (REDETEC).

“As demandas devem ser identificadas nos diferentes segmentos da sociedade, através de projetos de pesquisa conjuntos, cooperação técnicas, convênios e prestações de serviços para empresas, instituições governamentais e centros de pesquisas nacionais e internacionais” (CDTN).

“Articulação da demanda e demanda metroológica” (REDETEC).

“Identificar continuamente as necessidades de demanda junto aos usuários” (IPT)

F.6.8 Interação entre os membros PBMQ e o meio externo

Uma outra demanda realizada, com o mesmo objetivo de intensificar a atuação e a articulação do PBMQ com a esfera de mercado e outros agentes externos, foi mencionada em 4 ocorrências, representando 5% do total conforme registros abaixo.

“Identificação de outras ações conjuntas a fim de dar prosseguimento à parceria e ampliar os resultados positivos já alcançados” (REDETEC).

“Estabelecimento de parcerias com as Redes Metroológicas Estaduais e Associações de Classe, para a realização de trabalhos de pesquisa para o setor químico” (REDETEC).

“Divulgar as atividades dos PIs realizadas para as pequenas e médias empresas em fundições e metalúrgicas” (IPT).

F.6.9. Planejamento governamental

A importância da articulação do PBMQ em nível governamental foi expressa em 4% do total, representada com 3 manifestações, conforme relacionado a seguir.

“Articulação com os órgãos de governo sobre as questões críticas relacionadas o emprego da metrologia em química, para a sustentação dos programas de avaliação da conformidade, pela implementação de laboratórios especiais/referência” (REMESP).

“Também o setor precisa ter acesso a laboratórios de referência – sistema metrológico nacional – pois é forte a demanda analítica para os inúmeros parâmetros químicos, ficando, muitas vezes, à mercê de alguns poucos laboratórios de competência questionável que oferecem tais serviços analíticos” (USP/CENA).

“Importante a articulação com órgãos de governo no sentido de fortalecer a base de metrologia em química para atender aos requisitos internacionais” (IPT).

F.6.10 Acreditação e outros reconhecimentos formais

Uma das metas propostas na segunda fase do PBMQ foi a de prover apoio aos laboratórios, preparando-os para solicitarem o seu reconhecimento nas atividades sob sua responsabilidade. Como se observa na seqüência, nas 2 ocorrências que correspondem a 3% do total. Os participantes desta pesquisa acrescentaram outros enfoques que merecem atenção em seus desdobramentos:

“É preciso ter ensaios acreditados para produtos comercializados internamente no país e para exportação” (ITAL).

“Importante implementar outras alternativas para acreditação de laboratórios universitários, pois a ISO 17025 não é adequada e viável para ambientes onde predominam P&D” (PUC/RJ).

F.7 Sugestões para viabilizar as demandas

Houve um total de 73 indicações para a viabilização dessas demandas, sumarizadas na FIG.F.7

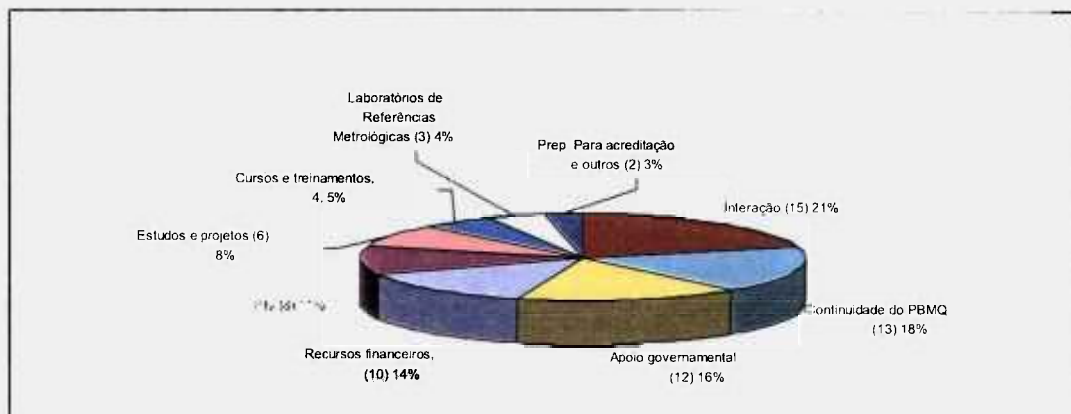


FIGURA F.7 – Sugestões para viabilizar das demandas
Fonte: elaborada pela autora

F.7.1 Interação entre os membros e o meio externo

Dentre as sugestões feitas, correspondendo a 21% do total relativo a 15 indicações, conforme exemplificado abaixo. O aspecto de maior ênfase foi o de promover maior interação entre os membros dos grupos, principalmente entre os grupos das sub-redes, intensificando o aprendizado e a passagem do conhecimento, bem como o desenvolvimento de projetos conjuntos.

As observações mencionadas pelos participantes, abaixo transcritas, são relevantes e devem ser consideradas na elaboração de um plano de trabalho específico para a próxima fase.

“Envolver a Confederação Nacional da Indústria para que possa disseminar a importância do Programa perante todas as Federações das Indústrias, em todo o território Nacional, como uma ferramenta importante para apoiar as exportações e ajudar a combater a entrada de produtos com qualidade duvidosa” (REMESP).

“Mais parcerias com a iniciativa privada” (IPT e REMESP).

“Articulação com órgãos de fomento para lançamento de editais na área de metrologia em química” (SENAI/CETIND).

“Articulação entre os participantes do PBMQ em áreas específicas” (CIENTEC).

“Intensificar a sinergia dos grupos envolvidos no projeto” (CDTN).

“Mais trabalhos em parceria” (RPME).

“Envolver as Redes Metrológicas Estaduais como parte integrante do escopo do Projeto PBMQ, no sentido de dar uma maior abrangência de participação nos Projetos da FINEP” (IPT e REMESP).

“Identificação de instituições de apoio a fim de viabilizar as ações demandadas” (REDETEC).

*“Continuidade da parceria e envolvimento de novos parceiros” (RBME).
“Envio de propostas conjuntas” (CIENTEC).*

“Contato do PBMQ com CB-09” (CTGÁS).

“Contato com o Inmetro (CB-09) para viabilizar os Pls e com a Oxiteno” (CTGÁS).

“Envolver os organismos de defesa do consumidor” (IPT e REMESP).

F.7.2 Continuidade do PBMQ

Em vários depoimentos durante a pesquisa, pelos questionários e entrevistas pessoais, foi visível o estímulo e o apoio dos participantes para que o PBMQ tenha continuidade, incrementando a sua atuação com sugestões e outros mecanismos que sejam necessários. Este item correspondeu a 18% das indicações feitas, conforme relatado a seguir. A primeira manifestação encontra-se transcrita integralmente para uma compreensão completa da proposição, pois possui uma interface entre a continuidade do PBMQ e as sugestões para a implementação da fase seguinte, além de outras abordagens.

“É muito difícil para um só grupo produzir todo tipo de material. Considerando a nossa realidade de recursos, pessoal e infra-estrutura, a segmentação dos esforços enfraquece o programa como um todo. Dentro de um Programa Unificado, no meu entender, deveríamos separar os Grupos por áreas de interesse e dentro destas áreas selecionar metas específicas, evitando a duplicidade de investimentos e esforços científicos. Estes Grupos podem atuar de forma independente, mas apoiando-se mutuamente.

A partir daí buscar recursos em agências de fomento (nacionais e internacionais) e junto a empresas privadas (nós já conseguimos alguma ajuda com os empresários e, pelo que sei, outros grupos também). Uma FASE III do Programa poderia ser proposta, visando à criação de núcleos de desenvolvimento. Os Grupos agraciados com equipamentos, ou infra-estrutura, oriundos do projeto devem se comprometer a facilitar o uso destes bens por outras equipes associadas (dentro da escassez de recursos que vivemos, não tem sentido a duplicação de equipamentos, ou facilidades, que ficam ociosos na maior parte do tempo).

Creio também que deveríamos criar um módulo ligado à formação de pessoal. Verificar, no conjunto de profissionais envolvidos, que cursos poderiam ser oferecidos e apresentá-los em bloco (nós já estamos encaminhando à CPG do IPEN algumas sugestões). Com isso, abriríamos novas fontes de financiamento para projetos (insumos e infra-estrutura), workshops e vinda de professores visitantes, dando visibilidade e credibilidade ao Programa e fortalecendo as equipes com alunos de pós-graduação" (IPEN).

"O PBMQ já conquistou grandes feitos que merecem progredir para convergir ao objetivo prioritário do Programa. É imprescindível apoiar a continuidade do Programa" (USP/CENA).

"Acrescentar novas áreas de atuação no PBMQ para as fases subseqüentes" (SENAI/CETIND).

"Obtenção de Recursos Financeiros não reembolsáveis, FINEP, FAPESP entre outros, para o financiamento da continuidade do Programa Brasileiro de Metrologia em Química" (REMESP).

"Continuação do PBMQ contando com a participação do IPT em sua execução" (RMCE).

"Se o projeto continuasse com pequenos grupos de instituições, por exemplo, instituições das áreas de alimentos, metalúrgica, etc. (onde assuntos, como PIs nacionais e internacionais, produção de materiais de referência, treinamento,...) poderiam ser encaminhados de forma conjunta" (bolsista CNPq/IPT).

"Continuidade do PBMQ, com apoio de agências de fomento ou preparação de outros projetos semelhantes" (IPEN).

"Nova fase do programa, com maior foco em desenvolvimento de materiais de referência, que são muito demandados e raros no País" (IPT).

"Continuação do programa, pois é extremamente importante para a melhoria continua na área de metrologia, assim como a capacitação da infra-estrutura laboratorial" (IPT).

"A continuação do Projeto é fundamental para que várias instituições e pesquisadores do País estejam em consonância com as informações presentes em outros países" (bolsista CNPq/IPT).

"Dar continuidade ao projeto" (CDTN).

"Os laboratórios que foram apoiados na sua capacitação na fase II deveriam continuar a receber o aporte financeiro necessário para concluir as atividades" (USP/CENA, SENAI/CETIND).

"O marco de conclusão deve ser a acreditação da instituição na atividade para a qual se capacitaram, dando continuidade ao processo para se atingir o objetivo final que é a oferta de materiais certificados e rastreados" (INT).

F.7.3 Apoio governamental

Neste item foram feitas diversas manifestações, num total de 16%, correspondendo a 12 ocorrências que remetem às políticas e ao planejamento governamental, como já discutido anteriormente nesta pesquisa.

“Deve-se evitar a duplicação de esforços e recursos no País, ampliar as áreas de financiamento” (IPEN).

“Estabelecimento da rede nacional de laboratórios de referência” (USP/CENA).

“Aporte financeiro via órgãos de fomento para viabilização dos programas” (SENAI/CETIND).

“Deve-se proceder à coerente identificação dos laboratórios no país e à demonstração de suas competências analíticas, demanda um período de tempo bastante longo” (USP/CENA).

“Apoio a novos projetos de pesquisa, principalmente aqueles multiinstitucionais, onde diversas experiências e diversos métodos de análises podem ser utilizados em cooperação e resultados satisfatórios podem certamente ser obtidos” (IPEN).

“Abertura de editais por Agência de Fomento, na linha de metrologia, possibilitando a melhoria e manutenção da infra-estrutura dos laboratórios para atender os requisitos da NBR ISO/IEC 17025:200” (ITAL).

“Incentivar a produção e comercialização de MRCs nacionais na área de alimentos” (ITAL).

“Capacitação de instituições nacionais para a produção de materiais de referência” (CETEC).

“Apoio a projetos de instituições nacionais para produção de materiais de referência” (MAPA).

“Ações de integração com o Grupo Temático de Caracterização e Controle da Qualidade do Biodiesel do Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT” (TECPAR).

“Planejamento estratégico amplo, com desdobramentos operacionais e disponibilização de recursos e bolsas pelas agências de fomento” (REMESP).

F.7.4 Recursos financeiros

A realização de aportes financeiros, com recursos por parte das agências de fomento, foi expressa pelos participantes em 14% das manifestações, em 10 ocorrências, para diversas finalidades, como descrito a seguir.

“Necessidade de recursos financeiros para contratação de consultores” (CETESB).

“Recursos financeiros para gerenciamento e participação dos programas interlaboratoriais e para a produção e aquisição de materiais de referência certificados” (CESTESB).

“Contratação de bolsistas” (IAL).

“Apoio financeiro a projetos individuais específicos” (PUC/RJ).

“Recursos para aquisição e alimentação de animais; coleta de sangue e compra de material de referência certificado” (IAL)

“A viabilização de produção de MRCs e outras referências metrológicas dependem fortemente da disponibilidade de recursos de fomento” (IPT).

F.7.5 Programas interlaboratoriais

A demanda por PIs foi citada em 11% do total, por meio de 8 indicações. É um dos primeiros aspectos lembrados, quando o tema é confiabilidade de resultados. Constitui-se em um mecanismo formal para demonstrar a competência e identificar as falhas na operação, além de outros benefícios como apoiar na certificação de valores a materiais. Algumas citações aqui enquadradas poderiam entrar no item anterior, apoio financeiro, mas foram colocadas junto com as outras referências de PIs, pelo enfoque dado pelos respondentes.

“Os programas interlaboratoriais no Brasil estão começando. Assim é necessário que programas de incentivo existam. Vimos que existem demandas e por outro lado existem programas, muitos começando, que precisam de apoio para se desenvolverem” (CIENTEC).

“Identificação e participação em programas interlaboratoriais a nível nacional e internacional” (CDTN).

“Listar as necessidades e/ou demandas por programas interlaboratoriais e elaborar um plano e atendimento baseado em critérios preestabelecidos” (IPT).

“Desenvolvimento de PIs na área de calibração” (SENAI/CEDINT).

“Verba para novas rodadas de PIs” (IAL).

“Fomentar a ampliação de PIs existentes para disponibilizar Ensaio de Proficiência na matriz de solo e sedimento” (SENAI/CETIND).

“Capacitação de instituições nacionais para elaboração de ensaios de proficiência” (CETEC).

“Apoio a projetos de instituições nacionais para provedores de ensaios de proficiência” (MAPA).

F.7.6 Estudos e projetos

Sempre em destaque estão as ações relacionadas com a melhoria de recursos humanos, apresentando 6 indicações, correspondendo a 8% do total. A seguir são transcritas as manifestações

“Formação de um grupo para discutir incertezas de medições e ensaios de proficiência” (ITEP).

“Propor entre os componentes do PBMQ grupos de estudos para a viabilização das demandas através dos seus institutos” (CNEN/LAPOC).

“Continuar o trabalho de validação das metodologias analíticas utilizadas pelos laboratórios” (ITAL).

“Verificar como são feitos no exterior os estudos de estabilidade de padrões em áreas especiais para definição de sua validade” (ITEP).

“Elaboração de estudos e projetos pelas instituições” (REMESP).

“Preparação de projetos individuais pelos laboratórios participantes do Programa” (IPEN).

F.7.7 Cursos e treinamento

Também relacionado com capacitação, este item registrou 4 menções, correspondendo a 5% do total. Os comentários foram feitos principalmente pelas redes metrológicas estaduais e institutos que tiveram uma participação direta na atividade “cursos” do PBMQ.

“Formatar cursos com instrutores experientes em gerenciamento de programas interlaboratoriais e que contemplem, além da teoria, exercícios práticos” (IPT).

“Ofertar cursos nas mesmas condições do anterior, ou seja, que as Redes Metrológicas assumam despesas com deslocamento, estadia do instrutor e infra-estrutura para a realização do evento. O PBMQ assumiria os honorários do profissional” (RMAL).

“Treinamento de laboratórios para o controle de contaminação em análises químicas” (CETEC).

“Obtenção de patrocínio por parte das indústrias do setor químico tendo como contrapartida a realização de treinamentos específicos para atender as demandas das próprias empresas dentro do âmbito do escopo do projeto” (REMESP).

F.7.8 Laboratórios de referência metrológica

Dentro do propósito de se estruturar e disponibilizar laboratórios que atuassem como referências metrológicas em técnicas analíticas específicas no País, ocorreram 3 comentários, correspondendo a 4% do total, quais sejam:

“Participação dos Laboratórios de Referência do PBMQ na certificação de materiais de referência” (CETEM).

“Capacitação de laboratórios – de referência – para a análise dos materiais em baixos teores, para comparação de resultados” (CETEC).

“Capacitação de novos Laboratórios de Referência para certificação de materiais de referência em áreas não atendidas pelos Laboratórios de Referência atuais” (CETEM).

F.7.9 Preparação para acreditação e outros reconhecimentos formais

Para os laboratórios provedores de padrões, Pls, metodologias analíticas específicas e outras referências metrológicas, torna-se importante um “certificado” que possa ser usado principalmente junto aos seus clientes e pares, ou seja, o seu reconhecimento no sistema metrológico nacional. Foram feitas 2 menções, correspondendo a 3% do total, quais sejam:

“Importante a solicitação de habilitação e acreditação nos ensaios” (ITAL).

“Busca pela acreditação de laboratórios” (CDTN)

APÊNDICE G
Pesquisa Internacional – Questionário

Pesquisa Internacional – Questionário

IDENTIFICATION

Please send the results to vponcano@ipt.br

Name of Your Organization:	
Address	
Web site address:	
Member of the Meter Convention? () Yes () No	Associated of the Meter Convention? () Yes () No

Name of Submitter:		
Position of Submitter:		
E-mail address:	Telephone:	Fax:

Country:	
Size of the country (km ²):	Number of Inhabitants (millions):
Gross Domestic Product (GDP) :	

QUESTIONNAIRE

1) Does your country have a Weights and Measures or Metrology Law?

() Y () N

If yes, is chemical metrology part of that law? () Y () N

If not, are there plans to incorporate chemical metrology into the law?

() Y () N

2) Where does the responsibility reside for the overall management of the metrological system in your country?

- Ministry or Department of Science and Technology
- Ministry or Department of Industry, Trade and Commerce
- Other Ministry or national governmental unit
- Other, please specify:

3) A centralized system is commonly used for delivering traceability for physical measurements. For the chemical measurements, considering both the breadth of the field and the diversity of needs (matrix, analytes, concentration, etc.), other approaches have been pursued. Please answer the three questions below regarding the structure of your country's system for providing traceability for chemical measurements:

3.1 Is the Metrology System centralized or distributed in your country? If distributed, briefly explain how (with words and a simple drawing if convenient).

3.2 Does your country have a formalized system of chemical calibration or reference laboratories responsible for the dissemination of measurement traceability to other laboratories? How this system is internationally recognized?

3.3 Considering the resources that you currently have, what would you change in your system, if anything?

4) Please, check the box that best describes your Institution:

- An institution charged by your government with maintaining your country's national standards and/or measurement system (NMI)
- Not a NMI, but a laboratory that is officially designated to carry out NMI functions in certain areas
- A Government Institution within your Country that is not a NMI nor designated by it, but that does provide internationally-recognized Measurement Services (e.g. CRMs or calibration services)
- None of the above, but involved in Metrology (please explain)

Comments:

5) Does your Institution participate in a regional metrology organization (RMO)? If so, which one? Does your RMO have a working group for chemical metrology? Is your Institution involved in it?

6) Which indicators, parameters and tools does your country have to measure the metrological system efficiency?

APÊNDICE H

Redes Internacionais: Alemanha e Tailândia

H.1 Alemanha

As informações sobre a estrutura em rede da Alemanha foram obtidas de entrevistas pessoais e contatos por meio eletrônico com o Dr Bernd G. e trabalho publicado com o Dr Wolfgang Richter (Richter ; Güttler, 2003)

Os desenvolvimentos na Alemanha para o estabelecimento de um sistema de rastreabilidade para medições químicas vêm ocorrendo, nos últimos anos, com ênfase nos mecanismos de disseminação. Os laboratórios acreditados pelo German Calibration Service (DKD), atuam como multiplicadores fazendo o elo entre o nível dos padrões nacionais e o usuário final, provendo ao usuário os meios necessários para que este possa realizar as calibrações e a rastreabilidade ao SI.

A gestão da área de metrologia em química é feita sob a configuração em rede e tem por objetivo cobrir as necessidades existentes. A rede é coordenada pelo instituto metrológico nacional, PTB, e dela participam outras instituições. Todos os institutos participantes atuam no mesmo nível de reconhecimento formal no sistema metrológico e cada um deles têm a sua especificidade de atuação.

Este sistema tem se tornado uma parte importante dos esforços na Alemanha para apoiar os laboratórios químicos no atendimento aos requisitos de rastreabilidade em MQ, tanto do mercado como das regulamentações legais.

O processo contínuo de globalização no comércio e na economia requer resultados de todos os tipos, incluindo-se aí as medições químicas. As medições químicas freqüentemente fornecem a base para tomadas de decisão e acordos, como, por exemplo, na área da saúde, proteção ambiental e comércio internacional, tornando-se imprescindível que os seus resultados sejam exatos e confiáveis.

Um pré-requisito para a confiabilidade de resultados é realizar as medições de incerteza, baseada em rastreabilidade estabelecida se possível às unidades do SI ou então a outras referências reconhecidas.

Rastreabilidade de resultados de medições químicas tem se tornado tema chave na última década e o seu estabelecimento de forma estruturada e organizada é uma meta importante para todos os países industrializados. Este fato está se tornando cada vez mais evidente e intensificado em países com economia emergente.

Em face da grande variedade e complexidade de medições químicas, o estabelecimento da rastreabilidade, no campo das análises químicas, é mais difícil que em outras áreas. Esse é o objetivo central do Comité Consultatif pour la Quantité de Matière (CCQM), que hoje lidera as discussões direcionadas ao tema rastreabilidade em medições químicas, para promover e harmonizar uma linha internacional primária de referência.

Neste processo em andamento houve uma contribuição adicional do Mutual Recognition Arrangement (MRA) com relação aos padrões nacionais e aos certificados de calibração e de ensaios emitidos pelos institutos nacionais de metrologia Mutual Recognition Arrangement of the International Committee for Weight and Measures (CIPM-MRA). O CIPM-MRA é tido como a resposta da metrologia para os mercados globalizados, demandando a adequação das infra-estruturas metrológicas nacionais de forma a atender as necessidades dos usuários finais.

No campo da química, os exemplos de cadeias de rastreabilidade existentes em outras áreas, por exemplo, nas medições de comprimento que consistem em um número considerável de etapas intermediárias na forma de artefatos, dispostos hierarquicamente, não são aplicáveis para as análises químicas que são baseadas em métodos e técnicas específicas. Entretanto, é muito importante que na cadeia de rastreabilidade possa existir pelo menos em nível intermediário que atue como multiplicador para o usuário final, dado que é impossível um pequeno número de institutos, atuando em nível primário, atender toda a demanda por produtos metrológicos e conseqüentemente de rastreabilidade.

Há cerca de dez anos atrás, na Alemanha, iniciou-se o estabelecimento de um sistema para medições químicas, incluindo laboratórios de calibração acreditados pelo German Calibration Service (DKD).

A estrutura geral do sistema de rastreabilidade estabelecido para medições químicas divide-se em três níveis distintos:

- Nível 1 dos padrões (MRCs) e medições químicas primárias - formado pelos laboratórios nacionais;
- Nível 2 intermediário com efeito multiplicador - formado pelos laboratórios acreditados em análises químicas; e

- Nível 3 de laboratórios de ensaio - formado por todos os laboratórios que realizam medições químicas.

A rastreabilidade cresce na cadeia metrológica do terceiro para o primeiro nível. A função dos laboratórios no nível 2 torna-se cada vez mais intensa, dada a demanda de rastreabilidade em química.

No nível 1, o PTB, IMN da Alemanha, coordena uma rede com base em seu mandato. Outras instituições atuam nessa rede no mesmo nível do Instituto Metrológico Nacional. A atuação se dá por meio de acordos formais em que o PTB não dispõe de recursos estabelecidos. Nesses casos é feita uma delegação de mandato de atividades específicas a instituições onde esses recursos estão disponíveis.

Dessa união de competências, outras instituições representam o IMN em órgãos como o CCQM nas áreas de saúde, meio ambiente, materiais avançados, commodities, metrologia legal e alimentos.

Uma das funções importantes dessa rede é assegurar que as referências nacionais estejam ligadas às referências internacionais para medições em química, como as existentes no banco de dados das *key comparisons*, conforme registrado no KCDB do Bureau International des Poids et Mesures (2007b). Desta forma, fica formalizada a capacidade em medições da Alemanha perante o mundo, com todos os reflexos positivos que este posicionamento possibilita.

Para atuar em rede e ter essa competência do conjunto de laboratórios das diversas instituições reconhecidas, cada membro da rede deve participar das *key comparisons* e, posteriormente deve submeter a sua competência em medições e em calibrações aos procedimentos e requisitos para tomar parte nas Calibration and Measurement Capabilities (CMCs). As *key comparisons* e as CMCs formam a base técnica do CIPM-MRA.

Como enfatizado por Richter e Güttler (2003), ter uma rede de laboratórios no topo do sistema de rastreabilidade para medição química, ao invés de ter apenas o IMN, é resultado de requisito típico da metrologia em química que está sendo considerado em muitos países industrializados, devido à competência que já existe na maioria dos países e que de forma geral está fora do domínio dos IMNs.

O propósito de uma rede nacional de padrões é prover padrões de medições primários que sirvam de referência às medições realizadas em laboratórios de rotina que estão situados na base da pirâmide hierárquica metrológica. Para alcançar esse nível de trabalho de forma eficiente é necessário um mecanismo de disseminação.

Na Alemanha, na área de química, esse mecanismo é feito por meio dos laboratórios de calibração acreditados principalmente pelo DKD, os quais desenvolvem a tarefa de disseminação até os laboratórios “chão de fábrica”. Por sua vez, esses laboratórios têm a sua cadeia de rastreabilidade vinculada às organizações de nível primário como as que atuam em conjunto e coordenadas pelo PTB, nas áreas abrangidas. A rastreabilidade é estabelecida por meio de transferência de padrões e materiais de referência certificados, ou medições de referência, ou ainda de outras maneiras que possam assegurar a rastreabilidade aos padrões nacionais.

A competência desses laboratórios deve estar totalmente demonstrada por meio de comparações e avaliação das medições que devem prover a determinação total das incertezas, de acordo com o Guia... (2003). Esta tarefa exige que o valor designado aos materiais de referência e a outros padrões de calibração deve ser o mais exato que as medições demandam em cada caso.

Essa necessidade – estabelecimento de rede de alta competência – parece existir em muitos países, dados os recursos que existem fora dos IMNs.

Essa forma de atuação conjunta provê a rastreabilidade da geração e da disseminação dos materiais e medições de referência, com maior confiabilidade, por meio da troca de experiência e conhecimento. Possibilita a atuação em várias áreas e o adequado equacionamento de medições em diversos tipos de materiais e matrizes. Um exemplo crítico e bastante comum dessas dificuldades com matrizes ocorre na parte química das análises clínicas.

H.2 Tailândia

As informações sobre a estrutura em rede tailandesa foram obtidas de entrevistas pessoais e contatos por meio eletrônico, no período de abril a junho de 2006, com o Dr Chainarong Cherdchu, responsável pelo Chemical Metrology and Biometry Department do National Institute of Metrology

H.2.1 Parcerias para o desenvolvimento da rede de laboratórios

A implantação do sistema de MQ em rede na Tailândia ilustra as razões, motivações e dimensiona impactos econômicos relacionados com essa área no país. O uso de competências em diferentes áreas e o envolvimento de diversos ministérios alinhados a uma política nacional que fortaleça o país com minimização de prazos e aportes financeiros é bem visível.

H.2.1.1 Objetivo e Justificativa

A Tailândia vinha se defrontando com barreiras técnicas ao comércio que resultaram no declínio da exportação, especialmente a de produtos alimentares e de agricultura. Em 2004, o valor total de exportação foi 3.874.823 milhões Baht e o total de importação foi de 4.436.676 milhões Bath. Em 2005, o total exportado foi de 3.801.121 milhões Bath, enquanto a importação foi de 4.756.000 milhões Bath.

Os maiores parceiros comerciais desse país são Japão, União Européia, EUA, países asiáticos e outros. Os três primeiros são bem conhecidos e possuem padrões bastante rigorosos em termos de regulamentação, causando grandes dificuldades comerciais.

Recentemente, os produtos de exportação tailandeses foram considerados de baixa qualidade e não aceitáveis. Por exemplo, a contaminação em carne, nitrofurano em camarão congelado e cádmio em arroz foram fatos que causaram sérios problemas às exportações tailandesas, levando a uma enorme perda econômica.

Por outro lado, os bens importados, provavelmente contaminados com substâncias tóxicas ou microorganismos infecciosos, causaram danos à população da Tailândia. As causas de contaminação são diversas, mas as de maior peso decorrem da ineficiência de controles laboratoriais. Percebeu-se que essas ocorrências poderiam estar relacionadas ao limitado número de

laboratórios de ensaios e de calibração. Além disso, a infra-estrutura existente não era suficiente para prover o apoio às indústrias como a de alimentos, da saúde, automotiva, e outros.

Nos dias atuais, produtos com tecnologias novas e avançadas estão disponíveis no mercado. Portanto, para proteger os consumidores e propiciar um mercado justo, laboratórios cujos resultados de medições estejam assegurados e metrologicamente rastreados a padrões globais de medição são fundamentais para garantir a alta qualidade de medições e de produtos em várias áreas.

Por esses motivos, o Ministério de Ciência e Tecnologia da Tailândia está estabelecendo uma infra-estrutura integrada de Laboratórios Nacionais de Ensaio e de Calibração que visa ao estabelecimento de uma rede de laboratórios capaz de dar suporte às indústrias da Tailândia e também aos países da região da Ásia – Pacífico.

As atividades desenvolvidas no âmbito dessa estrutura em rede devem atender às necessidades de medições científicas nas áreas de alimentos, saúde e meio ambiente.

Os laboratórios dessa rede devem apresentar alta competência na operação de equipamentos e instrumentos científicos utilizados em ensaios e calibrações, devem ter sistemas de qualidade e devem participar de ensaios de proficiência e de treinamentos técnicos.

H.2.1.2 Organização:

Para a consolidação desse sistema em rede está sendo utilizada a infra-estrutura existente em várias organizações: no Instituto Nacional de Metrologia da Tailândia, no Departamento de Serviços da Ciência, no Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas, no Instituto Nacional de Alimentos, no Departamento de Ciências Médicas, no Departamento de Pesca e no Departamento de Pecuária. Os institutos com competência em áreas específicas atuam no mesmo nível do instituto metroológico nacional, que participa da formação e da coordenação da rede.

O instituto nacional de metrologia da Tailândia é responsável pelo estabelecimento e manutenção dos padrões de medição nacionais que são metrologicamente rastreáveis ao Sistema Internacional de Unidades (SI) e seguem o procedimento padrão de aplicação adotado pela International

Organization for Standardization (ISO), sendo também responsável pela disseminação de rastreabilidade aos laboratórios tailandeses.

H.2.2 Operacionalização da rede de laboratórios nacionais de referência em ensaios e calibrações.

Este objetivo está sendo atingido com a melhoria e a renovação dos laboratórios de ensaio e de calibração do Departamento de Serviços da Ciência, do Instituto Tailandês de Pesquisas em Ciência e Tecnologia, do Departamento de Serviços Médicos, do Instituto Nacional de Alimentos, da Agência Nacional de Produtos da Agricultura e Padrões Alimentares, do Departamento de Controle de Poluição e do Centro de Pesquisas Ambientais e de Treinamento – partes essenciais do projeto.

Adicionalmente, centros de instrumentação científica em Bangcoc é em outras regiões também serão melhorados. O Laboratório deve prover serviços de ensaios de alta qualidade no escopo de prioridades essenciais ao país.

Com a formação da rede, os seus laboratórios atuarão como representantes nacionais no provimento de Programas de Ensaio de Proficiência, atuando em nível regional e global, bem como em “*Key comparisons*” conduzidas pelo CIPM de forma a obter a credibilidade e a aceitação em nível mundial.

Também no âmbito dessa rede, os laboratórios com competência específica serão produtores de materiais de referência certificados, de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (2004) e também dentro das necessidades de áreas da indústria, agricultura, saúde, alimento, energia e meio ambiente.

Os laboratórios da rede de laboratórios nacionais de referência em ensaios e calibrações também têm por objetivo a organização e infra-estrutura para a realização de ensaios de Proficiência, de acordo com Associação Brasileira de Normas Técnicas (1999a, 1999b). Dessa forma, estão sendo estabelecidos os laboratórios de provedores de programas interlaboratoriais que devem oferecer esses serviços aos demais laboratórios do país. Esta atividade irá facilitar e gerenciar a capacitação em medições, levando à geração de produtos e serviços de alta qualidade e à melhoria da competitividade nacional.

Os laboratórios da rede terão suporte financeiro governamental. Para participar desse consórcio, é necessário que os laboratórios sejam capazes de oferecer ensaios e análises químicas cujos resultados sejam globalmente aceitos. Os laboratórios podem ser públicos ou privados e devem estar aptos a produzir materiais de referências certificados e ensaios de proficiência nas áreas selecionadas e para todo o país.

Juntamente com a infra-estrutura laboratorial, formada pelas diversas instituições, está sendo estabelecido um Centro de Treinamento para técnicas de medições, o qual deve prover treinamento em ensaios químicos na prática, incluindo a rastreabilidade metrológica, avaliação das incertezas em medições, validação de metodologias, sistemas da qualidade e ensaio de proficiência nas áreas de interesse.

Os resultados esperados devem aumentar substancialmente a credibilidade das medições tailandesas no comércio mundial. O aumento na competitividade comercial, a proteção ao consumidor e a preservação do meio ambiente também resultarão em melhoria da qualidade de vida na Tailândia.

Durante as entrevistas, um fato de destaque foi o relato positivo e entusiástico do representante do Instituto Metrológico Nacional, responsável pela área que, por várias vezes, demonstrou a certeza da qualidade da competência laboratorial, que está sendo estabelecida, em reconhecimento à capacitação existente nas instituições que integram a rede.

Adicionalmente, manifestou que, conforme seja demonstrada formalmente a competência dos laboratórios, por meio de desempenho em programas interlaboratoriais promovidos pela organização regional Ásia Pacific Metrology Programme (APMP) e pelo Comité Consultatif pour la Quantité de Matière (CCQM), estes passarão a representar o país em fóruns internacionais, na mesma posição e como representantes do Instituto Metrológico Nacional.

APÊNDICE I
Pesquisa Internacional – País e Instituto

TABELA I. 1 – Pesquisa internacional – país e instituto

Resp.	País	Instituto	Tipo de Instituto		
			IMN	Designado	Não designado
1	África do Sul	NMLSA	Sim		
2	África do Sul	NMLSA	Sim		
3	Alemanha	BAM1		Sim	
4	Alemanha	BAM2		Sim	
5	Alemanha	BVL		Sim	
6	Alemanha	PTB1	Sim		
7	Alemanha	PTB2	Sim		
8	Alemanha	UBA		Sim	
9	Angola	IANORQ	Sim		
10	Argentina	INTI	Sim		
11	Austrália	NMIA	Sim		
12	Áustria	UGmbH			Sim
13	Bélgica	Ex IRMM	Sim		
14	Bélgica	EC	Sim		
15	Bolívia	IBMETRO	Sim		
16	Brasil	IRD/CNEN		Sim	
17	Bulgária	BIM	Sim		
18	Canadá	NRC-INMS	Sim		
19	Chile	CNEC			Sim
20	Chile	FC			Sim
21	China	NIMC	Sim		
22	China (Hong Kong)	GL		Sim	
23	China (Taiwan)	ITRI		Sim	
24	Coreia	KRISS	Sim		
25	Croácia	SOM			Sim
26	Dinamarca	DAMF			Sim
27	Equador	INEN		Sim	
28	Eslováquia	SIM	Sim		
29	Eslováquia	SIM	Sim		
30	Espanha	CEM	Sim		
31	Estados Unidos	NIST	Sim		
32	Finlândia	FMI		Sim	
33	Finlândia	MIKES	Sim		

continua

continuação

Resp.	País	Instituto	Tipo de Instituto		
			IMN	Designado	Não designado
34	França	LNE	Sim		
35	Holanda	NMi	Sim		
36	Hungria	OMH	Sim		
37	Índia	NPLI	Sim		
38	Israel	INPL	Sim		
35	Holanda	NMi	Sim		
36	Hungria	OMH	Sim		
39	Itália	INRIM	Sim		
40	Japão	CERI		Sim	
41	Lesoto	DSQA			Sim
42	México	CENAM	Sim		
43	Nicarágua	LANAMET	Sim		
44	Noruega	NMS	Sim		
45	Nova Zelândia	MSLNZ	Sim		
46	Peru	INDECOPI	Sim		
47	Portugal	IPQ	Sim		
48	Quênia	KEBS	Sim		
49	Reino Unido	NPL	Sim		
50	República Tcheca	CMI	Sim		
51	Rússia	GIREDMET	Sim		
52	Santa Lúcia	SLBS	Sim		
53	Suécia	SP	Sim		
54	Suíça	METAS	Sim		
55	Tailândia	NIMT	Sim		
56	Trinidad e Tobago	TTBS	Sim		
57	Uruguai	LATU	Sim		
58	Venezuela	SENCAMER	Sim		
TOTAL			42	10	6

Fonte: elaborado pela autora

APÊNDICE J

Pesquisa Internacional – Relação de Área, Habitantes, PIB
e Produtos de Exportação

TABELA J.1 – Pesquisa internacional – relação de área, habitantes, PIB e produtos de exportação

	País	Área (km ²)	Hab. (milhões)	PIB	PIB / Hab. USD / Ano	Produtos de Exportação		
						P1	P2	P3
1	África do Sul	1.221.037	47.432.000	570,20	12.021,42	A	R	J
2	Alemanha	357.050	82.438.000	2.797,00	33.928,53	J	L	N
3	Angola	1.246.700	15.941.000	43,36	2.720,16	C	A	R
4	Argentina	2.766.890	37.812.817	533,70	14.114,26	A		
5	Austrália	7.686.850	20.600.000	650,00	31.553,40	C	R	A
6	Áustria	83.859	8.280.703	275,02	33.212,16	B	L	J
7	Bélgica	30.528	10.419.000	316,20	30.348,40	A	J	R
8	Bolívia	1.098.580	8.586.443	25,68	2.991,23	C	R	A
9	Brasil	8.514.877	188.078.261	1.616,00	8.592,17	M	A	R
10	Bulgária	110.910	7.707.495	77,13	10.007,14	A	I	R
11	Canadá	9.984.670	32.623.490	1.132,00	34.698,92	A	R	B
12	Chile	756.950	15.116.435	186,80	12.357,41	R	G	A
13	China	9.596.960	1.306.313.812	1.099,00	841,30	A	B	D
14	Coréia	99.274	48.422.644	8.859,00	182.951,60	D	J	N
15	Croácia	56.542	4.422.248	69,83	15.791,52	A	I	B
16	Dinamarca	43.064	5.397.640	259,70	48.113,62	A	F	L
17	Equador	256.370	13.228.000	57,04	4.312,07	C		
18	Eslováquia	48.845	5.414.937	87,32	16.125,76	J	R	L
19	Espanha	504.782	44.708.964	1.127,00	25.207,47	A	C	H
20	Estados Unidos	9.629.091	300.007.997	12.360,00	41.198,90	A	B	D
21	Finlândia	338.145	5.255.580	152,00	28.921,64	G	R	H
22	França	547.028	63.587.700	1.830,00	28.779,15	A	L	N
23	Holanda	41.526	16.297.196	476,91	29.263,44	A	C	L
24	Hungria	93.030	10.106.017	169,88	16.809,29	A	L	D
25	Índia	3.287.590	1.080.264.388	3.334,00	3.086,28	H	A	R
26	Israel	21.900	7.005.400	177,30	25.309,05	D	M	L
27	Itália	301.230	58.863.156	1.836,00	31.190,99	A	H	J
28	Japão	377.835	127.214.499	4.950,00	38.910,66	D	L	N
29	Lesoto	30.355	2.143.141	5,11	2.382,48	R	H	
30	México	1.964.375	106.202.903	1.005,05	9.463,48	B	C	A
31	Nicarágua	129.494	5.128.517	21,00	4.093,97	A	I	
32	Noruega	386.000	4.525.116	296,01	65.414,90	C	L	I
33	Nova Zelândia	268.680	4.000.000	101,69	25.421,25	A	L	

continua

continuação

	País	Área (km ²)	Hab. (milhões)	PIB	PIB / Hab. USD / Ano	Produtos de Exportação		
						P1	P2	P3
34	Peru	1.285.220	28.675.628	78,50	2.737,52	A	R	H
35	Portugal	92.391	10.605.870	203,40	19.178,06	L	H	A
36	Quênia	582.650	31.138.735	48,33	1.552,09	A	G	
37	Reino Unido	244.820	59.834.900	1.825,84	30.514,58	I	M	F
38	República Tcheca	5.128	10.104.209	198,93	19.687,93	J	D	N
39	Trinidad e Tobago	78.866	10.264.212	18,35	1.787,96	C	R	A
40	Rússia	17.075.200	142.800.000	1.576,00	11.036,41	C	R	L
41	Santa Lúcia	620	160.145	0,87	5.407,60	A	I	
42	Suécia	449.964	9.060.430	285,10	31.466,50	N	R	G
43	Suíça	41.285	7.507.300	264,10	35.179,09	N	D	L
44	Tailândia	514.000	62.354.402	560,70	8.992,15	D	A	J
45	Uruguai	176.065	3.241.003	32,89	10.146,55	A	H	F
46	Venezuela	916.445	24.287.670	176,40	7.262,94	C	R	A

Fonte: elaborado pela autora

Legenda:

- A – Agroindústria com 31 citações
- B – Bens manufaturados com 6 citações
- C – Combustíveis com 11 citações
- D – Computadores e eletrônicos com 9 citações
- R – Metais e minerais com 18 citações
- F – Produtos médicos e farmacêuticos com 3 citações
- G – Recursos florestais com 4 citações
- H – Têxteis, papéis e couros com 8 citações
- I – Turismo com 6 citações
- J – Indústria automotiva com 9 citações
- L – Máquinas e equipamentos com 14 citações
- M – Indústria aeronáutica com 3 citações
- N – Produtos químicos com 7 citações
- TOTAL 129 citações**

APÊNDICE K

Pesquisa Internacional – Convenção do Metro e Lei de Pesos e Medidas

TABELA K.1 – Pesquisa internacional – convenção do metro e lei de pesos e medidas

	País	Convenção Metro			Leis Pesos e Medidas				
		Membro	Associa do	Não	Sim	Inclui MQ	Planos MQ	Não	Planos
1	África do Sul	Sim			Sim	Sim			
2	Alemanha	Sim			Sim	Sim			
3	Angola			Sim	Sim	Não	Não		
4	Argentina	Sim			Sim	Sim			
5	Austrália	Sim			Sim	Sim			
6	Áustria	Sim			Sim	Sim			
7	Bélgica	Sim			Sim	Sim			
8	Bolívia			Sim	Sim	Não	Sim		
9	Brasil	Sim			Sim	Sim			
10	Bulgária	Sim			Sim	Sim			
11	Canadá	Sim			Sim	Não			
12	Chile	Sim			Sim	Sim			
13	China	Sim			Sim	Sim			
14	Coréia	Sim			Sim	Sim			
15	Croácia	Sim			Sim	Sim			
16	Dinamarca	Sim			Sim	Não	Sim		
17	Equador				Sim	Não	Não		
18	Eslováquia	Sim			Sim	Sim			
19	Espanha	Sim			Sim	Sim			
20	Estados Unidos	Sim			Sim	Sim			
21	Finlândia	Sim			Sim	Não	Sim		
22	França	Sim			Sim	Sim			
23	Holanda	Sim			Sim	Sim			
24	Hungria	Sim			Sim	Sim			
25	Índia	Sim			Sim	Não	Sim		
26	Israel	Sim						Sim	Sim
27	Itália	Sim			Sim	Não	Sim		
28	Japão		Sim		Sim	Sim			
29	Lesoto	Sim			Sim	Não	Sim		
30	México	Sim			Sim	Sim			
31	Nicarágua			Sim	Sim	Sim			
32	Noruega	Sim			Sim	Não	Sim		
33	Nova Zelândia	Sim			Sim	Sim			
34	Peru			Sim	Sim	Sim			
35	Portugal	Sim			Sim	Sim			
36	Quênia		Sim		Sim	Não	Sim		
37	Reino Unido	Sim			Sim	Não	Não		
38	República Tcheca	Sim			Sim	Sim			
39	Trinidad e Tobago			Sim	Sim	Não	Não		
40	Rússia	Sim			Sim	Não	Não		
41	Santa Lúcia			Sim	Sim	Sim			
42	Suécia	Sim			Sim	Sim			
43	Suíça	Sim			Sim	Não	Sim		
44	Tailândia	Sim			Sim	Sim			
45	Uruguai	Sim			Sim	Não			
46	Venezuela	Sim			Sim	Não	Não		
	TOTAL	37	2	6	45	27	9	1	1

Fonte: elaborado pela autora

APÊNDICE L

Pesquisa Internacional – Tipo de Sistema Metrológico e Disseminação

TABELA L.1 – Pesquisa internacional – tipo de sistema metrológico e disseminação

	País	Sistema Metrológico MQ		Sistema Formal Laboratórios – Disseminação da Rastreabilidade – MQ			
		Centralizado	Descentralizado	Possui sistema	Em Processo	Planos	Sem Planos
1	África do Sul	Sim				Sim	
2	Alemanha		Sim	Sim			
3	Angola		Sim			Sim	
4	Argentina	Sim			Sim		
5	Austrália	Sim		Sim			
6	Austria		Sim	Sim			
7	Bélgica	Sim					Sim
8	Bolívia		Sim		Sim		
9	Brasil	Sim		Sim			
10	Bulgária	Sim		Sim			
11	Canadá	Sim					Sim
12	Chile		Sim		Sim		
13	China	Sim		Sim			
14	Coréia		Sim				Sim
15	Croácia		Sim	Sim			
16	Dinamarca		Sim	Sim			
17	Equador	Sim			Sim		
18	Eslováquia	Sim			Sim		
19	Espanha		Sim	Sim			
20	Estados Unidos	Sim				Sim	
21	Finlândia		Sim	Sim			
22	França	Sim		Sim			
23	Holanda	Sim		Sim			
24	Hungria	Sim					Sim
25	Índia		Sim		Sim		
26	Israel		Sim				Sim
27	Itália	Sim		Sim			
28	Japão	Sim		Sim			
29	Lesoto	Sim					Sim
30	México	Sim		Sim			
31	Nicarágua	Sim					Sim
32	Noruega	Sim		Sim			
33	Nova Zelândia		Sim			Sim	
34	Peru	Sim			Sim		

Continua

continuação

	País	Sistema Metrológico MQ		Sistema Formal Laboratórios – Disseminação da Rastreabilidade – MQ			
		Centralizado	Descentralizado	Possui	Em Processo	Planos	Sem Planos
35	Portugal		Sim		Sim		
36	Quênia	Sim			Sim		
37	Reino Unido	Sim		Sim			
38	República. Tcheca		Sim		Sim		
39	Trinidad e. Tobago	Sim			Sim		
40	Rússia	Sim		Sim			
41	Santa Lúcia		Sim	Sim			
42	Suécia		Sim				Sim
43	Suíça	Sim			Sim		
44	Tailândia		Sim		Sim		
45	Uruguai	Sim					Sim
46	Venezuela	Sim			Sim		
TOTAL		28	18	19	14	4	9

Fonte: elaborado pela autora

APÊNDICE M

Pesquisa Internacional – Responsabilidade pelo Sistema Metrológico e Fatores de
Influência

TABELA M.1 – Pesquisa internacional – responsabilidade pelo sistema metrológico e fatores de influência

Resp.	País	Responsável pelo Sistema	Fatores de Influência				
			F1	F2	F3	F4	F5
1	África do Sul	B	CD1	CD4			
2	África do Sul	B	CD1	CD2	CD4	CD5	
3	Alemanha	B	D3	D7	CD4	CD5	CD7
4	Alemanha	B	D1	D2	D4	D8	CD2
5	Alemanha	B	D8	CD2	CD4	CD5	CD7
6	Alemanha	B	D5	D6	CD2	CD4	CD5
7	Alemanha	B	D3	D7	CD10		
8	Alemanha	B	CD2	CD5	CD6	CD9	
9	Angola	B	CD6				
10	Argentina	B	CD2	CD6			
11	Austrália	B	C4	CD1	CD4		
12	Áustria	A	CD9				
13	Bélgica	B	NR				
14	Bélgica	B	CD2	CD5	CD7	CD10	
15	Bolívia	B	CD2	CD4	CD9		
16	Brasil	B	CD5				
17	Bulgária	B	NR				
18	Canadá	B	CD1	CD3			
19	Chile	A	CD1	CD10			
20	Chile	B	CD2	CD5			
21	China	C	CD1	CD2	CD5	CD6	CD7
22	China (Hong-Kong)	B	CD1	CD4	CD6	CD9	
23	China (Taiwan)	B	CD5	CD9			
24	Coréia	B	C2	CD1			
25	Croácia	C	D3	D5			
26	Dinamarca	B	D5	CD5	CD8	CD9	
27	Equador	B	C2	CD10			
28	Eslováquia	C	C1	CD1	CD4	CD9	
29	Eslováquia	C	CD1				
30	Espanha	B	CD2	CD9	CD10		
31	Estados Unidos	B	CD2	CD6	CD10		
32	Finlândia	B	CD1	CD2	CD6		
33	Finlândia	B	CD1	CD2	CD4		

Continua

continuação

Resp.	País	Responsável pelo Sistema	Fatores de Influência				
			F1	F2	F3	F4	F5
34	França	B	CD4	CD6	CD10		
35	Holanda	A	CD7				
36	Hungria	B	CD5				
37	Índia	C	CD1	CD2	CD6	CD10	
38	Israel	B	CD8				
39	Itália	D	CD2	CD6	CD7		
40	Japão	B	CD5				
41	Lesoto	B	CD1	CD6			
42	México	B	CD1	CD5	CD9		
43	Nicarágua	B	CD1	CD2	CD4	CD6	
44	Noruega	B	CD2	CD4			
45	Nova Zelândia	D	CD2	CD5	CD6		
46	Peru	C	CD2	CD4	CD6		
47	Portugal	A	CD6	CD9			
48	Quênia	B	CD2	CD5	CD7		
49	Reino Unido	B	C3	CD5	CD7	CD10	
50	República Tcheca	B	CD1	CD2	CD4	CD6	CD9
51	Trinidad e Tobago	B	CD2				
52	Rússia	B	CD1	CD4	CD6		
53	Santa Lúcia	B	CD5				
54	Suécia	B	NR				
55	Suíça	C	CD2	CD5			
56	Tailândia	D	CD2	CD4	CD6	CD8	CD9
57	Uruguai	B	CD5	CD6			
58	Venezuela	B	CD1	CD2	CD6		

Fonte: elaborado pela autora

Legenda:

- A – Economia, trabalho e inovação com 4 citações
- B – Indústria e Comércio com 44 citações
- C – Outros com 7 citações
- D – Vários ministérios com 3 citações
- C1 – Concentração de recursos em áreas específicas em países pequenos com 1 citação
- C2 – Estabelecimento de sistema de qualidade/metroológico nacional com 2 citações
- C3 – Repasse de atividades do IMN para laboratórios acreditados/referência com 1 citação

Continua

Continuação

- C4 – Vinculação do desenvolvimento da metrologia científica com a legal e impactos decorrentes com 1 citação
- D1 – Manutenção da confiança entre os membros com 1 citação
- D2 – Coordenação da rede: compreender as necessidades e habilidades dos parceiros com 1 citação
- D3 – Articulação interna e externa da rede com 3 citações
- D4 – Seleção adequada de parceiros com 1 citação
- D5 – Atuação com contratos formais (recursos e responsabilidades) com 3 citações
- D6 – Clareza nas expectativas e tarefas de todos os partícipes com 1 citação
- D7 – Membros da rede: respostas no nível e no tempo necessários com 2 citações
- D8 – Harmonização do sistema nacional no conjunto de áreas da MQ com 2 citações
- CD1 – Apoio governamental - Recursos financeiros e planejamento com 19 citações
- CD2 – Disseminação da rastreabilidade em MQ por redes em áreas específicas e cooperações com 26 citações
- CD3 – Inclusão e reconhecimento da MQ nas leis nacionais com 1 citação
- CD4 – Formalização dos laboratórios designados/referência nos sistemas nacional e internacional com 17 citações
- CD5 – Desenvolvimento de MRCs e participação em PIs regionais, CCQM e outros com 20 citações
- CD6 – Ampliação e melhoria da infra-estrutura/capacitação nacional MQ/equipes permanentes com 19 citações
- CD7 – Mais parcerias entre NMIs, outras instituições governamentais e privadas com 8 citações
- CD8 – Cooperação adequada entre os ministérios envolvidos com MQ com 3 citações
- CD9 – Atendimento AOS requisitos do MRA e demonstração de competência pelos CMCs com 12 citações
- CD10 – MNI não cobre todas as áreas com 9 citações
- NR – Não respondeu com 3 citações

APÊNDICE N

**Pesquisa Internacional – Participação em Organização Metrológica Regional e
Desempenho**

TABELA N.1 – Pesquisa internacional – participação em organização metrológica regional e desempenho

	País	Participação em OMR			Indicadores de Desempenho		
		Sim/Não	Qual	MQ	I1	I2	I3
1	África do Sul	Sim	SADCMET	Sim	Não	8	Não
2	Alemanha	Sim	EUROMET	Sim	1	3	Não
3	Angola	Sim	SADCMET	Não	Não	Não	1
4	Argentina	Sim	SIM	Sim	Não	Não	Não
5	Austrália	Sim	APMP	Sim	Não	Não	Não
6	Áustria	Sim	EUROMET	Sim	Não	Não	Não
7	Bélgica	Sim	EUROMET	Sim	Não	Não	Não
8	Bolívia	Sim	SIM	Sim	2	1	11
9	Brasil	Sim	SIM	Sim	3	5	1
10	Bulgária	Sim	EUROMET	Sim	4	12	Não
11	Canadá	Sim	SIM	Sim	7	Não	Não
12	Chile	Sim	SIM	Sim	Não	Não	Não
13	China	Sim	APMP	Sim	Não	Não	Não
14	Coréia	Sim	APMP	Sim	1	11	Não
15	Croácia	Sim	EUROMET	Não	Não	Não	Não
16	Dinamarca	Sim	EUROMET	Sim	10	Não	Não
17	Equador	Sim	SIM	Sim	Não	Não	Não
18	Eslováquia	Sim	EUROMET	Sim	Não	Não	Não
19	Espanha	Sim	EUROMET	Sim	7	Não	Não
20	Estados Unidos	Sim	SIM	Sim	7	Não	Não
21	Finlândia	Sim	EUROMET	Sim	7	Não	Não
22	França	Sim	EUROMET	Sim	7	5	11
23	Holanda	Sim	EUROMET	Sim	10	11	Não
24	Hungria	Sim	EUROMET	Sim	1	Não	Não
25	Índia	Sim	APMP	Sim	1	6	Não
26	Israel	Sim	EUROMET	Não	Não	Não	Não
27	Itália	Sim	EUROMET	Sim	7	Não	Não
28	Japão	Sim	APMP	Sim	Não	Não	Não
29	Lesoto	Sim	SADCMET	Não	Não	Não	Não
30	México	Sim	SIM	Sim	3	8	Não
31	Nicarágua	Sim	SIM	Sim	1	2	8
32	Noruega	Sim	EUROMET	Sim	1	7	9
33	Nova Zelândia	Sim	APMP	Sim	7	Não	Não

continua

continuação

	País	Participação em OMR			Indicadores de Desempenho		
		Sim/Não	Qual	Tem MQ			
34	Peru	Sim	SIM	Sim	Não	Não	Não
35	Portugal	Sim	EUROMET	Sim	4	Não	Não
36	Quênia	Sim	SADCMET	Sim	Não	Não	Não
37	Reino Unido	Sim	EUROMET	Sim	10	Não	Não
38	República Tcheca	Sim	EUROMET	Sim	7	10	Não
39	Trinidad e Tobago	Sim	SIM	Sim	Não	Não	Não
40	Rússia	NR	NR	NR	6	Não	Não
41	Santa Lúcia	Sim	SIM	Sim	Não	Não	Não
42	Suécia	NR	NR	NR	Não	Não	Não
43	Suíça	Sim	EUROMET	Sim	Não	Não	Não
44	Tailândia	Sim	APMP	Sim	1	3	10
45	Uruguai	Sim	SIM	Sim	1	8	Não
46	Venezuela	Sim	SIM	Sim	1	5	11

Fonte: elaborado pela autora

TABELA N.2 – Indicadores de desempenho

Indicadores de Desempenho	Número de Ocorrências
Resultado em comparações interlaboratoriais	12
Impacto econômico	9
Número de serviços de calibração e de certificação	5
Identificação de necessidades e competências	5
Retorno sobre serviços executados	4
Número de CMCs aprovados	4
Número de laboratórios acreditados e acreditação	3
Produção de MRC	2
Projetos bem-sucedidos e alcance de metas	2
Avaliações internas e de terceira parte	2
Treinamento e publicações	1
Novos equipamentos e tipos de medição	1

Fonte: elaborado pela autora

TABELA N.3 – Participação em OMR

	Participa OMR Possui MQ	Não Participa	Não Respondeu
OMR	44	–	2
MQ	40	4	2

Fonte: elaborado pela autora

TABELA N.4 – Tipo de OMR

Instituição de OMR	Quantidade
APMP	7
EUROMET	19
SADCMET	4
SIM	14
Não Respondeu	2

Fonte: elaborado pela autora

ANEXOS

ANEXO A

Pesquisa Nacional Externa – Questionário

TABELA A.1 – Pesquisa nacional externa –questionário

NOME _____

Dê uma nota para as afirmações abaixo em termos do grau em que elas são verdadeiras para o PBMQ. Dê nota DEZ quando concordar totalmente e nota UM quando discordar totalmente. Dê notas intermediárias para situações intermediárias. Quando não souber ou, por qualquer razão, preferir não responder dê nota ZERO.

	NOTA
● Há uma visão clara sobre quais são os objetivos e metas (quantificação dos objetivos) do PBMQ	
● Os vários grupos de clientes do PBMQ estão adequadamente mapeados	
● As necessidades destes clientes estão adequadamente identificadas	
● As áreas de atuação do PBMQ em relação aos vários tipos de clientes do Programa estão adequadamente definidas	
● Há clareza quanto a definição de prioridades sobre quais atividades devem ser realizadas para quais grupos de clientes	
● Há um mapeamento adequado das fontes de tecnologia para o sucesso do programa tanto no Brasil como no exterior	
● As interfaces em termos de troca de informação com Universidade e institutos de pesquisa tanto no Brasil como no exterior ocorrem de forma adequada	
● Há parcerias (desenvolvimento de atividades conjuntas) nacionais em número adequado para o sucesso do PBMQ	
● Há parcerias (desenvolvimento de atividades projetos conjuntas) internacionais em número adequado para o sucesso do PBMQ	
● Os Grupos Técnicos hoje existentes atendem às necessidades do PBMQ	
● Não há sobreposição disfuncional entre as atividades dos Grupos Técnicos	
● O PBMQ é conduzido com a máxima eficiência, evitando desperdício de recursos	
● Os recursos financeiros para a Rede são adequados às necessidades	

O PBMQ tem proporcionado contribuições significativas para a Metrologia Química em termos de: NOTA

● Treinamento de recursos humanos	
● Assessoria	
● Novas metodologias	
● Novos materiais de referência	
● Publicações	
● Palestras	

Fonte: elaborado pelo Prof. Dr. Eduardo Vasconcellos

SUGESTÕES DE AÇÕES PARA APRIMORAMENTO DO PBMQ:

COMENTÁRIOS ADICIONAIS:

ANEXO B

Pesquisa Nacional Externa – Resultados

TABELA B.1 – Pesquisa nacional externa – resultados

DIMENSÃO – “OBJETIVOS E ESTRATÉGIA”		Média
1	Objetivos e metas	8,5
2	Mapeamento de clientes	7,9
3	Identificação de necessidades	7,4
4	Atuação do PBMQ junto aos clientes	7,9
5	Prioridades para clientes	6,6
6	Mapeamento de tecnologia	7,7
7	Interfaces	6,6
8	Número de parcerias	6,4
9	Parcerias internacionais	7,7
	Média Geral	7,4
DIMENSÃO – “ESTRUTURA ORGANIZACIONAL E OPERAÇÃO”		Média
10	Formação dos GTs	9,1
11	Sobreposição entre GTs	8,5
12	Autoridade dos coordenadores dos GTs	7,5
13	Apoio das instituições dos coordenadores	8,3
14	Apoio da coordenação do PBMQ	9,7
15	Apoio dos membros dos GTs aos coordenadores	9,2
16	Autoridade dos coordenadores dos GTs	8,5
17	Apoio da coordenação do PBMQ quanto à rapidez	9,3
18	Apoio da coordenação do PBMQ quanto ao conteúdo	9,4
19	Recebimento de informações dos membros para os coordenadores – rapidez	8,0
20	Recebimento de informações dos membros para os coordenadores – conteúdo	8,3
21	Autoridade e atribuições entre Comitê Gestor e coordenadores do PBMQ	8,1
22	Informações entre GTs – rapidez	6,0
23	Informações entre GTs – conteúdo	6,2
24	Autoridade dos coordenadores dos GTs sobre os recursos	7,8
25	Eficiência na condução quanto a recursos	8,6
	Média Geral	8,3

Continua

continuação

DIMENSÃO – “RECURSOS”		Média
26	Adequação de equipamentos	7,8
27	Adequação de RH nos laboratórios	7,4
28	Disponibilidade de biblioteca	7,0
29	Adequação de insumos laboratoriais	7,2
30	Adequação de recursos financeiros	5,1
Média Geral		6,9
DIMENSÃO – “RESULTADOS”		Média
31	Treinamento de recursos humanos	8,5
32	Assessoria	7,4
33	Novas metodologias	7,8
34	Novos materiais de referência	8,2
35	Publicações	7,5
36	Palestras	7,9
Média Geral		7,9

Fonte: elaborado pelo consultor Prof. Dr. Eduardo Vasconcellos

ANEXO C

Pesquisa Nacional Externa - Questionário MCT/CNPq

TABELA C.1 – Pesquisa Nacional Externa - Questionário MCT/CNPq

NOME _____

Dê uma nota para as afirmações abaixo em termos do grau em que elas são verdadeiras para o PBMQ. Dê nota DEZ quando concordar totalmente e nota UM quando discordar totalmente. Dê notas intermediárias para situações intermediárias. Quando não souber ou, por qualquer razão, preferir não responder dê nota ZERO.

	NOTA
Há uma visão clara sobre quais são os objetivos e metas (quantificação dos objetivos) do PBMQ	
Os vários grupos de clientes do PBMQ estão adequadamente mapeados	
As necessidades destes clientes estão adequadamente identificadas	
As áreas de atuação do PBMQ em relação aos vários tipos de clientes do Programa estão adequadamente definidas	
Há clareza quanto à definição de prioridades sobre quais atividades devem ser realizadas para quais grupos de clientes	
Há um mapeamento adequado das fontes de tecnologia para o sucesso do programa tanto no Brasil como no exterior	
As interfaces em termos de troca de informação com universidade e institutos de pesquisa tanto no Brasil como no exterior ocorrem de forma adequada	
Há parcerias (desenvolvimento de atividades conjuntas) nacionais em número adequado para o sucesso do PBMQ	
Há parcerias (desenvolvimento de atividades projetos conjuntas) internacionais em número adequado para o sucesso do PBMQ	
Os Grupos Técnicos hoje existentes atendem às necessidades do PBMQ	
Não há sobreposição disfuncional entre as atividades dos Grupos Técnicos	
O PBMQ é conduzido com a máxima eficiência, evitando desperdício de recursos	
Os recursos financeiros para a Rede são adequados às necessidades	
O PBMQ tem proporcionado contribuições significativas para a Metrologia Química em termos de:	
Treinamento de recursos humanos	
Assessoria	
Novas metodologias	
Novos materiais de referência	
Publicações	
Palestras	

Fonte: elaborado pelo consultor Prof. Dr. Eduardo Vasconcellos
SUGESTÕES DE AÇÕES PARA APRIMORAMENTO DO PBMQ:

COMENTÁRIOS ADICIONAIS:

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILAR, M.; ANDER-EGG, E. **Avaliação de serviços programas sociais**. Petrópolis: Vozes, 1994.

ALDRICH, H. E.; GLINOV, M. A. Small world, isn't it? personal network and infrastructural development. In: INTERNATIONAL TECHNOLIS CONFERENCE, 1990, San Francisco. [S.l.: s.n.], [1990?].

AMATO NETO, J. Redes de cooperação produtiva: antecedentes, panorama atual e contribuições para uma política industrial, 1999. Tese (Livre-docência) – Engenharia de Produção da Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

ANTONELLI, C.; PATRUCCO, P. P. **The microeconomics of technical measures**. Oxford: Pembroke College, 2002. (EUWP1 European Measurement Project.).

ASIA-PACIFIC METROLOGY PROGRAMME. **A guide to creating or improving a national infrastructure for chemical measurement**. [S.l.]: APMP, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INSTITUIÇÕES DE PESQUISA TECNOLÓGICA. **Banco de Dados de Indicadores de Desempenho de Institutos de Pesquisa Tecnológica**. Disponível em: <http://www.abipti.org.br/sgid3/glossario.htm>. Acesso em: 19 fev. 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Normalização e atividades relacionadas: vocabulário geral**. 2. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2006. (ISO/IEC Guia 2).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e de calibração**. Rio de Janeiro: ABNT, 2005. (NBR ISO/IEC 17025).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Ensaio de proficiência por comparações interlaboratoriais: parte 1- desenvolvimento e operação de programas de ensaios de proficiência**. Rio de Janeiro: ABNT, 1999a. (ISO Guia 43-1).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Ensaio de proficiência por comparações interlaboratoriais: parte 2 - seleção e uso de programas de ensaios de proficiência por organismos de credenciamento de laboratórios**. Rio de Janeiro: ABNT, 1999b. (ISO Guia 43-2).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Requisitos gerais para a competência de produtos de material de referência**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. (ISO Guia 34)

BAIARDI, A.; BASTO, C. O monitoramento de redes como indicador de desempenho dos APLs e de sustentabilidade como habitat da inovação. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PARQUES TECNOLÓGICOS E INCUBADORAS DE EMPRESAS, 16., 2006, Salvador. **Anais...**Brasília: Anprotec, 2006.

BARBOSA, S. C. T.; MEDEIROS, J. J. Controle na implementação de políticas públicas. **Revista do Servidor Público**, Brasília, ano 54, n.4, p.7-21, out./dez. 2003.

BERGER, P. L.; LUCKMANN, T. **Social construction of reality: treatise in the sociology of knowledge**. Garden City: Doubleday & Company, 1967.

BLIND, K. The Impacts of innovation and standards on trade of measurement and testing products: empirical results in Switzerland's bilateral trade flows with Germany, France and UK. **Information Economics and Policy**, Amsterdam, v. 13, n. 4, p. 439-460, 2001.

BÖRZEL, T. A. Organizing Babylon: on the different conceptions of policy networks. **Public Administration**, London, v. 76, n. 2, p. 253-73, 1998.

BOTERF, G. **De la competence**. Paris: Editions d'Organisation, 1995.

BOXBERGER, G.; KLIMENTA, H. **Dez mentiras da globalização**. São Paulo: Aquariana, 1999.

BRAGA, P.A.; CARVALGO, A.; LUDEMIR, T. **Redes neurais artificiais: teoria e aplicações**. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

BRUSCO, S., RIGHI, E. Local government industrial policy and social consensus: the case of Modena (Italy). **Economy and Society**, London, v. 18, n. 4, p. 404-422, Nov. 1989.

BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MEASURES. **The BIPM key comparison database**. Disponível em: <<http://kcdb.bipm.org/>>. Acesso em: 30 jun. 2007b.

BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MEASURES. **Member States and Associates**. Disponível em: <http://www.bipm.org/en/convention/member_states/>. Acesso em: 21 ago. 2007a.

BURT, R. S. **Corporate profits and cooptation**. New York: Academic Press, 1983.

BURT, R. S. **Structural holes: the social structure of competition**. Cambridge, EUA: Harvard University, 1995.

CALLON, M. The dynamics of techno-economic networks. In: COOMBS, R.; SAVIOTTI, P.; WALSH, V. (Ed.). **Technological change and company strategies: economic and sociological perspectives**. London: Academic Press, 1992.

CALLON, M. Four models of the dynamics of science. In: JASANOFF, S.; MARKLE, G.E.; PETERSEN, J.C.; PINCH, T.(Ed.) **Handbook of science, technology studies**. Thousand Oaks: Sage, 1995. p. 29-63

CALLON, M. **La science et ses réseaux**. Paris: la Découverte, 1989.

CALLON, M. Techno-economic networks and Irreversibility. In: LAW, J. (Ed.). **A Sociology of monsters: essays on power, technology and domination**. London: Routledge, 1991. p. 132-161.

CALLON, M.; MÉADEL, C.; RABEHARISOA, V. The economy of qualities. **Economy and Society**, London, v. 31, n. 2, p. 194-217, 2002.

CAMERER, C. F.; LOEWENSTEIN, G.; RABIN, M. (Ed.). **Advances in behavioral economics**. Princeton: Princeton University Press, 2004.

CARROL, G. R., DELACROIX, J.; GOODSTEIN, J. The political environments of organizations: an ecological view. In: STAW, B M.; CUMMINGS, L. L. (Ed.). **Research in organizational behavior**. Greenwich, CN: JAI Press, 1988. v.10, p. 359-392.

CASAROTTO FILHO, N.; PIRES, L. H. **Redes de pequenas e médias empresas e desenvolvimento local**. Estratégias para a conquista da competitividade global com base na experiência Italiana. São Paulo: Atlas, 1999.

CASTELLS, M. **A sociedade em rede**. 2.ed. São Paulo: Paz e Terra, 1999. (A era da informação: economia, sociedade e cultura; v.1)

CIBORRA. C. **Tecnologie di coordinamento**. Milan: Angeli, 1990.

CODE D'INDEXATION DES MATERIAUX DE REFERENCE. **Database lists thousands of certified reference materials (CRMs) produced world-wide by about 200 producers in 27 countries.** Disponível em: <<http://web.archive.org/web/20070428161252/http://www.comar.bam.de/>>. Acesso em: 28 abr. 2007.

COHEN, M. D.; BACDAYAN, P. Organizational routines are stored as procedural. In: COHEN, M. D.; SPROULL, L. S. (Ed.). **Organizational learning**. London: Sage, 1996. p. 403-430.

COHEN, W. M.; LEVINTHAL, D. A. Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation. **Administrative Science Quarterly**, Ithaca, v. 35, n.1, p. 128-152, Mar. 1990.

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES. **Evolving needs for metrology in trade, industry and society and the role of the BIPM.** Sèvres Cedex, Paris: BIPM, 2003. Disponível em: <http://www.bipm.org/en/convention/cgpm/>>. Acesso em: 24 ago. 2006.

CORRÊA, G. N. **Proposta de integração de parceiros na formação e gerência de empresas virtuais.** 1999. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos.

CRUZ-MOREIRA, J. R. **Industrial upgrading nas cadeias produtivas globais: reflexões a partir das indústrias têxtil e do vestuário de Honduras e do Brasil.** 2003. Tese (Doutorado) - Departamento de Engenharia de Produção, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

DOSI, G.; CASTALDI, C. Padrões locais e divergentes de aprendizagem tecnológica em mercados (parcialmente) globalizados: haverá algo de novo? e que podem fazer as medidas políticas a esse respeito? um manual conciso". In: CASTRO, A.C. (Org.), **BNDES** desenvolvimento em debate. Rio de Janeiro 2002, v. 1, p.73-103.

EBERS, M. IT networks as organizational forms. In: E. G. O. S. COLLOQUIUM THE PRODUCTION AND DIFFUSION OF MANAGERIAL KNOWLEDGE, 11., 1993, Paris. [S.l.: s.n.], [1993?].

ELLISON, S.L.R.; KING, B.; RÖSSLEIN, M.; SALIT, M.; WILLIAMS, A. (Ed.). **EURACHEM/CITAC guide** : traceability in chemical measurement: a guide to achieving comparable results in chemical measurement. [S.l.]: Eurachem/ Citac, 2003.

ESCOSSIA, L.; KASTRUP, V. O conceito de coletivo como superação da dicotomia indivíduo-sociedade. **Psicologia em Estudo** , Maringa, v.10, n. 2, p. 295-304, maio/ago. 2005.

ESSER, K.; HILLEBRAND, W., MESSNER, D., AND MEYER-STAMER, J. **Competitividad internacional de las empresas y políticas requeridas**. Berlín: Instituto Alemán de Desarrollo. 1984. (Estudios e Informes).

FILOS, E.; BANAHAN, E. P. Will the Organisation disappear? The challenges of the new economic and the future perspectives. In: IFIP WORKING CONFERENCE ON INFRASTRUCTURES FOR VIRTUAL ORGANIZATIONS: MANAGING COOPERATION IN VIRTUAL ORGANIZATIONS AND ELECTRONIC BUSINESS TOWARDS SMART ORGANIZATIONS: E-BUSINESS AND VIRTUAL ENTERPRISES: MANAGING BUSINESS-TO-BUSINESS COOPERATION, 2., 2000. Florianópolis. **Proceedings**... Boston: Kluwer, 2000. p. 3-20

FLEURY, A. **A Tecnologia industrial básica (TIB) como condicionante do desenvolvimento industrial na América Latina**. São Paulo: [s.n.], 2003. (Estudo preparado para a CEPAL Comisión Económica para América Latina y El Caribe).

FLEURY, A.; FLEURY, M. T. L. **Estratégias organizacionais e formação de competências: um quebra-cabeça caleidoscópico na indústria brasileira**. São Paulo: Atlas, 2000.

FLEURY, M. T. L. (Org.) **Gestão estratégica do conhecimento: integrando aprendizagem conhecimento e competências**. São Paulo: Atlas, 2001.

FLEURY, S. Gestão das redes de políticas. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPAD, 26., 2002, Salvador, BA. **Anais**...Rio de Janeiro: ANPAD, 2002.

FREEMAN, C. **Technology and economic performance: lessons from Japan**. London: Pinter Publishers, 1987.

GALLAHER, M. P.; MOBLEY, L. R.; KLEE, G. G.; SCHRYVER, P. **Laboratory testing, calcium: Task A**. Gaithersburg: National Institute of Standards and Technology, 2003. (Draft Report. RTI Project Number 08236.001).

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GUIA para a expressão da incerteza de medição. 3. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

GOLZE, M. Why do we need traceability and uncertainty evaluation of measurement and test results? **Accreditation and Quality Assurance: Journal for Quality, Comparability and Reliability in Chemical Measurement**, v. 8 n. 12, p. 539-540, 2003.

GRANDORI, A.; SODA, G. Inter-firm network: antecedents, mechanism and forms. **Organization Studies**, Berlin, v.16, n. 2, p.183-214, Spring, 1995.

GRANOVETTER, M. Economic action and social structure: the problem of embeddedness. **American Journal of Sociology**, Chicago, v. 91, n. 3, p. 481-510, 1985.

GRANOVETTER, M. Problems of explanation in economic sociology. In: NOHRIA, N.; ECCLES, R. (Ed.) **Network and organizations: structure, form, and action**. Boston: Harvard Business School Press, 1992. p. 25-56,

GRANOVETTER, M. The strength of weak ties. **American Journal of Sociology**, Chicago, v. 78, n. 6, p. 1360-1380, May, 1973.

GREEN, P. C. **Desenvolvendo competências consistentes: como vincular sistemas de recursos humanos a estratégias organizacionais**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1999.

GRIESINGER, D. The human side of economic organization. **Academy of Management Review**, Mississippi, v. 15, n. 5, p. 478-499, 1990.

GUARNIERI, M. C. L. **Redes: novo paradigma: cada um tem um papel na construção e no funcionamento da rede**. Disponível em: http://www.fonte.org.br/documentos/Outros/Redes_outubro_2005.pdf Acesso em: 07 nov. 2005.

GRUPO CALIBRAÇÃO. **20 de Maio - Dia Mundial da Metrologia**. Disponível em: <http://grupocalibracao.com/arquivos-htm/conteudo-metrologia/diamundial-metrologia.htm>. Acesso em: 27 fev. 2007.

HAKANSSON, H.; SNEHOTA, I. Relationships and networks as integration modes. In: COMMUNICATION AT THE WORKSHOP 'MODES OF INTEGRATION OF EUROPEAN MANAGEMENT AND ORGANIZATION, 1992, Milão. **Proceedings...** Milão: European Science Foundation Research Programme; European management and Organization in Transition, 1992.

HAVE, S. T.; HAVE, W.T.; STEVENS, F.; ELST, M. **Modelos de gestão: o que são e quando devem ser usados**. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

HOLANDA, V. B.; RICCIO, E. L. A utilização de pesquisa ação para perceber e implementar sistemas de informações empresariais. In: ASIAN PACIFIC CONFERENCE ON INTERNATIONAL ACCOUNTING ISSUES, 13., 2001, Rio de Janeiro. **Proceedings...** Rio de Janeiro: FIEPECAFI, 2001.

HOLLINGWORTH, J.; BOYER, R. Coordination of economics actors and social system of production. In: HOLLINGWORTH, J.; BOYER, R. (Ed.). **Contemporary capitalism: the embeddedness of institutions**. Cambridge: Cambridge university Press, 1997. p. 1-47

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. **Consulta geral a homepage**. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/>. Acesso em: 11 ago. 2007a.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. **VIM - Vocabulário internacional de termos fundamentais e gerais de metrologia**. 4. ed. Rio de Janeiro: INMETRO, 2007b.

INSTITUTO NACIONAL DO PLASTICO. **Normas técnicas conceitos**. São Paulo: INP, 2005. Disponível em: <http://www.inp.org.br/index.asp?folder=normas&page=conceito>. Acesso em: 22 jun. 2005.

KAGHAN, W. N.; BOWKER, G. C. Out of machine? complexity, sociotechnical systems and actor network theory. **Journal of Engineering and Technology Management**, Amsterdam, v. 18, n. 3 , p. 253-269, 2001.

KARRER, D., CAMEIRA, R. F.; VASQUES, A. S.; BURZECRY, M. A. Redes neurais artificiais: conceitos e aplicações. In: PROFUNDÃO-ENCONTRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA UFRJ, 9., 2005, Rio de JANEIRO. **Anais...** Rio de Janeiro:UFRJ, 2005

KILDUFF, M.; TSAI, W. **Social networks and organizations**. Londres: SAGE Publications, 2003.

KOGUT, B.; ZANDER, U. Knowledge of the firm, combinative capabilities, and the replication of technology. **Organization Science**, Providence, v. 3, n. 3, p. 383-397, 1992.

KREBS, V.; HOLLEY, J. **Building sustainable communities through network building**. [S.l.:sn.], 2002. Disponível em: http://www.supportingadvancement.com/web_sightings/community_building/community_building.pdf. Acesso em: 07 jul. 2006.

LARÉDO, P. The networks promoted by the framework programme and the questions they raise about its formulation and implementation. **Research Policy**, Amsterdam, v. 27, n. 6, p. 589-598, 1998.

LATOURETTE, B. Fractures/fractures: from the concept of network to the concept of attachment. **Res Anthropology and Aesthetics**, v. 36, p. 20-31, 1999.

LATOURETTE, B. Where are the missing masses? sociology of a few mundane artefacts. In: BIJKER, W. E.; LAW, J. (Ed.) **Shaping technology- building society: studies in sociotechnical change**. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1992. p. 225-258.

LIMA, I. A.; CARVALHO, H. G.; KOVALESKI, J. L. O pesquisador como gestor de projetos cooperativos de p&d. In: SIMPOSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 21., 2000, São Paulo, SP. **Anais...**São Paulo: USP, 2000

LIMA, R. C.A. Barreiras técnicas ao comércio e a TPA. In: BARRAL, W. (Org.). **Negociações comerciais multilaterais: a Trade Promotion Authority e os interesses brasileiros.** Florianópolis: Fundação Boiteurt, 2003. 165-189.

LOMI, A.; GRANDI, A. The network structure of interorganizational communities: preliminary evidence from a study of interfirm relations in the southern Italian mechanical industry. In: EUROPEAN SCIENCE FOUNDATION CONFERENCE FORMS OF INTERORGANIZATIONAL NETWORKS: STRUCTURES AND PROCESSES, 1993, Berlim.

MARCELINO, G. F.; VASCONCELLOS, E. Barreiras e sugestões para a implantação dos sistemas estaduais de desenvolvimento científico e tecnológico. **Revista Administração de Empresas**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 4, p. 37-45, out./dez. 1984.

MATTAR, F. N. **Pesquisa de marketing.** 3.ed. São Paulo: Atlas, 1996. 2v.

MILTON, M.J.T.; QUINN, T.J. Primary methods for the measurement of amount of substance. **Metrologia**, v. 38, n. 4, p. 289-296, 2001.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Breve histórico do TIB no Brasil.** Brasília: MCT, 2001a. Disponível em: <<http://infotib.ibict.br/tibnobrasil.php>>. Acesso em: 20 jul. 2006.

MINISTÉRIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Programa Tecnologia Industrial Básica e Serviços Tecnológicos para a Inovação e Competitividade.** Brasília: MCT, 2001b. Disponível em: <<http://ftp.mct.gov.br/temas/Desenv/TIB.pdf>>. Acesso em: 27 maio 2007.

MORAES, M. A ciência como rede de atores: ressonâncias filosóficas. **História, Ciências, Saúde**, Manguinhos, v. 11, n. 2, p. 321-333, maio/ago. 2004.

NOHRIA, N. Is a network perspective a useful way of studying organizations? In: NOHRIA, N., ECCLES, R. G. (Org.). **Networks and organizations.** Boston, MA: Harvard Business School Press, 1992. p. 1-22.

OLALDE, A. R. **Inovação institucional & inovação tecnológica: o caso das biotecnologias.** 1999. Tese (Doutoramento) - Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

OLAVE, M. E. L.; AMATO NETO, J. Redes de cooperação produtiva: uma estratégia de competitividade e sobrevivência para pequenas e médias empresas. **Gestão e Produção**, São Carlos, v. 8, n. 3, p.289-303, dez. 2001.

OLIVEIRA, M. S. **Qualidade na graduação em engenharia agrícola da Universidade Federal de Lavras** São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 1998. (Projeto metodológico para Tese de Doutorado).

OUCHI, W. G. Markets, bureaucracies and clans. **Administrative Science Quarterly**, Ithaca, v. 25, n. 1, p. 129-141, mar. 1980.

OUCHI, W. A. Conceptual framework for design of organizational control mechanism. **Management Science**, Providence, v. 25, p. 833-848, 1979.

PASSADOR, C. S. Redes e agir em rede: implicação na gestão de políticas públicas. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPAD, 24., 2000, Florianópolis. **Anais...**Rio de Janeiro: ANPAD, 2000.

PECI, A.; COSTA, F. J. L. Redes para implementação de políticas públicas: obstáculos e condições de funcionamento. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPAD, 26., 2002, Salvador, BA. **Anais...**Rio de Janeiro: ANPAD, 2002.

PIORE, M. J.; SABEL, C. F. **The second industrial divide**: possibilities for prosperity. New York : Basic Books, 1984.

PLONSKI, G. A.; PONÇANO, V. M. L. Programa brasileiro de metrologia em química: gerando redes de tecnologia industrial básica. In: SIMPÓSIO DE GESTÃO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 23., 2004, Curitiba. **Anais...** São Paulo: PGT/ USP, 2004. p 2818-2830.

PODOLNY, J.; PAGE, K. Network forms of organization. **Annual Review of Sociology**, v. 24, p. 57-76, 1998.

PONÇANO, V. M. L. Competência laboratorial e ensaios de proficiência: avanços e desafios. In: SEMINÁRIO TEMÁTICO DA ANVISA, 35., 2005, Brasília. **Anais...** Brasília: Anvisa, 2005.

PONÇANO, V. M. L.; CARVALHO, T. E. M. C.; MAKIYA, I. K. Metrologia em química: desafios e oportunidades para o setor do agronegócio. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE RASTREABILIDADE DE ALIMENTOS, 2004a, Brasília. **Anais...** Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2004a. p. 190-197.

PONÇANO, V. M. L.; D'ALMEIDA, M. L. O.; MAKIYA, I. K. Gestão do Programa Brasileiro de Metrologia em Química: foco na competitividade. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE METROLOGIA, 4., 2004b, Foz do Iguaçu. **Anais...** Curitiba: Rede Paranaense de Metrologia e Ensaio, 2004b.

PORTER, M. E. **Estratégia competitiva: técnicas para análise de indústrias e da concorrência.** Rio de Janeiro: Campus, 1998.

PORTER, M. E. Os caminhos da lucratividade; como implantar uma verdadeira vantagem competitiva. **Revista HSM Management**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 88-94, mar./abr. 1997.

PORTER, M. E. **Vantagem competitiva das nações.** Rio de Janeiro: Campus, 1993.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. **Relatório de desenvolvimento humano 2006: a água para lá de escassez: poder, pobreza e a crise mundial.** New York: PNUD, 2006.

RICHTER, W.; GÜTTLER, B. A national traceability system for chemical measurements. **Accreditation and Quality Assurance: Journal for Quality, Comparability and Reliability in Chemical Measurement**, Germany, v. 8, n.10, p. 448-453, Oct. 2003.

ROCKART, J. F. Chief executives define their own data needs. **Harvard Business Review**, Boston, v. 57, n. 2, p. 81-93, Mar./Apr. 1979.

SILVA, T. F. Cooperação interempresarial: novas estratégias empresariais para pequenas empresas no processo de desenvolvimento local e do turismo. In: COLOQUIO INTERNACIONAL DE DESENVOLVIMENTO LOCAL, 2003, Campo Grande. **Anais Eletrônicos...** Campo Grande: Universidade Católica Dom Bosco, 2003. Disponível em: <<http://www.ucdb.br/coloquio/arquivos/teodomiro.pdf>>. Acesso em: 22 set. 2004.

SILVEIRA, H. F. R. Motivações e fatores críticos de sucesso para o planejamento de sistemas interorganizacionais na sociedade da informação. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 32, n. 2, p.107-124, maio/ago. 2003.

STRAUSS, A. L.; BUCHER, R.; EHRLICH, D.; SCHANTZMAN, L.; SABSHIN, M. **Psychiatric ideologies and institutions.** London: Transaction Publishers, 1981. (Social science classics series).

SWEDBERG, R. Sociologia econômica: hoje e amanhã. **Tempo Social**, São Paulo, v.14, n. 2, p. 7-34, nov. 2004.

TARAPANOFF, K. (Org.) **Inteligência organizacional e competitiva**. Brasília: Universidade de Brasília, 2001.

TASSEY, G. R&D policy models and needs. In: FELDMAN, M.; LINK, A. (Ed.) **Science and technology in the 21st century: toward a global policy agenda**. New York : Kluwer Academic Press, 2001.

TASSEY, G. **The Economics of R&D Policy**. Westport: Quorum Books, 1997.

TEIGLAND, R.; LINDQVIST, G.; MALMBERG, A.; WAXELL, A. **Investigating the Uppsala biotech cluster**. Uppsala: Uppsala University, 2004. (CIND Research Paper 2004:1)

TEMPLE, P.; SLEMBECK, T.; WILLIAMS, G. **An economic assessment of the impact of measurement and testing infratechnology in Switzerland**. Oxford: University of Oxford, 2002. (European Measurement Project)

TEMPLE, P.; WILLIAMS, G. **The Economics of underpinning technology in europe**. Oxford: Pembroke College, 2002. (EUWP2 European Measurement Project)

THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-ação**. 13. ed. São Paulo:Cortez, 2004.

TIDD, J.; BESSANT, J.; PAVITT, K. **Managing innovation - integrating technological, market and organizational change**. 2 ed. England: John Wiley & Sons, 2001.

TREMBLAY, M.; SIRE, B. Rémunérer lês compétences plutôt que l' activité? **Revue Française de Gestion**, Paris, nov./dec.1999.

VASCONCELLOS, E. **Avaliação do programa brasileiro de metrologia em química: relatório final**. [S.l.: s.n.], 2006.

VASCONCELLOS, L. **Adoção de E-Lerning pelas empresas: projeto de tese de doutoramento**. São Paulo: USP/FEA, 2007.

WELLMAN, B.; SALAFF, J.; DIMITROVA, D.; GARTON, L.; GULIA, M.; HAYTHORNTHWAITE, C. Computer networks as social networks: collaborative work, telework, and virtual community. **Annual Review of Sociology**, v. 22, p. 213-213-38, 1996.

WENGER, E. Communities of practice the social fabric of the learning organization. **HealthCare Forum Journal**, San Francisco, v. 39, n. 4, p. 20-26, July/Aug. 1996.

WENGER, E. **Communities of practice**: learning, meaning, and identity. United Kingdom: Cambridge University Press, 1999

WORLD ECONOMIC FORUM. **The Global Competitiveness Report 2006-2007**.

Disponível em:

<http://www.weforum.org/pdf/Global_Competitiveness_Reports/Reports/gcr_2006/gcr2006_summary.pdf>. Acesso em: 21 fev. 2007.

YIN, R. **Case study research**: design and methods. Beverly Hills: Sage, 1984.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZARIFIAN, P. Compétences et organization qualifiante um milieu industriel. In: MINET, F.; PARLIER, M.; WITTE, S. **La competence**: mythe, construction ou réalité? Paris: Liasons, 1994.

ZUCKERMAN, E. W. On Networks and markets by Rauch and Casella, eds. **Journal of Economic Literature**, Nashville, v. 41, n. 2, p. 545-563, 2003.