

# ASPECTOS METROLÓGICOS NA MEDIÇÃO DO GÁS NATURAL

Jorge Venâncio<sup>1</sup>

## Resumo

O presente artigo tem como objetivo descrever a importância dos aspectos metrológicos ligados a medição do gás natural com ênfase no segmento industrial. Inicialmente será feita uma abordagem geral do mercado do gás natural, as mudanças pelas quais o mesmo vem passando nos últimos anos e os seus impactos no que tange às exigências para a sua medição. Posteriormente serão descritas as principais questões técnicas ligadas ao tema e as suas evoluções tecnológicas exigidas pela realidade vigente, realçando-se a necessidade de uma abordagem sistêmica para a medição do gás natural. Serão descritos os componentes de um sistema típico de medição de gás utilizado neste segmento de mercado. Finalmente serão relacionados e comentados os principais aspectos metrológicos envolvidos com a medição do gás natural nas indústrias típicas brasileiras.

**Palavras-chave:** Gás; Medição; Industrial.

(1) *Mestre em Energia, Engenheiro Especializado em Gás Combustível com ênfase no tópico Medição do Gás, Engenheiro do COMGAS.*

## 1 INTRODUÇÃO – O GÁS NATURAL

O mercado de energia do mundo está atravessando um momento de grande agitação caracterizado pelo crescimento, introdução crescente da competitividade no setor e tendência de aumento da participação do gás natural nas matrizes energéticas dos diversos países. Existem em todo o mundo indícios de que o petróleo deixará brevemente de ser o principal combustível fóssil, em detrimento do gás natural, devido a diversas características que este energético possui tais como existência de reservas abundantes a curto e médio prazo e suas qualidades ambientais.

Este crescimento está ocorrendo não apenas nas nações desenvolvidas, mas também nas economias emergentes como é o caso dos países integrantes da América latina, Leste Europeu, Rússia, Oriente Médio, norte de África e Ásia. Estes países necessitam desenvolverem a suas indústrias do gás muito rapidamente se compararmos com o que ocorreu nas nações desenvolvidas, nas quais este mercado demorou muitos anos para ser consolidado. A expansão da indústria do gás natural é alicerçada em âmbito mundial pela adoção da filosofia de economia de mercado, a qual implica na adoção de políticas de eliminação de monopólios, estímulo a práticas de concorrência saudáveis e desenvolvimento de mercados econômicos regionais. O gás natural é reconhecido, ainda, pelo Banco Mundial como um energético “amigável” sob o ponto de vista ambiental.

Dentro deste contexto, o Brasil possui uma situação impar e de grande destaque, uma vez que é uma questão vital para o seu futuro o aumento, em curto prazo, da participação do gás natural na matriz energética.

Atualmente, a participação do gás natural na matriz energética é pequena e na ordem de 6,0%. Este quadro há que ser revertido com urgência, até mesmo porque além da questão apontada, o potencial hidroelétrico brasileiro passível de aproveitamento, sob o ponto de vista econômico, está se esgotando. Nos últimos anos tem havido um enorme crescimento do uso do gás natural no segmento industrial. Tal fato se justifica em função das vantagens ambientais e outros benefícios que o uso deste energético traz para o consumidor industrial

## 2 A IMPORTÂNCIA DA MEDIÇÃO DO GÁS NATURAL

A medição do gás, diante o cenário de grandes mudanças que o mercado de energia está atravessando, vive um momento caracterizado pela transposição de paradigmas. Este período começou nos anos oitenta nos Estados Unidos, evidenciados pelas mudanças nas empresas de rede, tais como as de distribuição de gás, eletricidade, entre outras. O mercado de energia como um todo passa por mudanças significativas em busca de maiores padrões de eficiência, uma vez que as novas sistemáticas de regulamentação dos monopólios não possibilitam outra alternativa para a sobrevivência das denominadas “*utilities*”

Neste contexto, esta aumentando de maneira intensa a demanda por maior exatidão nas medições, pois este parâmetro está associado diretamente com o risco do negócio. Alguns dos aspectos marcantes desta fase de mudança são a necessidade de mais estações para transferência de custódia devida ao maior número de “*players*” envolvidos e a agilização das operações relacionadas à cadeia de medição. Passa a ser necessário o conhecimento dos volumes de gás diariamente ou em períodos mais reduzidos;

Conforme Venâncio,<sup>(1)</sup> estas mudanças vêm ocasionando grandes investimentos em melhorias relacionadas a equipamentos de medição de gás em todo o mundo. Sistemas de medição com unidades conversoras de volume vêm sendo implantados em grande escala. Medidores do tipo ultra-som estão substituindo as tradicionais placas de orifício. Outros medidores vêm sendo substituídos por outros, com princípios físicos de medição diferentes, com a intenção de se obter melhor desempenho de consumo e melhor exatidão nas medições.

O Brasil, segundo Venâncio,<sup>(2)</sup> nos últimos vinte anos, atrasou-se no que tange ao uso das novas tecnologias da medição devido às dificuldades existentes para a importação de equipamentos e a pequena participação do gás no mercado de energia. Nos últimos 8 anos no entanto, com o aumento do uso do gás natural nas indústrias, passaram-se a utilizar instrumentos de medição compatíveis aos usados nos países do primeiro mundo. Se por um lado obteve-se um aumento da exatidão nas medições, por outro houve um aumento grande da complexidade dos instrumentos utilizados. Diante deste quadro, passa a ser necessário para o gestor de energia na indústria um conhecimento básico da medição de gás, haja visto o impacto financeiro que possui este energético no rateio de custos dos processos industriais.

### **3 ASPECTOS TÉCNICOS RELATIVOS A MEDIÇÃO DO GÁS NATURAL**

A questão da medição do gás é um assunto complexo. Trata-se de um fluido compressível, e como tal, a quantidade de massa contida em determinada unidade de volume, um metro cúbico, por exemplo, é variável em função da pressão e temperatura. Ocorre, no entanto, que os medidores contabilizam única e exclusivamente o volume de gás, fazendo-se assim necessário efetuarem-se, além da medição da vazão real (volume), as medições de pressão e temperatura. Uma vez conhecidos os volumes, pressões e temperaturas do gás, é feita a conversão do volume de gás medido nas condições de processo para o volume convertido associada às condições base de pressão e temperatura, preconizadas em uma determinada tarifa do gás (no caso do Brasil, 1 atmosfera e 20<sup>o</sup>C). Para tal utilizam-se as leis de Boyle e Charles Gay-Lussac associadas a algoritmos de cálculo dos fatores de compressibilidade.

Outra questão que deve ser levada em consideração é que os sistemas tarifários são idealizados tomando-se como base a quantidade de energia efetivamente contida em um metro cúbico. Sendo a composição química do gás variável com o tempo e a origem deste energético, faz-se necessário, também, a concepção de uma estratégia para a medição direta ou indireta do poder calorífico do gás. A medição do gás é, portanto um assunto multidisciplinar e cuja importância cresce em velocidade cada vez maior.

O estado da arte da medição tem basicamente acompanhado a realidade do mercado de energia. Até os anos oitenta, ocasião em que vigorava o modelo clássico de estruturação das empresas de rede, a importância do gás natural não era tão grande como hoje. Nesta época, o escopo da metrologia legal priorizava a medição da vazão propriamente dita, como grandeza primária, sendo as demais questões pertinentes ao gás, tais como as medições de pressão, temperatura, poder calorífico, algoritmos para conversão de volume, etc., tratadas de maneira isolada e muitas vezes não inseridas nas cadeias de rastreabilidade metrológica. Não havia a uma preocupação tão grande com a exatidão das medições e a tolerância relacionada aos erros de medição era maior, até porque as empresas que comercializavam o gás em todas as fases da sua cadeia de suprimento eram monopólios naturais quase que sem regulamentação, o que não estimulava a busca da eficiência. Diante deste quadro de transformações, passa a ser necessário uma abordagem sistêmica da medição de gás em contraposição a abordagem linear antes adotada.

### **4 A VISÃO DE SISTEMA DE MEDIÇÃO**

A conceituação de sistema de medição é sem dúvida essencial para o entendimento da medição de gás em uma indústria. Em se tratando de médios e grandes volume de gás utiliza-se assim denominada medição eletrônica de gás, a qual compreende o uso de um elemento primário (medidor que pode ser do tipo turbina, ultra-som, placa de orifício, etc) elementos secundários (medição de pressão, temperatura, pressão diferencial, pulsos, etc) e um elemento terciário (computador de vazão ou conversor de volume) para realizar a

conversão de volume para as condições base de pressão e temperatura e outras funcionalidades. Estes sistemas possuem vários pontos passíveis de falhas e a resolução de um problema relacionada á medição não se resume ao envio do medidor (elemento primário) para ser calibrado no laboratório, mas sim a uma análise apurada de todas as possíveis causas.

Diante do exposto, faz-se necessário que as cláusulas dos contratos de suprimento de gás, os quais não devem se limitar à estipulação dos erros máximos permissíveis. Vários aspectos, dentro da visão sistêmica da medição, poderão ser incorporados, tomando como base o documento em questão, tais como requisitos para auditoria e o acesso às informações armazenadas pelo elemento terciário. Deve-se ter em mente que não basta que a medição seja exata, mas faz-se necessário que haja a capacidade de se provar esta exatidão a qualquer momento, quando necessário, para todas as partes direta ou indiretamente envolvidas. Na Figura 1, visualiza-se uma concepção de sistema de medição de gás.

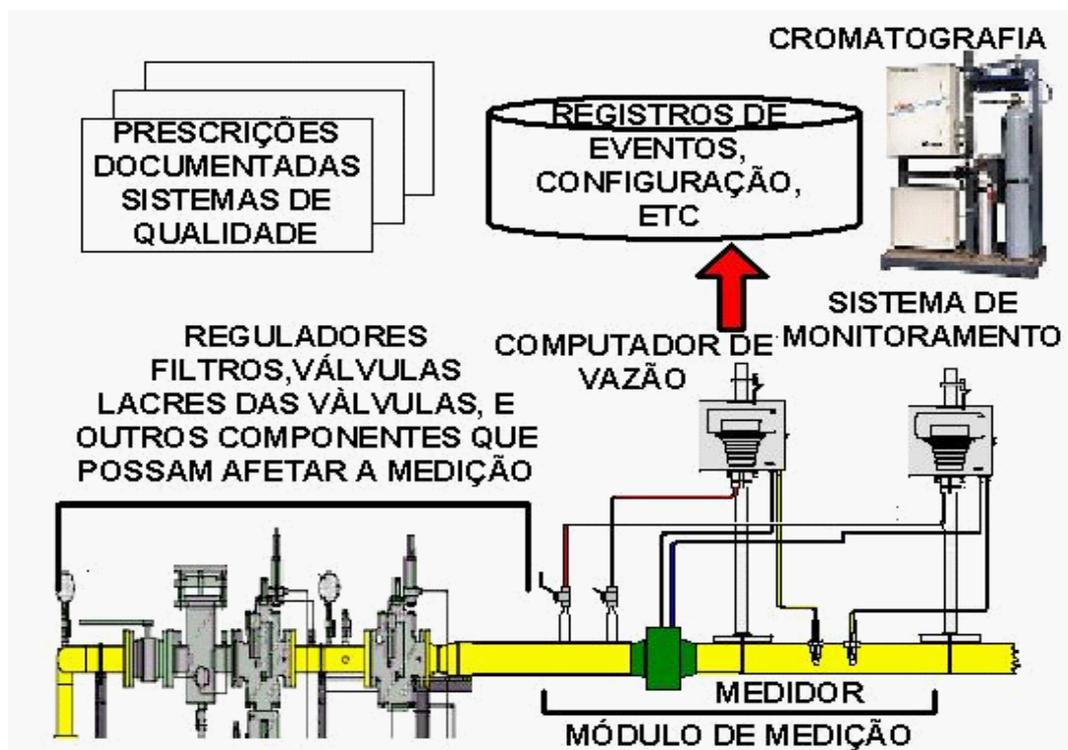


Figura 1. Visualização do sistema de medição.

Como podemos ver é necessário que haja uma abordagem global da medição que abranja efetivamente todas partes nela envolvidas, a qual inclui uma estratégia para a determinação dos níveis de incerteza da medição do poder calorífico, em todas as fases, incluindo-se a amostragem do gás, transporte, a defasagem no tempo de execução da cromatografia. A questão da cromatografia do gás também faz parte do seu escopo da medição do gás, conforme comentado no item 2.

## 5 O SISTEMA DE MEDIÇÃO TIPICAMENTE USADO EM UMA INDÚSTRIA

Nas indústrias, normalmente os sistemas de medição utilizados englobam os seguintes componentes principais:

### 5.1 Medidores

No segmento industrial praticamente se utilizam somente duas modalidades de medidores: turbina e rotativo

#### 5.1.1 Medidor tipo turbina

Trata-se essencialmente de um medidor de velocidade, que possui no seu interior um rotor (vide Figura 2) projetado com uma configuração aerodinâmica, cuja rotação é proporcional à velocidade do gás que flui no medidor. Um mecanismo de relojoaria (não aparece na figura) é conectado ao rotor através de um redutor e de um sistema de transmissão magnética, permitindo assim a totalização do volume de gás.

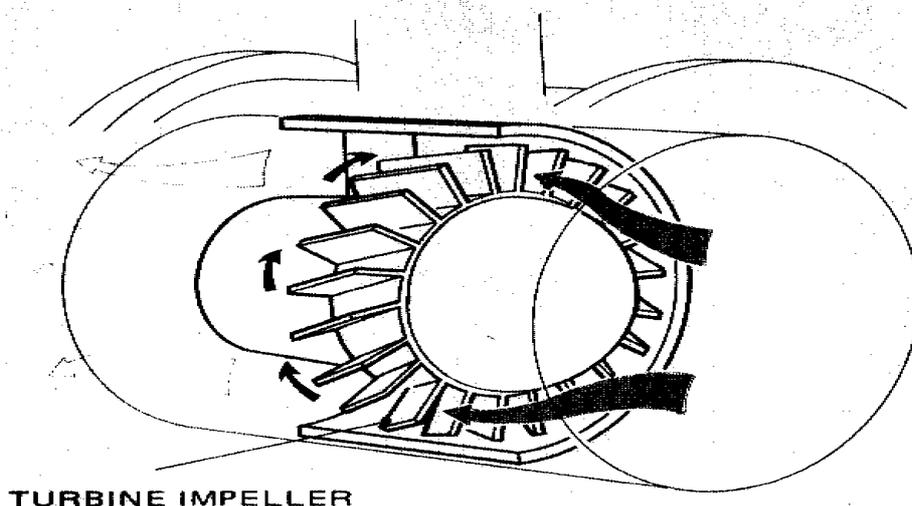


Figura 2. Medidor tipo turbina.

Suas principais vantagens são:

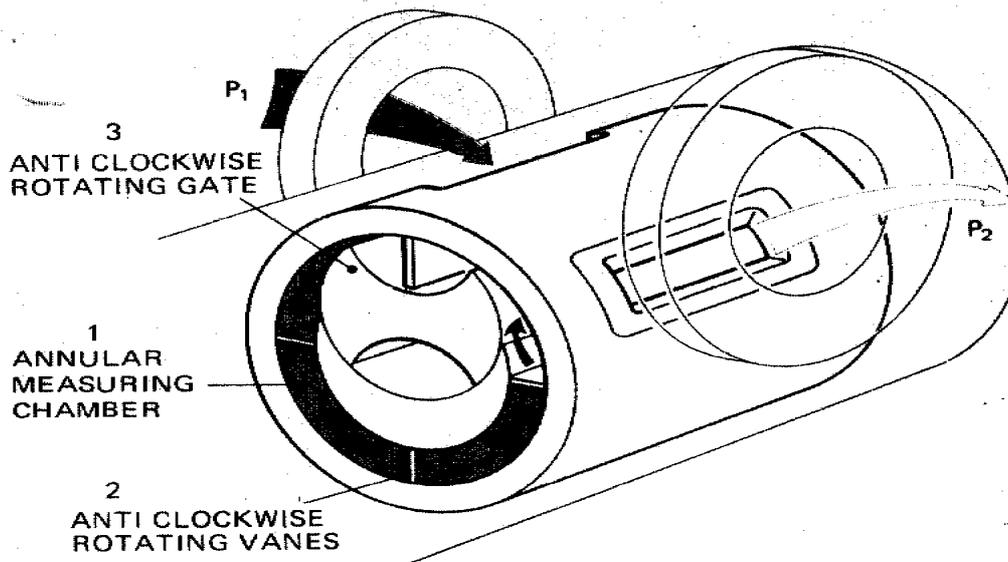
- Exatidão;
- Baixo custo;
- Única alternativa em indústrias economicamente viável;
- Aprovado para transferência de custódia.

Suas desvantagens são:

- Não resiste a pulsações;
- Mau desempenho em vazões baixas;
- Exige trechos retos para sua instalação.

#### 5.1.2 Medidor tipo rotativo

Trata-se de um medidor constituído por 4 câmaras delimitadas por 2 elementos rotativos (vide Figura 3), sendo os seus movimentos transmitidos a um mecanismo de relojoaria, o qual totaliza o volume de gás em  $m^3$



**Figura 3.** Medidor tipo rotativo.

Suas principais vantagens são:

- Pequenos tamanhos (quando comparados aos medidores de diafragma);
- Resistente às pulsações;
- Tecnologia conhecida;
- Boa faixa de vazões;
- Custo relativamente baixo.

Suas desvantagens são:

- Exige boa filtragem;
- Sensíveis a tensões nas tubulações;
- Exige verificação em campo e troca de óleo.

## 5.2 Elementos Secundários

Os elementos secundários que integram os sistemas de medição de gás no segmento industrial, basicamente são:

- Transdutores de pressão absoluta tipo “*strain gauge*”
- Sondas de temperatura tipo PT 100 (sensor de temperatura termoresistivo com transdutor incorporado no elemento secundário)
- Geradores de pulsos os quais transformam o volume totalizado pelos medidores em pulsos eletrônicos, possibilitando assim aos elementos terciários processarem os algoritmos de cálculo para a conversão do volume de gás.

## 5.3 Elementos Terciários

O elemento terciário mais utilizado na medição de gás no setor industrial é o conversor de volume de gás.

Conforme já explicado, a medição do gás exige que se leve em conta as variações de pressão, temperatura, poder calorífico e ainda o fator de compressibilidade, para que se possa de fato medir o conteúdo energético deste combustível. Antigamente utilizavam-se

conversores mecânicos os quais eram acoplados aos medidores em substituição aos mostradores. Estes instrumentos, os quais através de sensores de pressão e temperatura incorporados efetuavam as conversões relativas a estas grandezas, possuíam dois totalizadores: um fornecendo o volume medido pelo medidor e o outro fornecendo o volume convertido em função das variações de pressão e temperatura.

Atualmente utilizam-se os conversores eletrônicos, instrumentos digitais microprocessados, os quais tanto podem ser acoplados fisicamente aos medidores em substituição aos mostradores, como também podem ser conectados a eles via transmissão de pulsos. Estes conversores, tem tido uma utilização crescente nos últimos anos devido a uma série de vantagens, tais como:

- Armazenamento de informações (*data logger*), tais como dados relativos a pressão, temperatura, vazão, volumes de gás corrigido e não corrigido, voltagem da bateria, etc.
- Possibilidade de leitura remota através de telefone (com a instalação de um modem) ou extração de dados por intermédio de um “notebook”.
- Fornecimento de alarmes, tais como pressão alta, pressão baixa, vazão alta, temperaturas limites, falhas diversas, etc.

Para grandes aplicações utilizam-se *flow-computers*, (Figura 4) os quais possuem maiores funcionalidades, podendo ser conectados a cromatógrafos “on line”(aparelho que registra as variações do poder calorífico). A grande evolução da medição do gás tende a ser a transposição de um novo paradigma que seria a medição direta de energia, a exemplo dos medidores de energia elétrica.

## **6 PRÁTICAS METROLÓGICAS DA MEDIÇÃO DE GÁS NA INDÚSTRIA**

A medição de gás evoluiu muito rapidamente nos últimos anos e o estado da arte da metrologia legal não tem acompanhado estes avanços no mundo inteiro, haja vista a necessidade de tempo para se editarem as portarias e a colocação em práticas das atividades de supervisão metrológica. Basicamente um instrumento de medição para ser utilizado deveria ser submetido à aprovação de modelo, verificação inicial e verificasse periódica para transferência de custódia. O ideal seria que os órgãos de metrologia legal se incumbissem destas tarefas, mas em função das razões apontadas tais atividades ainda não abrangem todos os componentes do sistema de medição. Diante desta realidade a supervisão metrológica acaba sendo feito pelas artes interessadas, no caso as próprias empresas distribuidoras de gás natural.

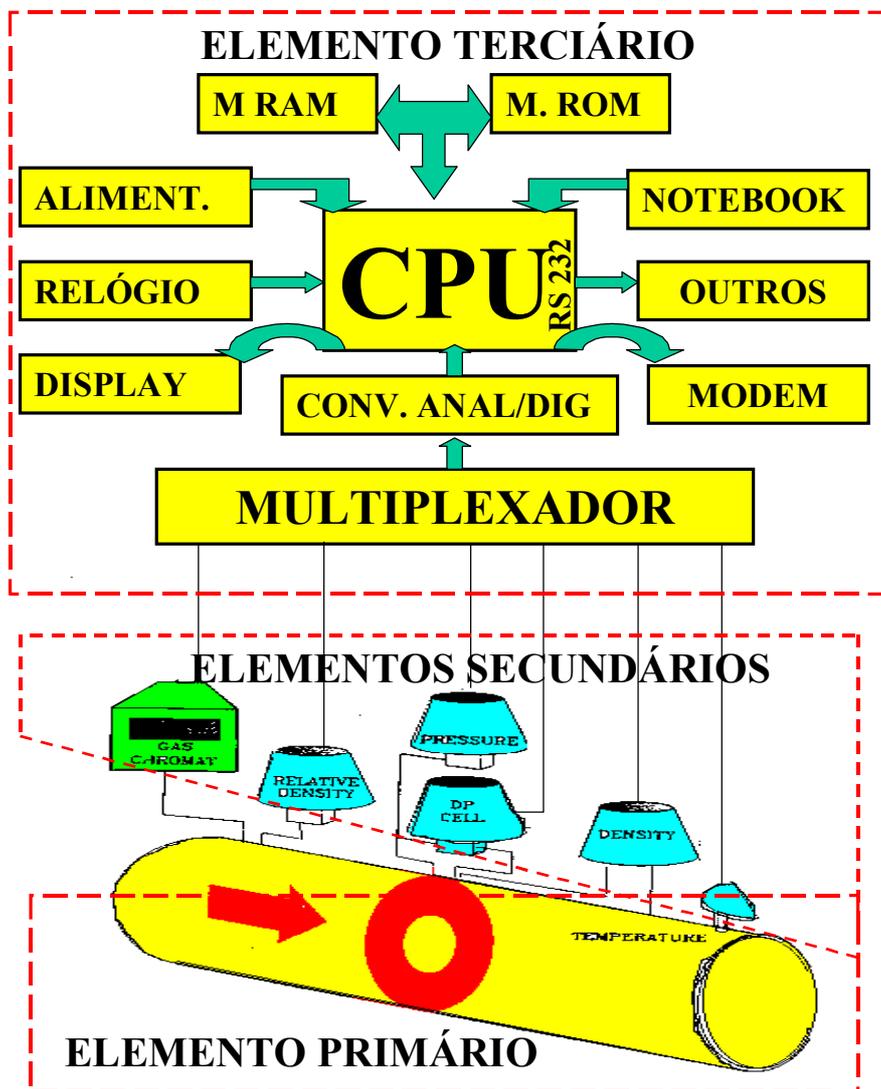


Figura 4. "Flow computer"

Os principais aspectos metrológicos relacionados a medição de gás indústria são:

- Selagem: Em sistemas de medição de gás a selagem não se limita aos tradicionais lacres mecânicos nos medidores. Entre os vários componentes do sistema de medição existem as ligações de segurança as quais devem ser seladas. No que tange aos conversores de volume e "flow computers", o conceito de lacre torna-se mais complexo e passa a incorporar os recursos do software destes instrumentos;
- Calibrações dos instrumentos e verificações em campo: Para sistemas de medição de gás típicos das indústrias, faz-se necessário se estabelecerem planos de calibração e verificação de todos os seus constituintes.

As principais normas e regulamentos usados são:

- OIML R6 - General provision for gas volume meters
- OIML R 32 - Rotary and Turbine gas meters
- ISO 5167 - Measurement of fluid flow by means of orifice plates, nozzles and venturi tubes inserted in circular cross-section conduits running full - 1980

- Manual of Petroleum Measurement Standards – Chapter 21 – Flow Measurement Using Electronic Metering Systems
- Norma OIML para sistemas de medição (draft)
- Portaria nº 11 4 do INMETRO (medidores tipo turbina/rotativo)

## 6 CONCLUSÃO

A medição de gás esta se tornando o mais importante aspecto da engenharia de gás a ser levado em conta nas transações comerciais deste energético, particularmente no segmento industrial. Urge a todos os envolvidos com este mercado conhecer os seus tos metrológicos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 VENÂNCIO, J.F.M. A medição do gás: o paradigma da virada do milênio. In: ENCONTRO DOS PROFISSIONAIS DOS GASES COMBUSTÍVEIS, 4., 2003. São Paulo.
- 2 VENÂNCIO, J.F.M. **A contribuição da automação para o mercado brasileiro residencial do gás combustível.** 2001. . Dissertação (Mestrado em Energia) – Instituto de Eletrotécnica e Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

## BIBLIOGRAFIA

- 1 OIML SEMINAR: WHAT WILL LEGAL METROLOGY BE IN THE YEAR 2020. 2002, Saint-Jean-de-Luz, France. **Conclusions and report...** Paris: International Organization of Legal Metrology, 2002.
- 2 VENÂNCIO, J.F.M. A medição do gás: aspectos práticos. In: CURSO GÁS NATURAL IBP, Rio de Janeiro, 2001. Apostila.
- 3 VENÂNCIO, J.F.M. A portaria INMETRO para sistemas de medição de gás natural: a transposição de um paradigma da metrologia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METROLOGIA, 3., 2003, Recife. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Metrologia, 2003.

# METROLOGICAL ASPECTS AT THE NATURAL GAS METERING

*Jorge Venâncio<sup>1</sup>*

## **Abstract**

This paper has the purpose of describing the metrological issues related to natural gas metering at the industrial market. Initially it will be described a general panorama of the transformations that had taken place at the natural gas Brazilian regulatory environment and its impacts at the metering activities. Then it will be described the most important aspects related to the natural gas measurement, like for example the most recent technologies and the necessity of applying the concept of measurement system in order to clarify metering issues. It will be also described a typical gas measurement system used at the industries. Finally it will be listed and commented the most important metrological aspects related to the industrial natural gas metering in Brazil.

**Key-words:** Natural gas; Metering; Industrial.

<sup>1</sup> *Master in Energy, Gas engineering with expertise in metering, Engineer of COMGAS – The Gas Company of Sao Paulo.*