



Iris da Silva Trindade

**Proposição de Controle Metrológico
na Medição de Líquidos Criogênicos**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Metrologia do Centro Técnico Científico da PUC-Rio.

Orientador: Prof. Antonio Carlos Oliveira Bruno

Rio de Janeiro
Julho de 2003



Iris da Silva Trindade

**Proposição de Controle Metrológico na Medição de Líquidos
Criogênicos**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Metrologia do Centro Técnico Científico da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. Antonio Carlos Oliveira Bruno

Orientador
Departamento de Física
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - PUC-Rio

Prof. Roberto Peixoto Nogueira

Departamento de Engenharia Industrial
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - PUC-Rio

Eng^a Vanderléa de Souza

Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial -
INMETRO

Prof. Ney Augusto Dumont

Coordenador Setorial do
Centro Técnico Científico – PUC-Rio
Rio de Janeiro, 14 de julho de 2003

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

Iris da Silva Trindade

Graduou-se em Engenharia Química na UFRRJ (Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro) em 1999. Atuou na área de Qualidade e Credenciamento de laboratórios de calibração. Desenvolveu diversas pesquisas no âmbito da grandeza volume. Atualmente atua na Divisão de Instrumentos de Massa Específica, Temperatura e Outros – Dimet, da Diretoria de Metrologia Legal - Dimel do Inmetro.

Ficha Catalográfica

Trindade, Iris da Silva

Proposição de controle metrológico na medição de líquidos criogênicos / Iris da Silva Trindade ; orientador: Antonio Carlos Oliveira Bruno. – Rio de Janeiro : PUC, Centro Técnico Científico, 2003.

118 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Centro Técnico Científico.

Inclui referências bibliográficas.

1. Metrologia – Teses. 2. Líquidos criogênicos. 3. Controle metrológico. 4. Sistemas de medição. 5. Comercialização. 6. Metrologia legal. I. Bruno, Antonio Carlos. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Centro Técnico Científico. III. Título.

Para minha família e Ramos,
pelo apoio e estímulo

Agradecimentos

Ao meu orientador, Professor Antonio Carlos Bruno, pelo apoio e parceria fundamentais na elaboração deste trabalho.

Aos membros da comissão examinadora.

A todos os docentes do Pós-MQI e funcionários do Ituc, especialmente a Eliane Albernaz, pela sua incansável colaboração.

Ao Presidente do Inmetro, Armando Mariante de Carvalho, ao Diretor de Metrologia Legal, Roberto Luiz de Lima Guimarães e a César Luís Leal Moreira da Silva, pelos auxílios concedidos, sem os quais o curso de Mestrado não teria sido concluído.

Aos companheiros da Divol – Divisão de Instrumentos de Medição de Volume / Inmetro, notavelmente ao incentivo, parceria e exemplo de competência de Maurício Evangelista.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram com informações e palavras de apoio.

Resumo

Trindade, Iris da Silva; Bruno, Antonio Carlos. **Proposição de controle metrológico na medição de líquidos criogênicos**. Rio de Janeiro, 2003. 117p. Dissertação de Mestrado – Instituto de Tecnologia, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Líquidos criogênicos são amplamente empregados em diversos segmentos da atuação humana, destacando-se a Medicina, Engenharia Genética, setor industrial e no desenvolvimento científico. Sendo assim, efetuar o controle metrológico sobre os dispositivos e sistemas utilizados na comercialização de tais materiais é fundamental. Nesta dissertação propomos a implementação do controle metrológico neste segmento como forma de estabelecer confiabilidade e garantir trocas cada vez mais justas, sem prejuízos as partes envolvidas. Para tal, a estrutura legal é amparada pela regulamentação vigente no âmbito brasileiro, a qual é abordada e confrontada com as diretrizes internacionais. Os diferentes sistemas de medição atualmente adotados são abordados, com o intuito de julgar a adequação dos mesmos e estabelecer requisitos mínimos. Diante da inexistência de uma regulamentação ampla, capaz de agregar aspectos não só inerentes às boas práticas, mas que contemplem a realidade do mercado nacional, são estabelecidas proposições e diretrizes a serem seguidas na implementação e efetivação do controle metrológico.

Palavras-chave

Líquidos criogênicos; controle metrológico; sistemas de medição; comercialização; Metrologia Legal.

Abstract

Trindade, Iris da Silva; Bruno, Antonio Carlos (Advisor). **Proposition of metrological control for measurement of cryogenic liquids.** Rio de Janeiro, 2003. 117p. MSc. Dissertation – Instituto de Tecnologia, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Cryogenic liquids are widely employed in several fields of human activity, such as in Medicine, Genetics Engineering, the industrial sector and for the scientific development. This way, applying the metrological controls in devices and systems used for the commercialization of cryogenic liquids is essential. In this dissertation we proposed the implementation of the metrological controls in this area, objectifying to establish the reliability and the guarantee of fair trade, without damages for the involved parts. Thus, the legal structure is supported by the valid regulation in the Brazilian case, that is mentioned and faced against international policies. The different measurement systems adopted nowadays are approached, for judging their adequacy and establishing minimum requests. Considering that there is not a broad regulation, capable of aggregate aspects of the good practice and to heed the national reality, proposals and guidelines are presented for reaching the implementation of effective metrological controls.

Keywords

Cryogenic liquids; metrological controls; measurement systems; Legal Metrology.

Sumário

1. Introdução	14
2. Metrologia Legal	
2.1 Princípios	17
2.2 Metrologia Legal no Brasil	18
2.3 Parâmetros Relevantes do Controle Metrológico	19
2.4 Regulamentação	22
2.4.1 Portaria Inmetro nº 58 de 21 de maio de 1997	23
2.4.1.1 Diretrizes Atuais para Aprovação de Modelo	24
2.4.2 OIML R 81	29
2.4.3 OIML R 81 x Portaria Inmetro nº 58 de 1997	30
3. Líquidos Criogênicos	
3.1 História da Criogenia	32
3.2 Aspectos Gerais	33
3.3 Aplicabilidade	34
4. Situação Atual	
4.1 Aspectos Metrológicos	36
4.2 Tanques de Armazenamento	37
4.2.1 Aspectos Construtivos	37
4.2.2 Segurança	38
4.3 Técnicas encontradas nas visitas	38
4.3.1 Sistema Gravimétrico	39
4.3.2 Sistema por Diferencial de Pressão	40
4.3.3 Sistema Utilizando Medidor do Tipo Turbina	42
4.4 Proposições	43
5. Conclusão	49

Glossário	54
Referências Bibliográficas	57
Apêndice A - Tradução da OIML R 81	61
Apêndice B - Matriz de Correlação entre a Portaria Inmetro nº 58 de 1997 e OIML R 81	115

Lista de figuras

Figura 1 – Esquema da hierarquia da legislação brasileira	22
Figura 2 – Esquema de medição por diferencial de pressão	41
Figura 3 – Montagem esquemática de turbina em corte	43
Figura 4 – Efeitos do nivelamento na medição em tanques	46

Tabelas

Tabela 1 – Alguns requisitos metrológicos conforme Port. Inmetro nº 58 de 1997	26
Tabela 2 – Exemplos de líquidos criogênicos e seus respectivos pontos de ebulição	33
Tabela 3 – <i>ema</i> aplicável a dispositivos/sistemas de medição de líquidos criogênicos	52

Abreviaturas e siglas

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AM	Aprovação de modelo
Asme	American Society of Mechanical Engineers
ATM	Apreciação Técnica de Modelo
Conmetro	Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
CT	Comissão Técnica de Regulamentação Metrológica
GT	Grupo de Trabalho
<i>ema</i>	erro máximo admissível
<i>ema's</i>	erros máximos admissíveis
Dimel	Diretoria de Metrologia Legal
Inmetro	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
Ilac	International Laboratory Accreditation Cooperation
INPM	Instituto Nacional de Pesos e Medidas
Ipem	Instituto de Pesos e Medidas
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
NIE	Norma Inmetro Específica
Nist	National Institute of Standards and Technology
OIML	Organização Internacional de Metrologia Legal
OIML R	Recomendação da OIML
$Q_{\text{máx}}$	vazão máxima
$Q_{\text{mín}}$	vazão mínima
RBC	Rede Brasileira de Calibração
RBLE	Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios
RBMLQ	Rede Brasileira de Metrologia Legal e Qualidade
RTM	Regulamento Técnico Metrológico

Sinmetro	Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
VIM	Vocabulário Internacional de Termos Fundamentais e Gerais de Metrologia