

7 Referências Bibliográficas

ANP. **Boletim da Produção, dezembro de 2012.** Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=60686&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1340611274215>> Acesso em: 25 de fevereiro de 2013.

ANP. **Brazilian Regulatory Approach to Reduce Gas Flaring, 2012.** Disponível em: <<http://www.flaringreductionforum.org/downloads/Morais.pdf>> Acesso em 01 de dezembro de 2012.

ANP. **Competências da ANP.** Disponível em: < <http://www.anp.gov.br/>> Acesso em: 01 de junho de 2012.

ANP. **Consulta de Produção Mensal de Hidrocarbonetos.** Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=42181>> Acesso em: 01 de abril de 2013.

ARANTES, W. F. **Avaliação metrológica da comparação interlaboratorial da calibração de medidores ultra-sônicos.** Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Mecânica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

BAHIA GÁS DOCUMENTA. **Gás natural: Benefícios Ambientais no Estado da Bahia.** Salvador: Solisluna, v.1, n.1, 127p, mai. 2005.

BAKER, RC; THOMPSON, EJ. **A two beam ultra-sonic phase shift flowmeter. Proceedings of Fluid Flow Measurement in the Mid-1970's.** National Engineering Laboratory, Glasgow, UK, 1975.

BOWKER, Nigel. **BP Emerging Policy on Flare Gas Metering.** BP. Aberdeen, 2001.

CAMARA, Wil et al. **Ultrasonic Flow Meter Compliance with API 14.10. Measurement of Flow Flares.** SICK. The Americas Flow Measurement Conference, 2012.

CARVALHO, Eduardo. Considerada fracasso na época, Rio 92 foi 'sucesso' para especialistas. **O Globo, 2012.** Disponível em: <<http://g1.globo.com/natureza/rio20/noticia/2012/05/considerada-fracasso-na-epoca-rio-92-foi-sucesso-para-especialistas.html>> Acesso em 16 de junho de 2012.

CHAVES, Carlos Roberto. **Curso de Formação de Operadores de Refinaria Instrumentação Básica: Instrumentação Básica.** Curitiba, 2002. Disponível em: <<http://www.dequi.eel.usp.br/~felix/Instcont.pdf>>. Acesso em: 15 de julho de 2011.

Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas. Disponível em:<<http://www.brasil.gov.br/cop/panorama/o-que-esta-em-jogo/a-convencao>> Acesso em 16 de junho de 2012.

DELMÉE, G. J. **Manual de Medição de Vazão.** São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 2003.

Efeito Estufa, Suzano Papel e Celulose. Disponível em: <http://www.pegadadecarbonosuzano.com.br/mudancas-climaticas>. Acesso em: 16 de junho de 2012.

European Commission. **Emissions Trading Scheme**. Disponível em: http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/index_en.htm. Acesso em: 03 de março de 2012.

FARINA, M. **Flare Gas Reduction**. GE Energy, 2010. Disponível em: http://www.geenergy.com/content/multimedia/_files/downloads/GE%20Flare%20Gas%20Reduction%2001-24-2011.pdf. Acesso em: 10 de maio de 2012.

FERREIRA, Ana Luísa Auler da Silva. **Tecnologia Ultrassônica na Medição de Vazão em Escoamentos Incompressíveis**. 2010. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Mecânica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

FIVE ATLAS INSTRUMENT CO. Medidor Vórtice do Tipo Inserção. Disponível em: <http://portuguese.alibaba.com/product-gs/insertion-vortex-flow-meter-467697918.html>. Acesso em: 10 de abril de 2013.

FLUENTA. Fluenta Flare Gas Meter FGM 160. **Flow Calculations**, 2007.

FLUENTA. **Ultrasonic Gas Flare Meter**. Disponível em: <http://www.fluenta.com/>. Acesso em: 15 de maio de 2012.

GIBSON, Jeff. **Efeitos da instalação física nos medidores ultrassônicos de gás de tocha: Comparando modelos CFD com dados experimentais**. NEL, 2009.

GGFR. **International Practices in Policy and Regulation of Flaring and Venting in Upstream Operations**. WORLD BANK, 2011. Disponível em: http://siteresources.worldbank.org/INTGGFR/Resources/fr_policy_regulations_guidance.pdf. Acesso em 10 de maio de 2012.

GGFR. **Regulation Of Associated Gas Flaring And Venting: A Global Overview and Lessons**. WORLD BANK, 2003. Disponível em: http://www-wds.worldbank.org/servlet/WDSContentServer/WDSP/IB/2004/07/16/000012009_20040716133951/Rendered/PDF/295540Regulation0no10301public1.pdf

HUNTER, Lynn. Regulatory demands raising the bar for accurate *flare* gas measurement. **Revista Offshore**, 2010. Disponível em: <http://www.offshore-mag.com/articles/print/volume-71/issue-10/production-operations/regulatory-demands-raising-the-bar-for-accurate-flare-gas-measurement.html>. Acesso em 13 de março de 2012.

INCONTROL. Medidor de Vazão Tipo Turbina e Turbina de Inserção. Disponível em: <http://www.incontrol.ind.br/>. Acesso em: 02 de fevereiro de 2013.

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC Fourth Assessment Report, Climate Change 2007. Working Group III: Mitigation of Climate Change.

Disponível em: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.shtml> Acesso em: 01 de junho de 2012.

KAWAKITA, Kasuto. **Aspectos relacionados à utilização de medidores de vazão de óleo e gás sob condições diferentes das de calibração.** Rio Oil and Gas, 2012.

LAZARI, R. F. et al. **Princípio de Funcionamento de Computadores de Vazão.** Rio de Janeiro: I Congresso Interno do Inmetro, 2011.

LOTT, Rommel. **Sensores de Vazão Tipo Turbina.** Universidade Federal de Minas Gerais, 2010.

MARSALL, Craig. **Best Practice in Flare Gas Measurement.** Houston: Offshore Technology Conference, 2012.

MARCHETTI JR., Claudinei. **Utilização de Medidores Ultrassônicos para Medição Fiscal de Vazão de Gás Natural.** 132 f. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

MARSHALL, Graham. **Cormorant Alpha and Cormorant North Flare Gas Metering.** *Flare Gas Measurement and Reporting Seminar*, 2005.

MATSON, J.E et al. **Flare Gas Ultrasonic Flow Measurement with Improved Accuracy at Low Flow and Enhanced Immunity to Cross Flow.** The Americas Flow Measurement Conference. Houston, 2012.

MELNYK, Ivan. **Novel Technique for Flare Gas Measurement – Optical L2F Gas Flow Meters.** *Flare Gas Measurement and Reporting Seminar*, 2005.

MENDES, Thiago; FILHO, Saulo. **Antes do pré-sal: emissões de gases de efeito estufa do setor de petróleo e gás no Brasil.** São Paulo, 2012.

MILES, Jonathan. **Steps Toward Zero Flaring Delivers Maintenance Cost Reductions and Environmental Benefit – Operational Experiences.** *Flare Gas Measurement and Reporting Seminar*, 2005.

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, MCTI. **Inventário de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa não Controlados pelo Protocolo de Montreal – Parte II,** 2009. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0004/4199.pdf>

MME, EPE. **Balanço Energético Nacional, 2011.** Disponível em: <<https://ben.epe.gov.br/>>. Acesso em: 15 de maio de 2012.

Nacional Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA. **Flare Data.** Disponível em: <<http://www.noaa.gov/>> Acesso em: 15 de maio de 2012.

NPD. **FACTS,** 2012. Disponível em: <<http://www.npd.no/en/Publications>> Acesso em: 01 de junho de 2012.

OGP. **Flaring & venting in the oil & gas exploration & production industry.** Report No. 2.79/288, 2010. Disponível em: <www.ogp.org.uk/pubs/288.pdf> Acesso em: 10 de maio de 2012.

ORLANDO, Alcir. **Medição de Gás Natural com Medidores Ultrassônicos**. Rio de Janeiro, 2008.

PINHEIRO, José. **Apostila do curso de medição fiscal de petróleo e gás natural**. IBP, 2012.

PINHEIRO, José. **Desafios na medição de vazão de petróleo e gás natural nos campos do Pré-Sal**. São Paulo: Encontro Técnico Mensal Aplicações e Tecnologias Atuais de Medição de Vazão, 2010. Disponível em: <<http://www.isasp.org.br/palestras/14102010petrobras.pdf>> Acesso em: 01 de maio de 2012.

PINHEIRO, José et al. **Importância da avaliação das incertezas na medição dos volumes de petróleo e gás natural**. Revista Produto & Produção, vol. 11, nº 1, p. 99-112, fev. 2010.

PRCI, Pipeline Research Council International - Effect of Thermowell Temperature Measurement on Orifice and Ultrasonic Flowmeters in Gas.

RAMOS, Rogério. UFES. **Estudo de medição de gás de flare**. Espírito Santo, 2013.

REIS, Rogério. A Usina de Boas Novas: A Petrobras caminha para bater as metas dos 500.000 barris diários. **Revista Veja**, 29 de fevereiro de 1984.

RIBEIRO, Marco Antonio. **Medição de Petróleo e Gás Natural**. 3ª Edição. Salvador, 2003. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAOFwAH/medicao-petroleo-gasnatural>>. Acesso em: 16 de julho de 2011.

ROSS, Steve et al. **Implications of Flare Gas Measurement on BP UK E&P Facilities**. Flare Gas Measurement and Reporting Seminar, 2005.

SANTOS, Vanessa de Castro Maciel. **A Medição Fiscal dos Volumes de Petróleo – Medidores Ultrassônicos. Monografia (Graduação) – Escola de Engenharia, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2011.**

Sistema de Flare, KRCONTROL. Disponível em: <<http://krcontrol.com/wp-content/uploads/2010/03/SISTEMA-DE-FLARE2.pdf>>. Acesso em: 01 de junho de 2012.

TUV NEL. **Good Practice Guide – Flare Gas Measurement Using Ultrasonic Transit-Time Flow Meters**. East Kilbride, Glasgow, 2010.

ZAMALLOA, Guido. **Avaliação de Alternativas Tecnológicas (GNL e GTL) para viabilização de jazidas de gás natural remotas em países em desenvolvimento**. Universidade de São Paulo, 2004.

WORLD BANK. **Comparison of Associated Gas flaring regulations: Alberta & Norway**. Disponível em: <http://siteresources.worldbank.org/EXTGGFR/Resources/578068-1258067586081/Alberta_Norway_regulations_comparison.pdf> Acesso em 01 de maio de 2012.

WORLD BANK. **Guidelines on *Flare* and Vent Measurement.** Washington, 2008.

8Referências Normativas

AGA Report No. 3 **Orifice Metering of Natural Gas and Other Related Hydrocarbon Fluids**. American Gas Association, 2000

AGA Report No. 9 - **Measurement of Gas by Multipath Ultrasonic Meters**. American Gas Association, 1998.

AGA Report No. 10 - **Speed of Sound in Natural Gas and Other Related Hydrocarbon Gases**. American Gas Association, 2003

API. **Flare Details for General Refinery and Petrochemical Service**. ANSI/API 537. Segunda Edição. Washington, 2008.

API. **Manual of Petroleum Measurement Standards. Chapter 14 – Natural Gas Fluids Measurement, section 10 – Measurement of Flow to Flares**. Primeira Edição. Washington, 2007.

API. **Manual of Petroleum Measurement Standards. Chapter 21– Flow Measurement Using Electronic Metering Systems. Section 1 – Electronic Gas Measurement**. Washington, 1993.

BRASIL. Portaria ANP n° 09, de 21 de janeiro de 2000. Aprova o Regulamento Técnico ANP que define os termos relacionados com as reservas de petróleo e gás natural. **Legislação de Petróleo e Gás**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=58678>>. Acesso em: 21 de junho de 2012.

BRASIL. Portaria ANP n° 90, de 31 de maio de 2000. Aprova o Regulamento Técnico que define o conteúdo e estabelece procedimentos quanto à forma de apresentação do Plano de Desenvolvimento para os campos de petróleo e gás natural. **Legislação de Petróleo e Gás**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=58678>>. Acesso em: 21 de junho de 2012.

BRASIL. Portaria Conjunta ANP/INMETRO n° 01, de 19 de junho de 2000. Aprova o Regulamento técnico de medição de petróleo e gás natural. **Legislação de Petróleo e Gás**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?id=478>>. Acesso em: 21 de junho de 2012.

BRASIL. Portaria ANP n° 100, de 20 de junho de 2000. Aprova o Regulamento Técnico do Programa Anual de Produção para os campos de petróleo e gás natural. **Legislação de Petróleo e Gás**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=58678>>. Acesso em: 21 de junho de 2012.

BRASIL. Portaria ANP n° 249, de 01 de novembro de 2000. Aprova o Regulamento Técnico de Queimas e Perdas de Petróleo e Gás Natural. **Legislação de Petróleo e Gás**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=58678>>. Acesso em: 21 de junho de 2012.

BRASIL. Portaria ANP n° 69, de 06 de abril de 2011. Aprova o Regimento Interno da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Legislação de Petróleo e Gás.** Disponível em: <http://nxt.anp.gov.br/nxt/gateway.dll/leg/folder_portarias_anp/portarias_anp_admin/2004/agosto/panp%20160%20-%202004.xml>. Acesso em: 21 de junho de 2012.

DECC – Department of Energy & Climate Change. **Guidance on the Content of Offshore Oil and Gas Field Development Plans.** Reino Unido, 2012.

DECC – Department of Energy & Climate Change. **Guidance Notes for Petroleum Measurement, Issue 8, For systems operating under the Petroleum (Production) Regulations.** Reino Unido, 2012.

ERCB. **Directive 060: Upstream Petroleum Industry Flaring, Incinerating and Venting.** Canadá, 2011.

EUA. 30 CFR 250.1163. How must I measure gas flaring or venting volumes and liquid hydrocarbon burning volumes, and what records must I maintain? **Electronic Code of Federal Regulation.** Disponível em: <http://www.ecfr.gov/>. Acesso em: 23 de junho de 2012.

EUA. 30 CFR 250.1160. When may I *flare* or vent gas? **Electronic Code of Federal Regulation.** Disponível em: <<http://www.ecfr.gov/>> Acesso em: 23 de junho de 2012.

Hydrocarbon Management Committee 58. **Guidelines for Determination of Flare Quantities from Upstream Oil and Gas Facilities.** Energy Institute. London, 2008.

ISO 17089-1:2010. **Measurement of fluid flow in closed conduits - Ultrasonic meters for gas - Part 1: Meters for custody transfer and allocation measurement.**

ISO 17089-2:2012. **Measurement of fluid flow in closed conduits - Ultrasonic meters for gas - Part 2: Meters for industrial applications**

ISO 5167-2: 2003 **Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular cross-section conduits running full**

ISO 2975-1:1974. **Measurement of water flow in closed conduits - Tracer methods**

ISO 25457:2008. **Petroleum, petrochemical and natural gas industries -Flare details for general refinery and petrochemical service**

ISO GUM - ABNT, INMETRO, SBM. **Guia para a Expressão da Incerteza de Medição.** Segunda Edição Brasileira. Rio de Janeiro, 1998.

NORSOK I-104. **Fiscal measurement systems for hydrocarbon gas.** Rev. 3, November 2005

9ANEXO I

| Tabela comparativa das tecnologias de medição de gás (WORLD BANK, 2008) | | | | | | | | | |
|---|----------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--|--|-----------------------------------|---------------------------|--|--|
| Tipo de Medidor de Vazão | Princípio de Medição | Diâmetro de Tubulação Aplicável (D) | Capacidade de Vazão ou Faixa de Vazão | Requisitos para Trechos Retos | Perda de Pressão Líquida | Incerteza | Dependente da Composição? | Adequado para gás seco ou contaminado? | Outras restrições |
| Tubos Venturi | ΔP | 5 a 120 cm (2 a 48") | 10:1 faixa | 6 a 20 D (montante) 2 a 40 D (jusante) | 10 a 20% do ΔP dependendo do β | $\pm 1\%$ a 2% da escala completa | Sim | Sim | Elimina turbilhões e pulsações. Depende da temperatura do Gás. |
| Placa de Orifício | ΔP | 1,3 a 180 cm (1/2 a 72") | 5:1 faixa | 6 a 20 D (montante) 2 a 40 D (jusante) | Alta relatividade com outros medidores de ΔP | $\pm 2\%$ a 4% da escala completa | Sim | Sim | Elimina turbilhões e pulsações. Depende da temperatura do Gás. |

| | | | | | | | | | |
|-----------|-------------|--------------------------|---|-----------------------------|--|-------------------------|-----|----------|---|
| Diafragma | Volumétrico | | Máximo de 13, 130 e 283 m ³ /h @ 34, 172 e 690 kpa (450, 4600 e 10.000 scf/h @ 10, 25 e 100 psig); Faixa maior que 200:1 | Nenhum | 0,5 kpa (0,1 psi) | ± 0,1% da taxa de vazão | Não | Não | Aplicado para medição de gás comercial e doméstico. Um filtro é normalmente instalado imediatamente a montante do contador para remover partículas. |
| Turbina | Volumétrico | 0,64 a 60 cm (1/4 a 24") | 6.500 m ³ /h (230.000 scf/h) 20:1 até 100:1 faixa de vazão para grandes medidores operando a 9.700kpa (1400 psig) | 10D (montante) 5D (jusante) | 34 a 41 kpa (5 a 6 psig) @ 6,1 m/s (20 ft/s) | ± 0,1% da taxa de vazão | Não | Limitado | Fluxo reto beneficia o rotor da turbina. Não exceda vazão máxima. Suscetíveis à contaminação. |

| | | | | | | | | | |
|----------------------------------|------------|-----------------------|---|---------------------------------------|--|-----------------------|-----|----------|--|
| Vórtice | Velocidade | 2,5 a 30 cm (1 a 12") | 0,03 a 100m/s (0,1 a 328 ft/s) 2000:1 faixa de vazão | 10 a 20D (montante) 5 D jusante | 34 a 41 kpa (5 a 6 psig) @ 6,1 m/s (20 ft/s) | ± 2% da taxa de vazão | Não | Limitado | Fluxo reto beneficia o rotor da turbina. Não exceda vazão máxima. Suscetíveis a vibrações e pulsações. |
| Ultrassônico (Tempo de Trânsito) | Velocidade | > 0,32 cm (> 1/8") | 0,03 a 100m/s (0,1 a 328 ft/s) 2000:1 faixa de vazão | 10 a 30D (montante) 5 a 10D (jusante) | Nenhuma | ± 2% a 5% do valor | Não | Moderado | Elimina turbilhões. |
| Ótico | Velocidade | | 0,03 a 100m/s (0,1 a 328 ft/s) 2000:1 faixa de vazão | 10 a 30D (montante) 5 a 10D (jusante) | Nenhuma | ± 2,5% a 7% do valor | Não | Moderado | Elimina turbilhões. |

| | | | | | | | | | |
|---|--------------------|-------------------------|--------------|---------------------------------|-------------|----------------------------|-----|----------|---|
| Anemômetro Termal (Medidor Termal de Massa) | Velocidade (massa) | | 1000:1 faixa | 8 a 10D (montante) 3D (jusante) | Muito baixa | ± 1% a 3% da taxa de vazão | Sim | Não | Posicionamento crítico da sonda. Altamente dependente da composição para a medição. Depende da temperatura do gás. Suscetível à contaminação. |
| Rotâmetro | Velocidade | 1,3 a 10 cm (1/2 a 4") | 10:1 faixa | Nenhum | Baixa | ± 1% a 2% da taxa de vazão | Sim | Não | Deve ser montado verticalmente. Suscetível à contaminação. |
| Ponta-micro Rotor Anemômetro | Velocidade | 5 a > 91 cm (2 a > 36") | 10:1 faixa | 8 a 10D (montante) 3D (jusante) | Baixa | ± 2% da taxa de vazão | Não | Limitado | Posicionamento crítico da sonda. Depende da temperatura do gás. Suscetível à contaminação. |

| | | | | | | | | | |
|---------------|------------|--------------------------|-----------|---------------------------------|-------|-----------------------------------|-----|----------|---|
| Tubo de Pitot | Velocidade | 5 a > 183 cm (2 a > 72") | 3:1 faixa | 8 a 10D (montante) 3D (jusante) | Baixa | $\pm 0,5$ a 5% da escala completa | Sim | Limitado | Posicionamento crítico da sonda. Altamente dependente da composição para a medição. Suscetível à contaminação. Número de Reynold mínimo: de 20.000 a 50.000 |
|---------------|------------|--------------------------|-----------|---------------------------------|-------|-----------------------------------|-----|----------|---|