



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

ESCOLA DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA

ENG07053 - TRABALHO DE DIPLOMAÇÃO EM
ENGENHARIA QUÍMICA



Análise das medições para gás liquefeito de petróleo: implementação de uma nova estação de medição

Autor: Jonas Rafael Scheffler

Orientador: Nilson Romeu Marcílio

Porto Alegre, Dezembro de 2011

SUMÁRIO

SUMÁRIO	ii
AGRADECIMENTOS	iii
RESUMO	iv
LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE TABELAS	vi
1 INTRODUÇÃO	7
2 ESTAÇÕES DE MEDIÇÃO	9
2.1 COMPONENTES BÁSICOS	9
2.2 TIPOS DE PROVADORES: CONVENCIONAIS E MICRO PROVADORES	11
2.3 GLP	15
3 MÉTODO DE PESQUISA	16
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25
ANEXO 1	26

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos que colaboraram no estímulo, auxílio, compreensão e orientação para a realização deste trabalho e tornaram possível a conclusão do curso de Engenharia Química.

- À minha família, em especial aos meus pais pelo apoio, compreensão, estímulo aos estudos e amor dedicados durante toda a minha vida;
- À minha namorada Liziane Seben com amor, pela compreensão, presença e apoio em grande parte da faculdade;
- Ao professor Doutor Nilson Romeu Marcílio pela orientação e correção deste trabalho;
- À Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pela qualidade dos professores, pela infra-estrutura fornecida e assistência estudantil, tão importantes especialmente no início do curso;
- Aos Professores e funcionários do Departamento de Engenharia Química, que apesar da limitação dos recursos físicos e financeiros, faz deste curso um dos melhores do Brasil.
- Aos amigos e colegas que fizeram parte deste período acadêmico;
- Aos amigos e colegas de trabalho da refinaria REFAP, pelo apoio nas trocas de horários de turno, que diversas vezes possibilitaram minha presença nas aulas.

RESUMO

O presente trabalho de conclusão de curso apresenta o estudo de caso da implementação de uma nova estação de medição utilizada para transferência de custódia de produto em uma refinaria de petróleo. Através de comparativo entre as medições durante a fase de certificação da nova estação de medição, foi possível verificar se a nova estação apresentava um desempenho satisfatório. Para melhor estruturação do trabalho, foi elaborado e aplicado um questionário dirigido a dois profissionais responsáveis pela implantação e acompanhamento do desempenho rotineiro das estações. As questões baseadas na prática diária das estações, puderam avaliar as dificuldades na implementação, bem como as diferenças desse novo equipamento em termos de desempenho, manutenção e operacionalidade. Os resultados mostraram que houve ganhos com a implementação da nova estação, com melhora na operacionalidade através da automatização e integração com o painel de controle, maior confiabilidade na manutenção dos equipamentos e na suas calibrações.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema básico de uma estação de medição.	9
Figura 2: Provador convencional de esfera bidirecional.	12
Figura 3: Micro Provador.	13
Figura 4: Número de expedições <i>versus</i> diferenças percentuais medidas pelos dois equipamentos.	21
Figura 5: Provador convencional bidirecional.	22
Figura 6: Micro Provador.	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Medições realizadas pelas duas EMED's no período de 01/04/2011 a 28/04/2011 20

1 INTRODUÇÃO

O cenário atual do mercado energético no Brasil tem se mostrado bastante promissor, com crescimento anual de 4,9% nos últimos 30 anos. O crescimento sustentado da economia brasileira tem favorecido o setor de derivados de petróleo tanto na área de combustíveis, quanto na área petroquímica. Os investimentos no setor petrolífero têm aumentado a cada ano desde a última década (ANP, 2011). O volume de vendas de combustíveis (diesel, gasolina, gás liquefeito de petróleo (GLP), querosene de aviação, entre outros) em 2010 ultrapassou os 106 milhões de metros cúbicos. Logo, a dinâmica do mercado e as pressões sofridas nas empresas para a entrega de demandas cada vez maiores em prazos estreitos, impulsionam a procura por equipamentos de manutenção facilitada, confiabilidade na operação e desempenho cada vez maior aliado à robustez.

O petróleo e seus derivados são de fundamental importância no desenvolvimento das atividades de diversos setores da economia. Oscilações no preço do petróleo afetam a economia tanto dos países desenvolvidos quanto dos em desenvolvimento. Aumentos nos preços do petróleo tendem a proporcionar um aumento no custo de vida de grande parte da população, já que os derivados do petróleo são utilizados como insumos para funcionamento, produção e desenvolvimento de grande parte das atividades econômicas. Pequenas oscilações entre a demanda e a oferta podem acarretar variação nos preços, que representam uma parcela considerável na composição de indicadores econômicos importantes, como por exemplo, a inflação (SOUZA, 2006).

Refinarias de petróleo são empresas que fornecem produtos em grande quantidade e para empresas distribuidoras de grande porte. Por isso, as operações de bombeamento, além de serem realizadas com total segurança e monitoramento dos riscos, são cobradas pela eficiência em sua operação, tanto sob aspectos de qualidade dos produtos vendidos, quanto da confiabilidade do volume expedido.

Para que critérios de qualidade sejam atendidos, a preparação dos produtos é padronizada através de padrões técnicos desenvolvidos, tendo registros de acompanhamento da qualidade através de amostragens nas unidades de processo, bem como nos tanques de armazenamento e certificação. Enquanto isso, para que as quantidades expedidas sejam determinadas com eficácia, são disponibilizados recursos para a correta determinação de quantidades enviadas para os clientes. Dentro do contexto dos equipamentos de um órgão

operacional, uma estação de medição (EMED) deve ser considerada um sistema especial, entendendo-se por esta expressão que os equipamentos utilizados, bem como as tecnologias de acompanhamento dos resultados afastam-se das normalmente empregadas para os sistemas convencionais de medição.

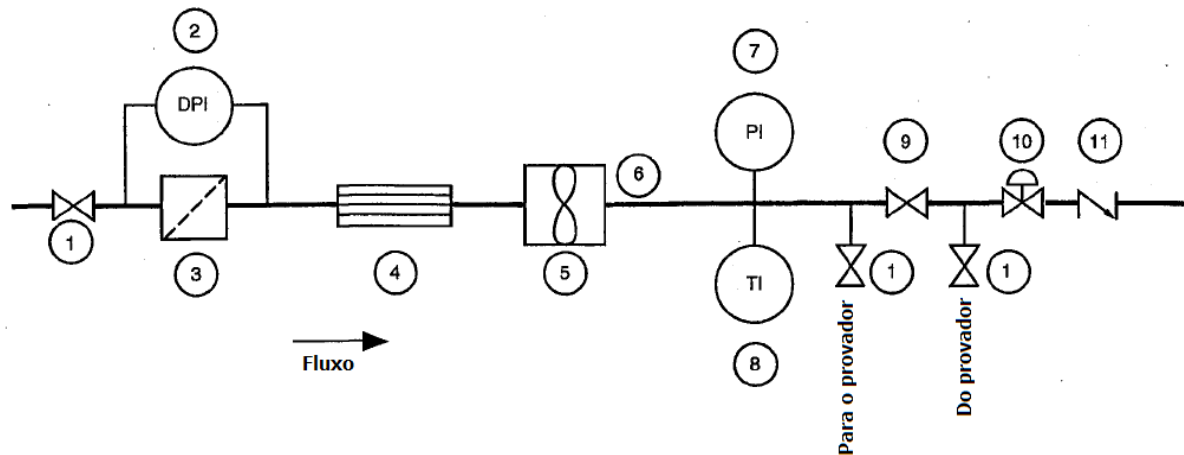
Para tanto, as refinarias tem estações de medição compostas por um conjunto de equipamentos interligados numa cadeia em que todos são importantes para o resultado final: a medição. Um dos equipamentos mais importante neste sistema é chamado provador. O papel deste dispositivo é de alta relevância, pois é o dispositivo que controla o erro da medição, através da verificação da calibração da turbina medidora de vazão. Partindo desta premissa, o objetivo deste trabalho é analisar a implementação de uma EMED nova, em termos de confiabilidade nas medições e de manutenção do sistema. Este estudo está limitado à análise da turbina como dispositivo para medição de vazão, não sendo abordado portanto, outros tipos de medidores tais como o de deslocamento positivo e coriólis.

O trabalho está dividido em cinco seções. Primeiramente é apresentada a introdução ao tema de estudo. A segunda seção mostra uma revisão teórica sobre os principais componentes de uma estação de medição de vazão em refinarias de petróleo; a caracterização e aplicação dos equipamentos utilizados para calibrar a medição de fluídos no sistema do tipo turbina; a caracterização do fluído estudado e aspectos considerados importantes para adoção de um provador no que diz respeito ao desempenho econômico de uma refinaria, contemplando aspectos de aferição, controle da quantidade expedida e sistema de manutenção. Na terceira seção é apresentado o método de pesquisa que foi desenvolvido neste estudo permitindo a análise dos resultados. Na seção seguinte que trata dos resultados são apresentados: os componentes utilizados em uma estação de medição na refinaria escolhida para operacionalização deste estudo, os provedores utilizados e as diferenças obtidas durante o uso destes empregando o fluído de interesse, bem como a análise do emprego do provador tipo micro provador considerando precisão nas medições e sistema de manutenção. Na quinta seção, são apresentadas as considerações finais do estudo sobre adoção de provador tipo micro provador.

2 ESTAÇÕES DE MEDIÇÃO

2.1 COMPONENTES BÁSICOS

Durante o projeto de uma estação de medição, os sistemas devem ser projetados visando maximizar a vida útil dos medidores. Basicamente, uma estação de medição tem o arranjo apresentado na Figura 1 abaixo.



- | | |
|---------------------------------------|--|
| 1. Válvula de bloqueio. | 7. Instrumento medidor de pressão. |
| 2. Medidor do diferencial de pressão. | 8. Instrumento medidor de temperatura. |
| 3. Filtro e/ou vaso condensador. | 9. Válvula duplo bloqueio (twin-seal) com dreno. |
| 4. Tubo retificador de fluxo. | 10. Válvula de controle. |
| 5. Turbina medidora. | 11. Válvula de retenção. |
| 6. Seção de tubo reto. | |

Figura 1: Esquema básico de uma estação de medição (fonte: adaptado de API 4.3).

Filtros são instalados a montante dos medidores, para garantir a remoção de sólidos em suspensão no líquido (principalmente carepas metálicas), bem como também estão presentes dispositivos de indicação de necessidade de limpeza. Isso porque, a aderência de sujeira às palhetas de uma turbina pode causar erros nas medições de maneira inaceitável ou exigir manutenções muito freqüentes (Encontro sobre estações de medição, Vol. 1, PETROBRAS, 1983). Os filtros utilizam malha de aço inox e seguem a classificação *Mesh Tyler*.

Em alguns casos, juntamente com o filtro é usado um vaso condensador para produtos com pressão de vapor superior à pressão atmosférica. Sua função é evitar a passagem do fluído na fase vapor pelo medidor, já que isso ocasionaria um desvio do volume quantificado.

Após o filtro, há um tubo retificador de fluxo que serve para evitar a chegada de fluxo turbulento no medidor, isto é, eliminar distorções do fluido que irá passar pelo medidor. Trata-se de um feixe solidário de tubos de pequeno diâmetro, preso no interior da linha, após o desaerador e antes da turbina. Cuidados devem ser tomados na instalação da tubulação para evitar a existência de degraus, juntas com diâmetro menor que o tubo ou cordões de solda nas proximidades do medidor, de forma a não introduzir turbulências no escoamento.

Outro componente presente no sistema é a válvula de quatro vias. Esta serve para mudar o fluxo do produto em um provador bidirecional (da esquerda para a direita ou da direita para a esquerda). Para constatar a perfeita vedação da válvula de quatro vias deve-se verificar o indicador de pressão (PI) situado no corpo da mesma, que deve estar indicando uma pressão estável e inferior a do tubo calibrador, após a cunha da válvula ter baixado.

Os medidores tipo turbina são constituídos de um carretel no qual é inserido um rotor, adequadamente suportado. A velocidade de rotação do rotor dependeria, caso não houvesse atritos e escoamento pelas folgas entre o rotor e a carcaça, apenas do ângulo das palhetas e da velocidade do fluido. Dado que existem atritos e “fugas”, a velocidade de rotação será um pouco menor que a “teórica”. A energia para superar os atritos e forças magnéticas é retirada do fluido, de forma que a energia do fluido (relacionada com a velocidade e a densidade) afeta o desempenho do medidor. Deve-se ressaltar, entretanto, que os medidores tipo turbina não são adequados para fluidos sujos, e que nem sempre os filtros são eficientes na remoção de partículas finas.

A captação dos sinais dos medidores tipo turbina é em geral feita através de captadores (pick-ups) magnéticos instalados externamente. Nestes captadores, um ímã permanente gera um campo magnético. A passagem das palhetas (ou de ranhuras, no caso de rotores fechados) pelo campo magnético causa variações no fluxo magnético, induzindo tensões alternadas na bobina do captador. A frequência é proporcional à velocidade de rotação e ao número de palhetas (ou ranhuras). Normalmente são utilizados dois captadores em cada turbina, de modo que a frequência dos dois captadores pode ser confrontada, minimizando a ocorrência de erros causados por ruídos ou interferências elétricas ou perda de pulsos. A frequência gerada pelos captadores é proporcional à vazão volumétrica.

A única parte móvel da turbina é o rotor e as únicas superfícies de contato entre os metais são os mancais de carvão de tungstênio, um fixo no rotor e outro no eixo. O carvão de tungstênio é o material mais duro (resistente ao risco) conhecido até hoje. O rotor e outras partes internas são normalmente feitos de aço inoxidável. Deve haver estanqueidade absoluta

entre a entrada e a saída do provador. Isso pode ser verificado pelo dreno da válvula TWIN-SEAL ou duplo bloqueio.

2.2 TIPOS DE PROVADORES: CONVENCIONAIS E MICRO PROVADORES

Devido às grandes quantidades movimentadas nas vendas dos diversos produtos que atualmente são transferidos da empresa para terceiros, a necessidade das medições serem realizadas com o máximo de precisão e confiabilidade, exige que os instrumentos inerentes ao sistema de medição em linha sejam calibrados periodicamente. Além disso, é requerido que a transmissão dos dados para os painéis seja altamente confiável. Os tubos provadores não fogem à regra e, como tal, devem ser recalibrados periodicamente por serem o instrumento que determina o desempenho do medidor volumétrico. Como se vê, o provador é dos instrumentos de maior importância no sistema.

Embora existam diversos tipos de provadores, neste trabalho vamos nos deter apenas nos dois provadores de interesse envolvidos que são o provador convencional bidirecional e o micro provador. Embora sejam utilizados para a mesma finalidade, algumas diferenças são fundamentais para caracterizá-los.

O provador convencional bidirecional de esfera tem seu volume base de calibração expresso como o volume da seção de tubo em “U” entre as chaves detectoras (*switches*), corrigida para temperatura padrão de 60°F e pressão padrão de 1 atmosfera (API 4.2). Um provador convencional bidirecional de esfera é apresentado na Figura 2, a seguir:

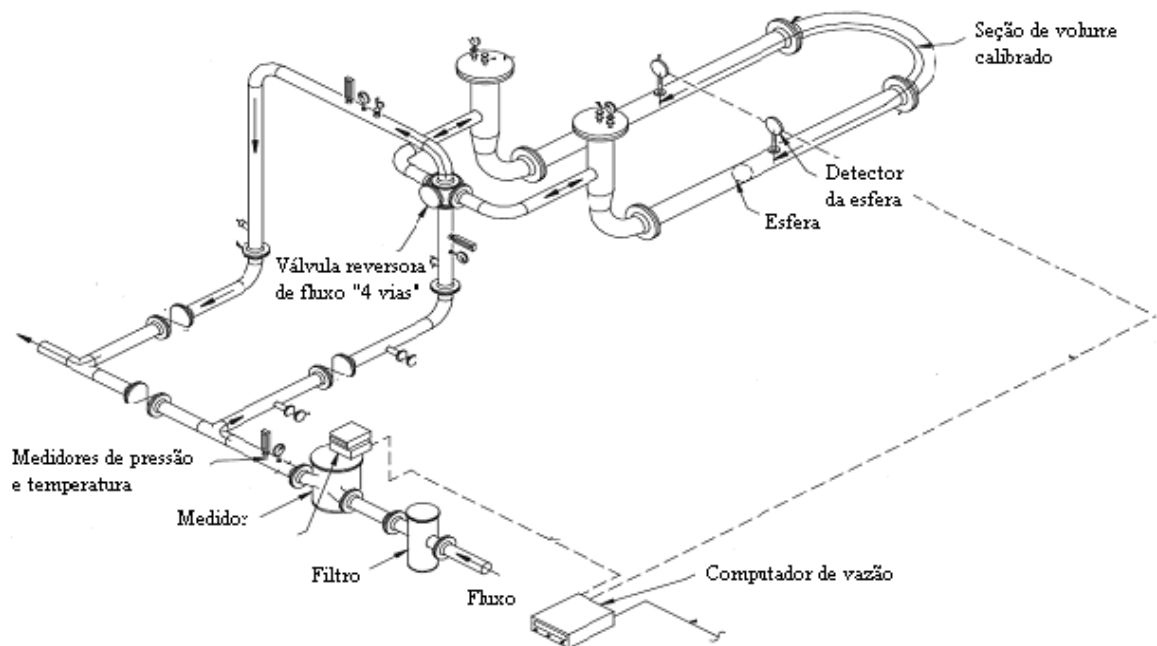


Figura 2: Provador convencional de esfera bidirecional (fonte: adaptado de API 4.2).

Neste provador, uma esfera com sobrediâmetro de 2 a 4% do diâmetro da seção calibrada passa de um lado até o outro do provador. A esfera ao passar no primeiro detector dispara a contagem de pulsos pela turbina medidora, que só vai ser interrompida quando a esfera passar no segundo detector. Estes pulsos são transmitidos para o painel. Cada pulso tem um valor conhecido, em volume, e o total de pulsos multiplicados por esse valor indicará o volume que vai ser comparado com o do provador.

Com a evolução da tecnologia, foi desenvolvido o micro provador mostrado na Figura 3. Sua forma de funcionamento é similar a do convencional, porém é importante ressaltar algumas diferenças relevantes. Ao invés de uma esfera, ele utiliza um pistão pressurizado (também chamado de deslocador guiado) para deslocamento do volume da seção calibrada, onde no prolongamento externo deste pistão há as *switches* de alta precisão que marcam o deslocamento para contagem dos pulsos. Seu volume interno calibrado é inferior ao do provador convencional (API 4.3).

Este tipo de provador com volume menor só foi possível ser fabricado devido a técnica da dupla cronometria. Esta técnica permite a interpolação de um pulso e pode-se calcular frações dos mesmos. Assim, foi possível diminuir o volume dos provadores, mantendo uma incerteza de 0,01% (API 4.6).

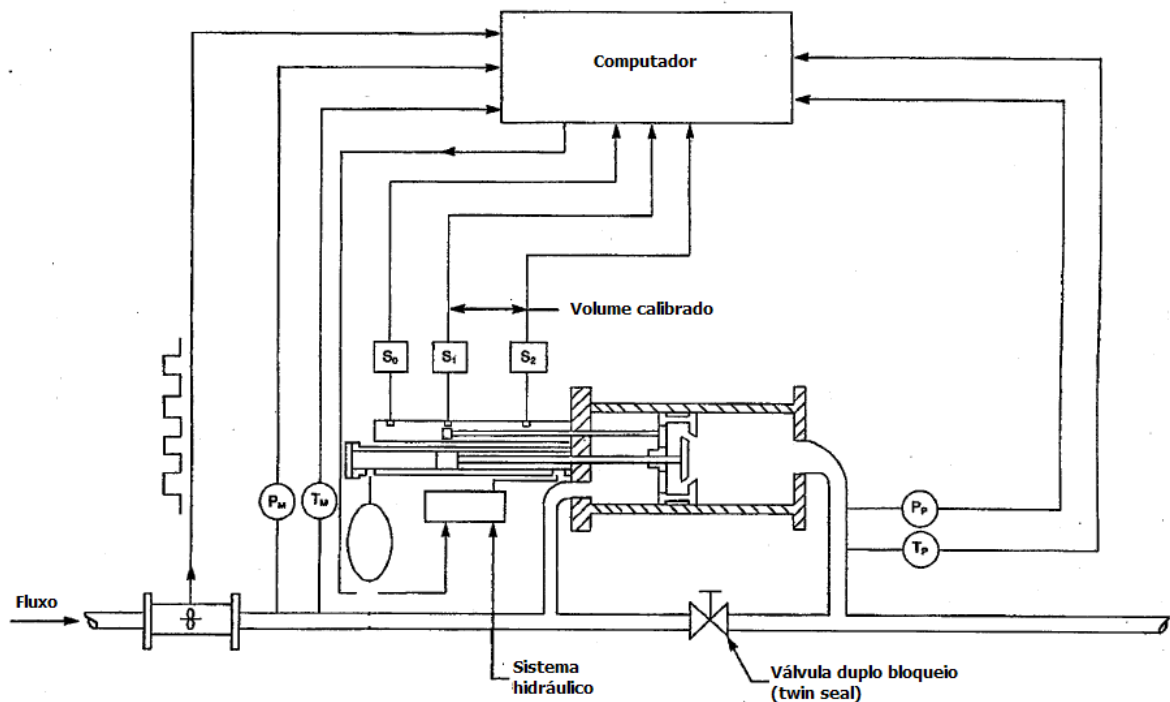


Figura 3: Micro Provador (fonte: adaptado de API 4.3).

Internamente, o revestimento do provador com um material duro, liso e de longa duração visa reduzir a corrosão e aumentar a vida útil do provador. Isto também pode melhorar a repetibilidade do medidor, principalmente se o provador é usado com líquidos que têm baixa propriedade lubrificante, como por exemplo, GLP e gasolina. Externamente, o isolamento do provador e dos demais componentes da EMED reduz a corrosão e prolonga a vida útil, além de minimizar as diferenças de temperatura entre o medidor e o provador. Embora estas diferenças possam ser compensadas nos cálculos de calibração, isto introduz incertezas adicionais (API 4.2).

No projeto de uma EMED deve ser dada a devida consideração à possibilidade de contaminação de produtos e à facilidade de troca de produtos no provador, no caso de um provador ser utilizado para mais de um produto.

O sistema deve ser dotado de medidores de pressão e temperatura junto ao medidor e do provador, os quais devem ter exatidão compatível com a exatidão requerida do sistema. No caso de provadores convencionais, normalmente a pressão e a temperatura são medidas na entrada e na saída do provador, e é utilizada a média dos valores nos cálculos. No caso de medição de vazão mássica, é requerido também um densímetro em linha (Encontro sobre estações de medição, Vol. 1, PETROBRAS, 1983).

É necessário lembrar, entretanto, que em um sistema de medição em geral estão envolvidos outros instrumentos além dos medidores de vazão, tais como densímetros, medidores de pressão, medidores de temperatura, etc. Todos estes instrumentos precisam ser calibrados adequadamente para que possa ser estabelecida a incerteza do sistema. Os instrumentos de medição de pressão e temperatura em geral não apresentam dificuldades de calibração. Já os densímetros podem apresentar alguma dificuldade, por falta de um padrão adequado. Estes instrumentos normalmente não possuem calibração em linha, de forma que é preciso que sejam calibrados periodicamente fora de linha.

Um bom sistema de calibração deve ser capaz de demonstrar a incerteza de um sistema de medição. Os seguintes requisitos são necessários para que se tenha um sistema de calibração sob controle:

- Disponibilidade de padrões de trabalho adequados;
- Rastreabilidade de padrões;
- Estabelecimento da contribuição da incerteza de cada variável envolvida na medição para a incerteza geral da medição;
- Definição do modo de controle e dos procedimentos para o acompanhamento das calibrações em linha;
- Estabelecimento dos critérios de aceitação de incerteza de cada variável envolvida na medição e da incerteza geral;
- Estabelecimento da periodicidade da calibração de cada instrumento e de verificação de outros equipamentos;
- Estabelecimento dos procedimentos de verificação e calibração;
- Definição da responsabilidade pelas calibrações e verificações;
- Estabelecimento da qualificação necessária das pessoas envolvidas no processo e das necessidades de treinamento e retreinamento;
- Estabelecimento de um processo de tratamento de não conformidades;
- Estabelecimento de procedimentos de atuação no caso de ocorrência de não conformidades previsíveis;
- Documentações controladas de todo o processo, incluindo procedimentos, registro de calibrações e intervenções e registro de não conformidades;
- Realização de auditorias do processo.

2.3 GLP

O gás liquefeito de petróleo (GLP) caracteriza-se por ser uma mistura de hidrocarbonetos, composto basicamente por propano e butano. Sua comercialização está voltada tanto para o mercado doméstico, quanto para estabelecimentos comerciais como bares e restaurantes. Segundo dados da ANP (2011), 73% do GLP comercializado no Brasil destina-se ao uso doméstico, dado que ressalta a importância deste produto para a população. Para suprir a demanda do mercado nacional, de diversos combustíveis o produto mais produzido em volume nas refinarias do Brasil em 2010 foi o óleo diesel, com 41.429.000 m³. Por sua vez, o volume produzido de GLP em 2010 contemplando todas as refinarias do país foi de 7.653.000 m³ (7,1%).

A refinaria contemplada neste estudo teve a produção deste gás (GLP) em 2010, ao redor de 590.000 m³ (7,71% do total da produção nacional). O GLP foi o quarto produto mais produzido nesta refinaria (7,06% da produção de fluídos da refinaria foco deste estudo), sendo que esta produziu no mesmo ano um total de 8.356.000 m³ de produtos derivados de petróleo. O produto mais produzido em volume no último ano na refinaria estudada foi o óleo diesel, com 4.398.000 m³.

3 MÉTODO DE PESQUISA

O presente trabalho faz parte de uma pesquisa de natureza aplicada, com abordagem quantitativa, uma vez que envolve análises numéricas para obtenção dos resultados (SILVA e MENEZES, 2005) A pesquisa aplicada visa gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos (GIL, 2008). Segundo este mesmo autor para que os objetivos desta pesquisa sejam alcançados é feita uma pesquisa exploratória com análise de exemplos que estimulem a compreensão e uma maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito.

Para a realização deste estudo, o método de trabalho adotado quanto aos procedimentos foi de estudo de caso, uma vez que envolve o estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento (GIL, 2008). Para a operacionalização deste trabalho foram necessárias as seguintes etapas:

1. Fazer uma revisão da literatura sobre estações de medição em refinarias, seus equipamentos, medidor de vazão tipo turbina e seus provedores;

Através de buscas em material bibliográfico foram levantados e identificados os componentes de estações de medições, seu funcionamento e a importância do acompanhamento da calibração dos mesmos. As principais referências para o trabalho foram literaturas da American Petroleum Institute – Manual of Petroleum Measurement Standards, trabalhos técnicos publicados nas principais refinarias sobre estações de medição, entre outros.

2. Definir local de estudo, onde foi feito o trabalho, ou seja, uma refinaria;

Escolheu-se uma refinaria de grande porte, localizada na região metropolitana de Porto Alegre, devido à facilidade do trânsito das informações necessárias para o estudo.

3. Definir um fluido de valor comercial para a refinaria;

O gás liquefeito de petróleo (GLP) é um produto do refino e processamento do petróleo. Tem um alto valor agregado e é de fundamental importância na vida da população e da indústria. Estudos relacionam o aumento na demanda de GLP com o crescimento da renda das famílias menos favorecidas, principalmente nas regiões norte e nordeste do Brasil.

Historicamente, as medições de quantificação do GLP expedido têm demonstrado maior dificuldade em relação aos outros derivados, como gasolina e óleo diesel. Com a troca

da EMED de GLP da refinaria por uma de diferente tecnologia, ficou identificada a oportunidade de se realizar esse estudo.

4. Escolher os dois provadores de medidor de vazão a fim de se verificar a influência dos mesmos nas medições;

As estações de medição sofreram diversas modificações ao longo do tempo. Com a evolução tecnológica, antigos instrumentos analógicos que necessitavam que o operador realizasse a medição no campo foram substituídos por medidores que transmitem o sinal em tempo real para um painel de controle. O aumento na velocidade do processamento de dados possibilitou um avanço na precisão das medições, uma vez que se pode dividir os intervalos em tempos cada vez menores. Seguindo essa linha, as estações de medição alcançaram níveis de erro cada vez menores em função de uma maior divisão dos intervalos de rotação das turbinas. Por isso o antigo provador bidirecional da EMED de GLP foi substituído por um provador compacto. A faixa de vazão de operação das turbinas em estudo está entre 50 e 250 m³/h, enquanto a pressão mínima é de 17 Kg/cm².

5. Analisar os resultados de tais implementações;

Através de critérios de desempenho estabelecidos pela necessidade operacional das estações, foram analisados os resultados em termos de precisão de medição dos provadores em relação ao equipamento medidor de vazão. Análises empregando os dois tipos de provadores para o fluido de interesse e a comparação com as medições da turbina foram levantadas. Com os dados, pode se fazer comparações com o provador antigo bidirecional e o micro provador novo.

6. Buscar característica de manutenção e operação deste micro provador dentro das operações da refinaria;

A fim de ser avaliar o sistema de manutenção empregado para o micro provador e a confiabilidade do sistema de medição foi realizada uma entrevista utilizando questionário estruturado. Os entrevistados foram escolhidos por terem domínio de questões práticas e teóricas em relação ao controle das EMED's da empresa estudada. Os entrevistados têm papel de destaque em relação ao entendimento do tema do estudo, pois atuam na área e acompanharam a implementação da nova EMED, tanto seguindo medições quanto acompanhando a manutenção do sistema. O primeiro entrevistado é Coordenador de Logística e o segundo é Técnico de Manutenção Sênior. Os questionários foram enviados por meio

eletrônico e questões foram abordadas também na prática durante operações de rotina na unidade industrial, uma vez que o pesquisador atua profissionalmente na empresa foco deste estudo. Dados de periodicidade de manutenção, bem como, principais fatores de falhas foram listados.

7. Analisar por fim, o impacto de uso nos custos de operação;

De posse dos dados sobre a operação, precisão nos valores de medição e de sistema de manutenção, foi possível concluir a respeito dos impactos de implementação do novo provedor e relacionar com custos de operações. As melhorias em termos de resultados mais precisos e possíveis custos envolvidos foram analisadas a partir dos dados levantados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A empresa escolhida para a realização deste estudo foi definida, uma vez que o pesquisador é funcionário da mesma, permitindo a proximidade do pesquisador com o material de estudo. Logo a troca de dados e informações a respeito do processo de estudo poderia ocorrer de modo ágil e eficiente, pois a equipe responsável pelo monitoramento do sistema estudado está integrada no mesmo setor de trabalho.

Na revisão da literatura, foram identificados os equipamentos básicos que compõem o sistema de medição (também chamado de “trem de medição”) da EMED como: filtros, válvulas, turbina, provador, instrumentos de medição de temperatura, vazão, pressão e densidade, entre outros. Tais equipamentos, responsáveis pela quantificação do produto expedido, são de fundamental importância para as operações da empresa e por isso recebem atenção especial de acompanhamento, com rotina estabelecida de calibração e verificação das medições realizadas.

A opção de realizar este estudo de caso com a EMED de GLP se deu devido a diversos fatores, visualizados durante operações de rotina na empresa: a oportunidade devido à implantação de uma EMED nova para a expedição de GLP, com tecnologia mais moderna, adequada às novas metas da empresa; maior vazão de expedição; o histórico de problemas nas quantificações de expedição realizadas para este produto; e pela relevância econômica que a venda de GLP representa para a refinaria, sendo um dos produtos mais comercializados pela empresa.

Para o comissionamento da EMED nova, foram medidas as quantidades expedidas para os clientes pelas duas estações em série durante um determinado período (01/04/2011 à 28/04/2011), a fim de se avaliar possíveis desvios que pudessem prejudicar o processo de certificação. A Tabela 1 mostra o resultado desse acompanhamento.

Tabela 1: Medições realizadas pelas duas EMED's no período de 01/04/2011 a 28/04/2011

Data	EMED antiga (Kg)	EMED nova (Kg)	Diferença (Kg)	Diferença %
1/4/11	323.870	323.720	-150	-0,05
4/4/11	137.220	136.830	-390	-0,28
4/4/11	275.030	274.310	-720	-0,26
4/4/11	413.250	413.960	710	0,17
5/4/11	175.030	174.890	-140	-0,08
5/4/11	55.640	55.850	210	0,38
5/4/11	200.230	199.840	-390	-0,19
5/4/11	710.160	709.340	-820	-0,12
6/4/11	419.990	420.200	210	0,05
6/4/11	156.160	156.000	-160	-0,10
6/4/11	44.180	44.110	-70	-0,16
7/4/11	440.070	440.010	-60	-0,01
7/4/11	200.040	200.500	460	0,23
7/4/11	138.080	138.220	140	0,10
8/4/11	350.350	350.500	150	0,04
8/4/11	200.750	200.990	240	0,12
8/4/11	275.210	275.670	460	0,17
8/4/11	531.280	531.900	620	0,12
8/4/11	269.980	270.110	130	0,05
9/4/11	300.040	300.530	490	0,16
9/4/11	149.970	149.460	-510	-0,34
9/4/11	274.380	275.110	730	0,27
9/4/11	326.040	326.100	60	0,02
10/4/11	450.020	450.150	130	0,03
11/4/11	200.090	200.170	80	0,04
11/4/11	211.350	211.600	250	0,12
12/4/11	250.080	249.620	-460	-0,18
12/4/11	465.150	464.750	-400	-0,09
13/4/11	394.280	394.400	120	0,03
13/4/11	206.030	205.640	-390	-0,19
13/4/11	409.130	409.050	-80	-0,02
14/4/11	150.110	150.020	-90	-0,06
14/4/11	228.770	228.450	-320	-0,14
14/4/11	519.780	519.960	180	0,03
14/4/11	138.650	138.700	50	0,04
14/4/11	343.340	343.750	410	0,12
15/4/11	285.620	285.650	30	0,01
15/4/11	200.150	199.750	-400	-0,20
15/4/11	515.190	514.720	-470	-0,09
15/4/11	175.080	174.920	-160	-0,09
15/4/11	251.700	251.670	-30	-0,01
16/4/11	156.930	157.220	290	0,18
16/4/11	99.560	99.960	400	0,40
16/4/11	401.590	401.530	-60	-0,01
18/4/11	330.490	330.180	-310	-0,09
18/4/11	270.080	269.860	-220	-0,08
19/4/11	300.030	299.960	-70	-0,02
19/4/11	150.110	149.880	-230	-0,15
20/4/11	348.620	348.770	150	0,04
20/4/11	200.160	199.970	-190	-0,09
23/4/11	309.040	308.550	-490	-0,16
25/4/11	168.210	167.690	-520	-0,31
25/4/11	260.040	259.510	-530	-0,20
25/4/11	170.250	170.490	240	0,14
25/4/11	268.000	268.290	290	0,11
26/4/11	270.340	270.590	250	0,09
27/4/11	139.920	140.070	150	0,11
27/4/11	26.150	26.110	-40	-0,15
27/4/11	618.630	618.960	330	0,05
27/4/11	330.200	330.080	-120	-0,04
28/4/11	241.670	241.890	220	0,09
28/4/11	251.140	251.200	60	0,02

As medições indicam que a maioria dos valores obtidos para a EMED nova estão de acordo com os valores medidos pela EMED antiga, baseando-se na diferença percentual

definida por contrato, que é de -0,3 a +0,1% entre as medições efetuadas pelo fornecedor e pelo cliente. Diferenças fora destes limites são tratadas de forma específica, que também são definidas por contrato. Nestes casos, é realizada uma análise detalhada dos procedimentos de expedição para verificar se houve algum desvio durante a operação que pudesse levar à causa dessa diferença. A Figura 4 mostra o número de expedições *versus* as diferenças percentuais medidas pelos dois equipamentos.

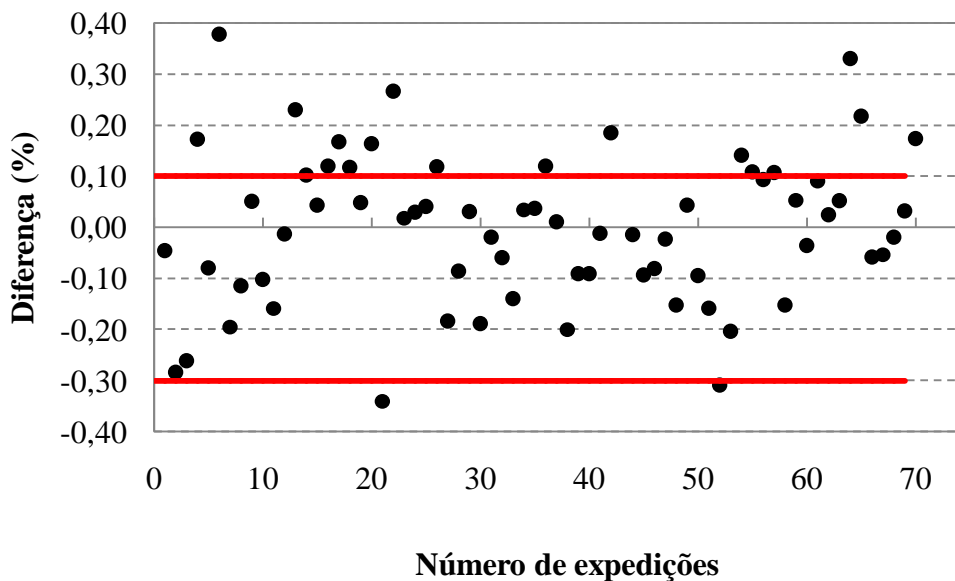


Figura 4: Número de expedições *versus* diferenças percentuais medidas pelos dois equipamentos.

A análise das respostas dos questionários enviados para os dois especialistas indicam que na EMED nova de GLP, com o micro provador mais moderno, diversas foram as vantagens observadas em relação ao antigo provador convencional bidirecional.

Segundo as respostas enviadas, uma das vantagens refere-se ao processo de calibração e certificação do provador. O segundo entrevistado afirma que “embora tenha havido um aumento significativo do trabalho por conta do aumento do número de instrumentos, também aumentou a facilidade de calibração do provador compacto, que embora seja uma operação complexa, por ser de volume reduzido, economiza recursos e tempo”. Isso porque o micro provador tem um volume menor em relação ao convencional (antigo), possibilitando a utilização de um número menor de vasos de medida padrão. Para o provador convencional eram necessários pelo menos dois meses para o mesmo trabalho em função da coleção de vasos de medida padrão ser maior, além das chances de erro serem maiores. As Figuras 5 e 6 mostram, respectivamente, o provador convencional bidirecional e o micro provador.

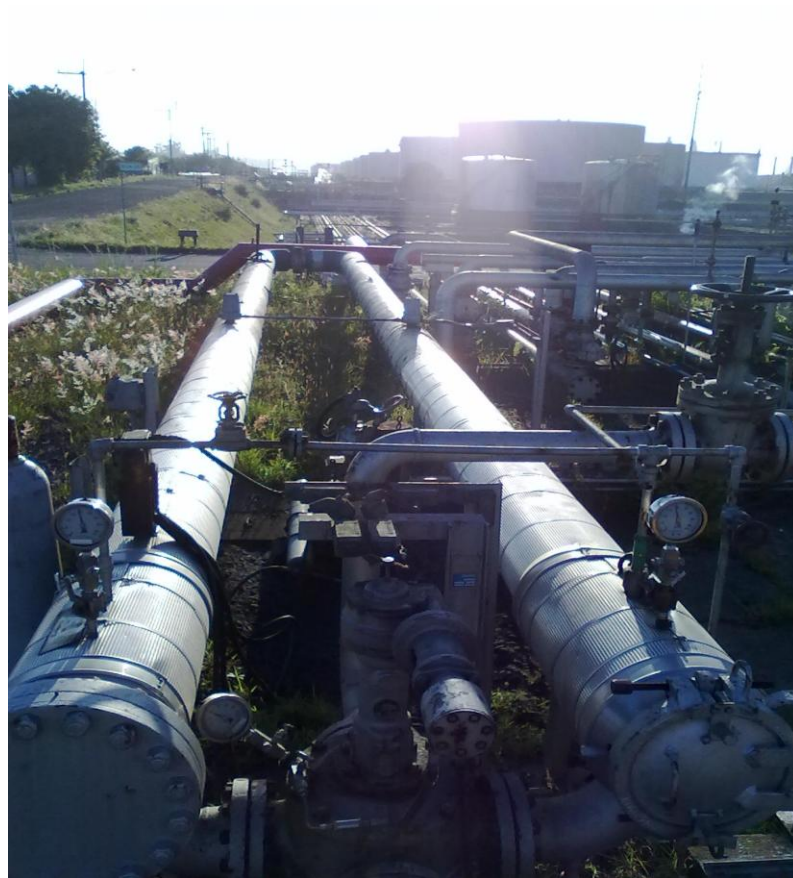


Figura 5: Proveedor convencional bidirecional.



Figura 6: Micro Proveedor.

Ainda, a respeito do maior volume de vazão permitido, o primeiro entrevistado ressalta que “a EMED nova de GLP foi contemplada com dois trens de medição [...]. Este arranjo permite mais flexibilidade no atendimento das necessidades dos clientes em termos de vazão e cumprimento das cotas programadas”. Isso demonstra um ponto importante com relação a aquisição de uma EMED nova, pois com a ampliação da refinaria houve um aumento no volume de GLP produzido.

Outro fator relevante citado por ambos os entrevistados foi na questão de manutenção e aquisição de peças para reposição para a EMED antiga. Segundo eles, o equipamento antigo estava obsoleto, devendo ser substituído por novas tecnologias. O segundo entrevistado cita que “a EMED antiga, constituída de um provador convencional de aço carbono de grande volume, com mais de trinta anos operando, não mais apresentava o grau de confiabilidade operacional exigido nas operações de transferência de custódia de GLP” Frente ao exposto, melhorias na instalação deveriam prever o aumento da capacidade de transferência de fluídos prevista com a ampliação da refinaria e do mercado, além dos aspectos relativos à manutenção preventiva.

A aquisição de uma EMED nova veio ao encontro da automatização das operações de transferência e estocagem. A integração do novo equipamento com o Centro Integrado de Controle (CIC) ainda representa um desafio, pois não é tarefa fácil criar as lógicas para que se possa operar a EMED nova através dessa interface no painel de Sistema Digital de Controle Distribuído (SDCD). Essa integração das operações do campo com o painel é importante, pois aumenta a rastreabilidade das manobras, além de se ter as informações compartilhadas entre campo e painel, diminuindo a probabilidade de falhas.

As falhas nesse tipo de equipamento geram um grande transtorno. Por isso, há um cuidado especial quanto às rotinas semanais de verificação da calibração da turbina por parte da operação. Além disso, existe mensalmente a verificação em diversas vazões de expedição, chamada de linearidade, que visa verificar se a EMED mantém a mesma precisão em diferentes vazões. A equipe de manutenção mantém a calibração dos instrumentos em dia, todos documentados e arquivados para apresentação em auditorias. Contudo, eventualmente falhas podem ocorrer. Para esses casos existem outras formas de se apurar a quantidade expedida e tratamento das eventuais diferenças, todas estabelecidas em contrato com os clientes. Esses eventos podem trazer diversos transtornos, como o faturamento menor ou maior do que a quantidade expedida, causando além de prejuízos financeiros para a refinaria e clientes, impacto na imagem e reputação da refinaria frente aos referidos clientes.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo realizado teve como escopo levantar os aspectos relevantes a respeito de estações de medição de fluidos em refinaria, que atuam de modo a garantir que quantidades expedidas pelas empresas estejam de acordo com as estabelecidas para o cliente final. Diversos são os equipamentos utilizados nestes sistemas, porém um deles foi destacado: provador. Sua função em sistemas de medição é aferir a turbina que mensura os volumes expedidos, portanto cabe a comparação de sistemas de medição via seus provadores a fim de se ver o potencial de aplicação de novas tecnologias. Face a isso, o objetivo deste trabalho foi analisar a implementação de uma EMED nova, em termos de confiabilidade operacional e de manutenção do sistema.

Para que a comparação de sistemas de medição fosse realizada, dois sistemas foram comparados, denominados no trabalho de: EMED antiga e EMED nova. Primeiramente fez-se um levantamento dos equipamentos que as compõem, para então focar no provador, que devido sua relevância, teve uma nova tecnologia implementada. Assim, testes de calibração, medições e entrevistas foram realizados a fim de se verificar se este novo equipamento apresentava vantagens em termos de confiabilidade e um modo de manutenção facilitado para a operação.

A partir dos dados obtidos pode-se concluir que as medições realizadas durante o período de implementação da EMED nova estavam dentro dos padrões aceitáveis de diferenças. Ainda, a EMED nova atendeu o requisito de propiciar maior vazão de expedição de GLP, retirando um gargalo operacional de logística e possibilitando aumento de cotas expedidas.

Quanto à questão de manutenção, o novo equipamento atendeu as expectativas de maior confiabilidade operacional, maior facilidade de calibração do micro provador da turbina, além da melhora na operacionalidade com os operadores e integração com o sistema SDCCD.

Pode-se considerar que o uso de novo provador atendeu às expectativas, entretanto ajustes operacionais ainda estão sendo realizados para proporcionar entendimento dos envolvidos e da operação. Estas melhorias são benéficas tanto para a empresa que tem maior confiabilidade nas operações, garantindo satisfação dos clientes, quanto para seus colaboradores que podem operar de modo facilitado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American Petroleum Institute (API), Manual of Petroleum Measurement Standards, Chapter 4 – Proving Systems, 1996.

HOME PAGE: Agência Nacional do Petróleo, Brasil. <http://www.anp.gov.br/>. Acesso em setembro de 2011.

Encontro sobre estações de medição, Vol. 1, PETROBRAS, 1983.

Encontro sobre estações de medição, Vol. 2, PETROBRAS, 1983.

Estações de medição, Acompanhamento e Desempenho, Documentação Técnica. Eng Raimundo Ari Nogueira Paula, PETROBRAS, 1983.

Estações de medição, Cálculo do Fator de Medidores Volumétricos, Documentação Técnica. Eng Raimundo Ari Nogueira Paula, Eng Paulo de Tarso Gomes, PETROBRAS, 1983.

Estações de medição, Calibração de Provador com Medidor Padrão, Documentação Técnica. Eng Alcyr dos Prazeres Pinto Nordi, PETROBRAS, 1983.

GIL, A. C. – Métodos e Técnicas de Pesquisa social, 6º Ed. São Paulo: Atlas 2008.

SILVA, E. L. da; MENEZES, E. M. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. 4 ed. Florianópolis: Editora UFSC, 2005.

SOUZA, F. R., Impacto do Preço do petróleo na Política Energética Mundial. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro, 2006.

ANEXO 1

Questionário para avaliação de Estação de Medição (EMED)

A seguinte pesquisa faz parte de um trabalho de conclusão de curso de Engenharia Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e tem como objetivo identificar fatores que foram influenciados após a implantação da nova EMED de GLP, tais como diferenças em termos operacionais, manutenção, entre outros.

Nome do entrevistado:

Qual seu grau de conhecimento sobre EMED no local de pesquisa?

Data:

Questões sobre Estações de Medição

1. Que aspectos foram mais relevantes para que se adquirisse uma nova EMED?
2. Quais as dificuldades e desafios enfrentados na implantação da nova EMED?
3. Comparando a EMED nova com a antiga, quais as diferenças (melhorias ou não) em termos de manutenção, calibração e confiabilidade?
4. Quais os ganhos obtidos com a nova EMED em relação à EMED antiga, tanto em termos operacionais quanto em desempenho?
5. Qual o nível de criticidade deste sistema e suas conseqüências em caso de uma falha inesperada durante as operações?
6. O novo sistema com o micro provador atendeu aos objetivos e necessidades esperados?