



**José Carlos Nogueira Siqueira**

**Medição de petróleo e gás natural: análise  
crítica dos aspectos de gestão metrológica e  
de regulação no Brasil**

**Dissertação de Mestrado**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do  
Grau de Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Metrologia.  
Área de Concentração: Metrologia para Qualidade e Inovação da  
PUC-Rio

Orientador: Prof. Maurício Nogueira Frota, PhD.

Rio de Janeiro

Abril de 2008



**José Carlos Nogueira Siqueira**

**Medição de petróleo e gás natural: análise crítica dos aspectos de gestão metrológica e de regulação no Brasil**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Metrologia, Qualidade e Inovação do Centro Técnico Científico da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Aprovada pela Comissão Examinadora e homologada pela Coordenação Setorial de Pós-Graduação, formalizado pelas respectivas assinaturas.

**Comissão Examinadora:**

**Prof. Dr. Maurício Nogueira Frota**

Orientador

Programa de Pós-Graduação em Metrologia (PósMQI)  
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio)

**Profa. Dra. Maria Fátima Ludovico de Almeida**

Programa de Pós-Graduação em Metrologia (PósMQI)  
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio)

**Profa. Elisabeth Costa Monteiro**

Programa de Pós-Graduação em Metrologia (PósMQI)  
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio)

**Prof. Dr. Oswaldo Antunes Pedrosa Jr**

Departamento de Engenharia Mecânica  
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio)

**Coordenação Setorial de Pós-Graduação:**

**Prof. José Eugenio Leal**

Coordenador Setorial de Pós-Graduação do  
Centro Técnico Científico (PUC-Rio)  
Rio de Janeiro, 15 de abril de 2008.

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

### **José Carlos Nogueira Siqueira**

Graduado em Ciências Econômicas pela Universidade Cândido Mendes (1990), Graduado em Ciências Administrativas pela Universidade Cândido Mendes (1994), Graduado em Direito pela Universidade Estácio de Sá (2001), Pós Graduado pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (2007), Pós-Graduado pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (2007).

#### Ficha Catalográfica

Siqueira, José Carlos Nogueira

Medição de petróleo e gás natural: análise crítica dos aspectos de gestão metrológica e de regulação no Brasil / José Carlos Nogueira Siqueira; orientador: Maurício Nogueira Frota, PhD. - 2008.

166 f: il. ; 30 cm

Dissertação (Mestrado em Metrologia) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

Inclui bibliografia.

1. Metrologia - Teses. 2. Metrologia. 3. medição de petróleo e gás. 4. regulação. 5. Legislação aplicável à medição. 6. metrologia legal. I. Frota, Mauricio Nogueira. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Metrologia para a Qualidade e Inovação. III. Título.

CDD:389.1

Dedico este trabalho a minha esposa Gláucia Lilargem e aos meus filhos:  
Stefanini, Glauber, Jonatha e Estevan Lilargem.

## Agradecimentos

A Deus em primeiro lugar por mais esta conquista.

Ao Professor Maurício Nogueira Frota, pela sua constante e valorosa orientação e dedicação, não só pelo desenvolvimento deste trabalho, como pelo meu aperfeiçoamento profissional.

À Professora Paula Medeiros Proença de Gouvêa, por toda orientação e ajuda.

Ao Professor Oswaldo A. Pedrosa Jr. Pelo acolhimento e tratamento dispensado a esta causa.

Ao Professor Francisco Mauro Dias, exemplo incólume de vida, pela ajuda incondicional e pelo carinho de sempre.

Ao Eng. José Alberto Pinheiro da Silva Filho, pelo apoio recebido tornando possível esta realização.

A PETROBRAS por mais esta oportunidade, sempre na vanguarda da capacitação tecnológica acreditando na sua força de trabalho e na construção de um país melhor.

A Epifânio Mamani Ticona e Jaime Mamani Ticona pelo competente apoio na edição Latex do trabalho.

À Márcia Ribeiro, secretária do PósMQI, pelo dedicado apoio administrativo.

A PUC-Rio, pelo ambiente acadêmico-científico favorável no desenvolvimento deste trabalho.

## Resumo

Siqueira, José Carlos Nogueira; Frota, Maurício Nogueira. **Medição de petróleo e gás natural: análise crítica dos aspectos de gestão metrológica e de regulação no Brasil**. Rio de Janeiro, 2008. 166p. Dissertação de Mestrado — Programa de Pós Graduação em Metrologia. Área de Concentração: Metrologia para Qualidade e Inovação, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Dadas as expectativas de grandes descobertas de petróleo no Brasil (que incluem o pré-sal) a recente legislação que regulamenta a medição de vazão de petróleo e gás natural no país —e que faz intenso uso de infra-estrutura laboratorial- está sendo revista. A presente pesquisa de mestrado tem por **objetivo** desenvolver uma análise crítica envolvendo aspectos técnicos e legais do Regulamento Técnico de Medição de Petróleo e Gás Natural (RTM) instituído pela Portaria Conjunta ANP-INMETRO 001/2000. A **motivação** institucional para o desenvolvimento da pesquisa origina-se do interesse da Petrobrás em colaborar para o avanço do conhecimento relacionado às tecnologias e aos aspectos legais da medição. E, também, da experiência do autor no setor de contratos da Petrobrás cuja problemática da medição da produção de petróleo e gás natural está sendo revista. O trabalho foi desenvolvido no **contexto** de recentes descobertas de campos gigantes em águas profundas e ultra-profundas. Após o anúncio dessas novas reservas, agentes econômicos têm pressionado a Agência Nacional de Petróleo (ANP) para revisar e reavaliar o Regulamento Técnico de Medição instituído pela Portaria Conjunta ANP-INMETRO 001/2000. O trabalho seguiu os seguintes **preceitos metodológicos** (i) estudo de legislações aplicáveis à medição de petróleo e gás de países industrializados; (ii) entrevista com especialistas do INMETRO, ANP, Petrobrás (CENPES, divisão de contratos) e com dirigentes técnicos dos principais laboratórios de medição de vazão de petróleo e gás em operação no país (IPT, CT-PETRO, CT-GÁS, CONAUT, METROVAL, EMERSON) para avaliar pontos críticos da Portaria Conjunta ANP-INMETRO; (iii) análise da consistência e adequação técnica e jurídica da referida Portaria e (iv) identificar novas demandas e necessidades da indústria de petróleo e gás natural no país. Dentre os **resultados** da pesquisa destacam-se a identificação e a classificação de aspectos técnicos e legais da Portaria ANP-INMETRO 001/2000 que carecem de revisão. Como **conclusão**, o trabalho sugere a adaptação da legislação vigente para fazer frente a novos desafios impostos ao setor.

## Palavras-chave

Metrologia, medição de petróleo e gás. regulação, legislação aplicável à medição, metrologia legal.

## Abstract

Siqueira, José Carlos Nogueira; Frota, Maurício Nogueira. **Flow measurement of oil and natural gas in Brazil: management and regulation.** Rio de Janeiro. 2008. 166p. Dissertation of Master's Degree Program of Pos-Graduation in Metrology. Área of Concentration: Metrology for Quality and Innovation (PÓS-MQI), Pontifical Catholic University of Rio de Janeiro.

Because of the expectation for further massive oil findings in Brazil's continental platform -including the presalt play-, the existing laws which regulate the oil and natural gas measurement involving intensive use of laboratory infrastructure are being reviewed. The objective of this M.Sc.'s research project is to assess legal and technical aspects of the Joint Administrative Rule ANP-INMETRO / 001/2000, specifically the Technical Regulation of Oil and Natural Gas Measurement (RTM). The motivation of this work emerged from the authors own experience at the legal department of Petrobras dealing with custody transfer contracts where measurements of the production of oil and natural gas play a key economic role. Following the announcements of the ultra-deep giant fields, the work was developed in an economic context where agents are pressing the Brazilian Petroleum Agency (ANP) -the national oil and gas regulator- to review and reassess the applicable Technical Regulation of Measurement (RMO). The project followed four methodological precepts (i) study of applicable laws to the flow measurement of oil and gas in developed countries; (ii) interview with experts of INMETRO, ANP, PETROBRAS (CENPES, division of contracts) and technical managers of the main laboratories involved in flow measurements (IPT, CT-PETRO, CT-GAS, CONAUT, METROVAL, EMERSON) to ascertain critical points in the Joint Administrative Rule ANP-INMETRO; (iii) analysis of consistency of legal and technical aspects of the Administrative Rule and (iv) identify new demands and needs of the oil and gas industry in the country. As the main result, the work identified and characterized technical and legal aspects of the legislation related to oil and gas flow measurements to help reformulate and update the Administrative Rule, ANP-INMETRO 001/2000. In conclusion, the oil and gas legislation concerning the Technical Regulation and Measurement should be adapted to new exploration challenges.

## Keywords

1. Metrology. 2. Petroleum and gas flow measurement. 3. Legislation applicable to measurements. 4. Regulation. 5. Legal Metrology.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>16</b>
1.1	Objetivos	16
1.2	Metodologia	17
1.3	Estrutura	17
<b>2</b>	<b>Setor de petróleo e gás natural no Brasil: breve histórico</b>	<b>20</b>
2.1	Fim do monopólio do petróleo	20
2.2	Do monopólio à regulação	21
2.3	O novo regime regulatório	23
2.3.1	O Papel da ANP	23
2.3.2	Portarias da ANP	25
2.4	O contexto atual	27
2.4.1	O arcabouço legal; Lei nº 9.748/97 e Decreto 2.705/98	27
2.4.2	Participações políticas para mudança da Lei do Petróleo	31
2.4.4	Lei do Gás Natural	21
<b>3</b>	<b>Experiência brasileira na regulação da medição</b>	<b>34</b>
3.1	Regulação	34
3.2	A importância da regulação	36
3.3	Regulação no segmento <i>upstream</i> e <i>downstream</i>	37
3.4	Papel da ANP no cenário de concessões de produção	37
3.5	Atribuições da ANP nas questões de medição da produção	38
3.5.1	Controle da produção de petróleo e gás natural	39
3.5.2	Controle de atividades e investimentos	41
3.5.3	A fiscalização da medição de petróleo e gás natural	41
3.5.4	Integridade dos sistemas operacionais	42
3.5.5	Controle na medição da queima de gás natural	43
3.5.6	Gestão das concessões	43
3.6	Controle e distribuição das participações governamentais	44
3.6.1	Royalties do petróleo e gás natural	45
3.6.2	Metodologia de cálculo	47
<b>4</b>	<b>A Experiência internacional na gestão da medição</b>	<b>50</b>
4.1	A experiência dos Estados Unidos	50
4.1.1	Estrutura institucional	50
4.1.2	Regime de outorga	52
4.1.3	Regime tarifário	53
4.1.4	Exploração e produção	54
4.2	A experiência do Canadá	55
4.2.1	Estrutura institucional	55
4.2.2	Regime de outorga	56
4.2.3	Regime tarifário	56
4.2.4	Exploração e produção	56



4.3	A experiência da Austrália	58
4.3.1	Estrutura institucional	58
4.3.2	Regime de outorga	59
4.3.3	Regime tarifário	59
4.3.4	Exploração e produção	60
4.4	A experiência do Reino Unido	61
4.4.1	Estrutura institucional	61
4.4.2	Regime de outorga	61
4.4.3	Regime tarifário	62
4.4.4	Exploração e produção	63
4.5	A experiência da Noruega	65
4.5.1	Estrutura institucional	65
4.5.2	Regime tarifário	67
4.5.3	Regime de outorga	68
4.5.4	Exploração e produção	68
4.6	Regulamentação dos sistemas de medição: estudo comparativo	71
<b>5</b>	<b>Regulamentação técnica da medição de petróleo e gás natural no Brasil</b>	<b>74</b>
5.1	Escopo	74
5.2	Abrangência	76
5.3	Recursos necessários	79
5.3.1	Medição de petróleo	79
5.3.2	Medição de gás	81
5.4	Procedimentos operacionais	83
5.5	Resultados esperados	85
5.5.1	Condições de referência (ou condições base)	86
5.6	Gestão metrológica	86
5.6.1	Recursos Humanos e treinamentos	87
5.6.2	Inspeções e auditorias internas	88
5.6.3	Supervisão de processo e validação de resultados	88
5.6.4	Análise crítica dos resultados	89
5.7	O Papel do INMETRO	89
5.7.1	O Controle metrológico	90
5.7.2	Portaria nº 64 de 2003	93
5.8	Rede Brasileira de Calibração	95
5.9	Benefícios da regulamentação do setor petrolífero	96
5.9.1	Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)	96
5.9.2	Fortalecimento da infra-estrutura laboratorial	98
<b>6</b>	<b>Análise crítica: aspectos técnicos e jurídicos da regulamentação da medição de petróleo e gás natural</b>	<b>100</b>
<b>6.1</b>	<b>Adoção de diretrizes para novos cenários de produção</b>	<b>101</b>
6.2	Atualização das referências metrológicas	101
6.3	Flexibilização de sistemas e procedimentos previstos no RTM	102

6.4	Aprovação de novas tecnologias	103
6.5	Flexibilização da regulamentação: campos marginais e maduros	104
6.5.1	O caso particular dos Estados Unidos	107
6.6	Aprovação pela ANP de processos alternativos ao RTM	107
6.7	Visão crítica a legislação: Lei n° 9.478/97	108
<b>7</b>	<b>Conclusões e recomendações</b>	<b>109</b>
	<b>Referências Bibliográficas</b>	<b>112</b>
<b>A</b>	<b>PORTARIA CONJUNTA N° 001 ANP/INMETRO (2000)</b>	<b>116</b>
<b>B</b>	<b>LEI DO PETRÓLEO (N° 9.478, DE 6.8.1997)</b>	<b>133</b>
<b>C</b>	<b>LEI N° 7.990, DE 28.12.1989</b>	<b>148</b>
<b>D</b>	<b>DECRETO N° 2.705, DE 3.8.1998 - DOU 4.8.1998</b>	<b>151</b>
<b>E</b>	<b>QUESTÕES NÃO REGULAMENTADAS: REIVINDICAÇÕES</b>	<b>162</b>

## Lista de figuras

2.1	Mapa das concessões de exploração e produção	30
2.2	Matriz energética nacional	33
3.1	Evolução da produção de petróleo (bep) entre 2000 a 2007	40
3.2	Evolução da produção de gás (m <sup>3</sup> ) entre 2000 a 2007	40
3.3	Estrutura atual da distribuição dos royalties	45
3.4	Evolução da arrecadação dos royalties (1998-2007)	46
3.5	Participação especial: evolução da arrecadação (2000-2007)	46
4.1	Tendência de declínio das reservas no Mar do Norte	63
4.2	Tributos recolhidos no Mar do Norte lado britânico	64
4.3	Reservas da Noruega	68
4.4	Evolução da produção da Noruega	69
5.1	Evolução de sistemas de medição adequados	74
5.2	Controle metrológico segundo o INMETRO	92

## Lista de tabelas

2.1	Principais instrumentos regulatórios lançados pela ANP	26
3.1	Participações governamentais pagas aos beneficiários.	46
3.2	Parcela de 5% (Lei nº 7.990/89 e Decreto nº 01/91)	49
3.3	Parcela > de 5% - Lei nº 9.478/97 e Decreto nº 2.705/98	49
3.4	Pagamento das participações especiais	49
4.1	Tipos de regulamentos e características dos países	50
4.2	Incertezas de medição aceitáveis conforme o CCO	57
4.3	Incertezas dos sistemas de medição conforme o CCO	58
4.4	Incertezas de medição típicas segundo o DTI	65
4.5	Incertezas de medição aceitáveis conforme o NPD	70
4.6	Quadro comparativo regulatório dos países selecionados	71
5.1	Erros máximos na medição de grandezas associadas	80
5.2	Incertezas máximas admissíveis na medição de gás	83
5.3	Recursos para a medição dos volumes	84
5.4	Níveis de erros e incertezas de medição segundo o RTM	85
5.5	Laboratórios nacionais acreditados da RBC	96
E.I	Planilha de reivindicações sobre questões não regulamentadas pelo RTM	163

## Siglas e Abreviações

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACCC	Australian Competition and Consumer Commission
AGA	American Gás Association
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
API	American Petroleum Institute
ASME	Sociedade Americana de Engenheiros Mecânicos
ATO	Gabinete de Impostos Australiano
BERR	Department for Business, Enterprise and Regulatory Reform
BLM	Bureau of Land Management
BMP	Boletins Mensais de Produção
CADE	Conselho Administrativo de Direito Econômico
CEFET-RN	Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte
CEFET-SE	Centro Federal de Educação Tecnológica de Sergipe
CETEC	Centro Tecnológico de Minas Gerais
C-NOPB	Canada-Newfoundland <i>offshore</i> Petroleum Board
CNP	Conselho Nacional do Petróleo
CNPE	Conselho Nacional de Política Energética
C-NSOPB	Canada-Nova Scotia <i>offshore</i> Petroleum Board
CONMETRO	Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
CPP	Contratos de Produção Partilhada
CRF	Código de Regulamentação Federal
CT-GAS	Centro de Tecnologia do Gás
CT-PETRO	Fundo Setorial do Petróleo e Gás Natural
DMPR	Departamento de Minerais e Recursos Petrolíferos
DOE	Department of Energy
DTI	Department of Trade & Industry
E&P	Exploração e Produção
EERE	Energy Efficiency and Renewable Energy
EIA	Energy Information Administration
FAURGS	Fundação Universidade do Rio Grande do Sul

FERC	Federal Energy Regulatory Commission
GLO	General Land Office
IBP	Instituto Brasileiro do Petróleo
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
INPM	Instituto Nacional de Pesquisas e Medidas
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo
IQM	Instituto de Qualidade e Metrologia
ISO	International Organization for Standardization
ITUC	Instituto Tecnológico da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia
MME	Ministério das Minas e Energia
MMS	Mineral Management Service
NCC	National Competition Council
NEB	National Energy Board
NFP	Núcleo de Fiscalização da Medição de Petróleo e Gás Natural
NGPAC	National Pipeline Advisory Committee
NPD	Norwegian Petroleum Directorate
NSOGM	Sociedade Noruega de Medição de Petróleo e Gás
OCS	Outer Continental Shelf
OCSLA	Outer Continental Shelf Lands Act
OIML	International Organization of Legal Metrology
ONM	Organismos Nacionais de Normalização
OTO	Gabinete de Impostos Petrolíferos
PAP	Programas Anuais de Produção
PAT	Programas Anuais de Trabalho e Orçamento
PCS	Poder Calorífico Superior
PD	Plano de Desenvolvimento
PE	Participações Especiais
PEN	Política Energética Nacional
PETROBRAS	Petróleo Brasileiro S.A.
PIB	Produto Interno Bruto
PND	Programa Nacional de Desestatização
POAG	Programa de ajuste para a Redução da Queima de Gás Natural
PosMQI	Programa de Pós-Graduação em Metrologia (PUC-Rio)
PRT	Taxa de Receita do Petróleo
PUC-Rio	Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

RBC	Rede Brasileira de Calibração
RBMLQ-I RTM Natural	Rede Brasileira de Metrologia Legal e Qualidade - InMetro Regulamento Técnico de Medição de Petróleo e Gás
SBN	Sistema Brasileiro de Normalização
SDE	Secretaria de Direito Econômico
SDFI	State's Direct Financial Interest
SDP	Superintendência de Desenvolvimento e Produção
SINMETRO	Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
SPL	Superintendência de Promoção de Licitações
SPT	Imposto Especial de Petróleo
STN	Secretaria do Tesouro Nacional
UFBA	Universidade Federal da Bahia
UFES	Universidade Federal do Espírito Santo
UFRN	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UIWP	Upstream Issues Working Group
UNIFACS	Universidade de Salvador
USGS	United States Geological Survey
VIM	Vocabulário Internacional de Termos Fundamentais e Gerais de Metrologia
WA	Austrália Ocidental