

ABRANGÊNCIA E IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DA METROLOGIA NA ÁREA DE PETRÓLEO E GÁS

Maria Luiza da Costa Ribeiro(1); Luiz Fernando de Alves Rodrigues (1)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba- IFPB (ascom.cg@ifpb.edu.br)

INTRODUÇÃO

A metrologia é uma área do conhecimento que possui aplicabilidade em diversos ramos da ciência. Esta pode ser definida como o estudo das medidas, a partir da origem grega de sua palavra: metrom= medida; logos= ciência”.

Segundo Neto (2011), a qualidade e a confiabilidade de um produto dependem, principalmente, da medição, da análise e da padronização que são todas inerentes à metrologia. Logo, podemos dizer que a metrologia garante a qualidade de um trabalho, produto ou serviço. Ela consegue definir, de modo uniforme e confiável, o que não pode ser visto pelos nossos olhos, sentido pelas nossas mãos ou ouvido pelos nossos ouvidos. A metrologia se torna, portanto, uma extensão das faculdades humanas (LIRA, 2013). Podemos dizer também que esta funciona como uma peça essencial que adapta dados reais a planos e projetos por meio da mensuração da margem de erro, ocupando um papel essencial para a ciência e tecnologia.

Estudar as correlações e os locais em que a metrologia é aplicada na área de petróleo e gás é de grande importância. Desta forma, é imprescindível que ao menos uma disciplina referente ao estudo da metrologia seja lecionada nos cursos de graduação e técnicos nessa área tecnológica. Nesse sentido, o conhecimento geral e específico da metrologia por todos em uma indústria proporciona maior segurança e a confiabilidade exigida nessa área, que envolve atividades de alta periculosidade durante os processos de produção, armazenamento, refino e transporte de fluidos e sólidos altamente inflamáveis e também de potencial explosivo, especialmente em grandes quantidades. De acordo com a norma regulamentadora 16, que versa sobre as atividades e operações perigosas, todo transporte de grandes quantidades de inflamáveis (acima de 200 litros para líquidos e 135 Kg para gasosos liquefeitos), ou trabalho com materiais explosivos sujeitos a degradação química ou ação de agentes exteriores, tais como, calor, umidade, faíscas, fogo, fenômenos sísmicos e/ ou choque e atritos, configura-se como uma atividade perigosa. Periculosidade é um termo que é atrelado à questão de segurança de um ambiente; Segundo Mieli (2015), atividades de alta periculosidade são aquelas que podem gerar acidentes, seja no processamento de hidrocarbonetos, no uso de substâncias tóxicas ou mesmo no uso de equipamentos pesados.

A partir disto, se faz necessário ter bastante cuidado ao se realizar qualquer atividade nesta área, necessitando de métodos bastante precisos, que se refletem na segurança da atividade. Por isto, a importância da capacitação profissional, e o conhecimento da metrologia.

Dada as atividades de alto risco na indústria petrolífera, qualquer erro, pode significar um custo de várias vidas além de uma enorme perda financeira para a empresa, decorrente de sinistros de altas proporções. Um exemplo de um acidente que culminou em onze mortes foi o ocorrido na P-36, que foi ocasionado por diversas e seguidas falhas nos equipamentos que garantiam assim o bom funcionamento. Erros desde o projeto, manutenção e até inconformidades legais foram cruciais para que a tragédia acontecesse; um dos itens apresentados como fator causador do acidente foi “erros sistemáticos na sondagem volumétrica manual e inoperância dos indicadores de nível dos tanques de drenagem de emergência” (C. I. ANP/ DCP 2001), ou seja, esta tragédia está diretamente relacionada com a metrologia. Assim, pode-se dizer que a metrologia é parte essencial na indústria

produtora de petróleo desde o planejamento e controle dos processos até as correções para sua melhoria e operacionalidade.

O objetivo deste trabalho é observar o espaço em que a metrologia atua na indústria do petróleo, seja de forma geral ou mesmo focada nos setores de prospecção, perfuração e exploração, a fim de dar suporte à projeção do conteúdo da disciplina de metrologia nos cursos de petróleo e gás.

METODOLOGIA

A metodologia utilizada para este trabalho foi o levantamento bibliográfico do funcionamento da indústria do petróleo, dando ênfase a fatores metrológicos incluídos no processo. Foram usados artigos científicos, livros e parte da legislação vigente na questão das obrigações metrológicas das empresas de petróleo.

Espaço de atuação da metrologia para a área petrolífera

O termo “indústria do petróleo” compreende o conjunto das atividades econômicas que compreende a exploração, o desenvolvimento, produção, refino, processamento, transporte, e a importação e exportação dos hidrocarbonetos (CHIANCA, 2010).

Segundo Fialho (2010), quase todas as grandezas físicas as quais a engenharia lida cotidianamente possuem três fatores: Um valor numérico, uma indeterminação e uma unidade. Ora, na indústria do petróleo, onde se vendem barris, bep (barris equivalentes de petróleo), b/d (barris por dia), onde se mede calor fornecido em btu (British Thermal Unit.), onde são acoplados tubulações em polegadas, onde a calibração cotidiana é essencial até mesmo como fator de segurança, onde um valor de erro elevado pode custar não só um valor monetário altíssimo como até mesmo vidas, o estudo da metrologia se faz mais que necessário.

Pelo regulamento técnico a que se refere a resolução conjunta Nº 1 do Inmetro e a ANP, de julho de 2013, as áreas de atuação, nas quais seriam realizados o projeto, a instalação, operação, o teste e a manutenção, seriam as de medição volumétrica fiscal dos hidrocarbonetos produzidos nos campos, incluindo o sistema de medição em que seriam realizadas as medições volumétricas. O sistema de medição também seria criado para volumes produzidos, injetados, transferidos, descartados, transportados e armazenados já no momento de venda.

Segundo Lira (2013), um operador deve, como conhecimento mínimo, “ter domínio do manejo de instrumentos, o conhecimento das fontes de erro, a familiaridade com expressões matemáticas e correções diversas, noções de estatística, conhecimento de termos técnicos, capacidade para a interpretação de normas e procedimentos de medição, capacidade de julgamento, capacidade para interpretar o resultado da medição, etc.”.

Metrologia nas etapas do petróleo

Durante este trabalho, serão exploradas as áreas principais para a exploração de petróleo e gás, tais como a prospecção de petróleo, a perfuração e a produção do petróleo.

A atuação do engenheiro de petróleo e gás no campo pode assumir dezenas de atividades diferentes, porém, casualmente, o ideal é que a empresa o foque numa única atividade, para que possa assim se especializar. Desta forma, existirão profissionais de excelência em suas áreas. Segundo Cardoso (2004), “O que não se mede não se gerencia. Portanto, medições relativas à avaliação funcional, dos processos e de benchmarking, darão ao gestor os parâmetros necessários para a tomada de decisões estratégicas [...]”. Ele também ressalta que “o ativo mais valioso de uma empresa são os seus empregados”.

Prospecção

A prospecção do petróleo trata-se da etapa inicial da exploração do petróleo, do estudo que se faz necessário para a sua exploração. Nela, geólogos estudam bacias sedimentares a partir de dados geofísicos e geológicos. Para obter tais dados, podem ser usados diversos métodos que possuem diversos e altos custos associados. Usualmente, uma equipe de geólogos, ao identificar uma área como possível produtora de petróleo, inicia seu estudo a partir do método de menor custo, para assim prosseguir aos mais caros e que possuem maior complexidade.

Geralmente, o primeiro método aplicado é a aerofotogrametria, que tratam de fotografias retiradas por um avião sobre uma superfície com altitude, direção e velocidades constantes. Ora, podemos afirmar que, toda vez que um dado é analisado, obtido e estudado, deve-se ser considerado a confiabilidade do mesmo. Um avião, apesar de passar por longos estudos, atua com fatores como ventos e variações de temperatura, além de outros, capazes de, nas três dimensões, fazer com que o avião não consiga, na realidade, voar a velocidades constantes, assim como altitude e direção. A posição tomada a fim de obter resultados é desconsiderar esta variação de velocidade, altitude e direção. Este valor, para que possa ser desprezado, passou por estudos metrológicos, assegurando assim tanto a segurança do voo como a qualidade quantitativa dos dados obtidos em fotos.

Com a fotogeologia, faz-se a análise destas fotografias (tendo em base o conhecimento anterior do geólogo e os diversos fatores da formação). Além da aerofotogrametria e da fotogeologia, a gravimetria pode ser utilizada também para a obtenção de dados da estrutura geológica em estudo. Tendo como unidade de medida o gal, o campo magnético da terra pode variar segundo a sua latitude, topografia, elevação e marés e composição do solo. A composição das rochas, objetivo do estudo, devido a suas diferentes densidades provoca variações do valor do campo gravitacional na ordem de milésimos de gal, logo, a precisão do gravímetro deve ser de 0,000001 gal (THOMAS, 2004).

Esses métodos – magnetometria e sísmica – são mais sofisticados, ou seja, são utilizados após a aerofotogrametria. De forma similar, a magnetometria mede pequenas variações do campo magnético terrestre, tendo valores de variações também muito pequenas para indicar o petróleo. Tendo a unidade de medida sendo o gamma, ou nanotesla, e com o campo magnético terrestre medindo 50 mil gammas, as variações interessantes para o geólogo seriam entre 1 e 10 gammas, logo, a sensibilidade do magnetômetro deve ser de 0,00002 gammas (THOMAS, 2004). Outros métodos, como a sísmica, também são utilizados.

Perfuração

Após encontrada a região geológica de maior probabilidade de existência de óleo, tendo já posse das licenças ambientais para iniciar a atividade e com o espaço já preparado (para perfurações em terra: é necessário nivelar, limpar e construir estradas para proporcionar o acesso), é feita a perfuração (GURGEL, 2013). A perfuração é uma etapa em que se faz a propriamente dita perfuração do poço, utilizando para esta a broca, que, nos casos mais comuns, utilizam da força de torque para o desgaste da formação e assim a chegada ao reservatório de hidrocarbonetos. Trata-se de uma etapa complexa da exploração e desenvolvimento da indústria petrolífera, pois todo poço possui diferentes características geológicas, diferentes composições químicas do petróleo, diferentes saturações de óleo, gás e água (THOMAS, 2004)

A perfuração é uma atividade bastante complexa, por isso, tem seus elementos separados por função: sistema de elevação, de circulação; de rotação; de geração e transmissão de energia e de segurança do poço. No processo de perfuração, incluso diretamente nesses diversos sistemas citados, tem-se diversos “parâmetros da perfuração” que influenciam diretamente a eficiência e o custo da perfuração, a exemplo do peso sobre o mastro, a taxa de penetração, entre outros. Segundo Thomas, “[...]O máximo de eficiência e economia seria atingido quando houvesse uma perfeita combinação entre os vários parâmetros da perfuração. Disto surgiu a necessidade do uso de

equipamentos para registro e controle destes parâmetros”. Esses equipamentos, que podem ser classificados como indicadores ou registradores, compõem o sistema de monitoração. Esse sistema integra e otimiza os citados anteriormente. Nesse sistema podem ser realizadas várias medições utilizando-se, por exemplo, os manômetros, que indicam a pressão de bombeio, indicadores de peso sobre a broca, os indicadores de torque (torquímetros), que atuam tanto medindo o torque sobre a coluna como sobre as junções, e o tacômetro, que mede a velocidade da mesa rotativa e da bomba de lama (THOMAS, 2004). Além disso, é possível medir outro fator importante que é a taxa de penetração da broca, onde, pela sua variação, se pode considerar o tipo de formação e o estado de uso da broca, indicando o momento quando esta deve ser trocada (REGALLA, 2011).

Na perfuração, um dos fatores de extrema importância é o fluido de perfuração; sua presença é tão fundamental como a própria broca, pois, sem o mesmo, não seria possível realizar perfuração alguma. O fluido de perfuração possui diversas funções essenciais para a perfuração. Ele deve ser capaz de refrigerar a broca, a qual aquece demasiadamente por estar em atrito com a formação; deve ter uma viscosidade suficiente para arrastar os cascalhos formados no fundo do poço até a superfície; possuir uma tensão superficial e densidade suficiente para manter em suspensão os cascalhos contidos na lama durante a paralisação da perfuração, momento no qual se fazem as conexões dos tubos, durante a perfuração; Ter um peso suficiente para manter a pressão hidrostática da lama equivalente à pressão das formações atravessadas, evitando a ocorrência de erupções (kicks ou blowouts) durante o avanço da perfuração; Não alterar as suas características com o aumento da temperatura do fundo do poço à medida que a perfuração prossegue e não penetrar, através de seu filtrado (líquido que a lama perde entre o poço e as formações), nas formações que estejam sendo perfuradas. (CORRÊA, 2013, p.41, apud GURGEL, 2013). Para tais funções, a lama deve ter algumas propriedades, que, durante a perfuração, devem ser monitoradas constantemente. “As propriedades mais importantes e frequentemente medidas na sonda são a densidade, as leituras reológicas, a força gel (inicial e final), os parâmetros de filtração e o teor de sólidos” (GRAY & DARLEY, 1981, apud. CARVALHO, 2005). Além desses fatores, mensurar o pH da substância também é importante, pois este pode corroer equipamentos ou até mesmo a formação, se esta for de origem argilosa. O pH é medido através de papéis indicadores ou de potenciômetros (THOMAS, 2004).

Ao se aprofundar na perfuração do poço, se faz necessário a inserção do revestimento e a cimentação, a fim de evitar o desmoronamento das paredes do poço. É importante frisar na etapa de revestimento a enorme utilização do sistema inglês de medidas, onde cotidianamente e também teoricamente são utilizadas polegadas para medidas de diâmetro e para profundidade a medida em pés, apesar de, legalmente, a unidade de medida seja em metros (como no sistema internacional de medidas). O revestimento é feito por camadas, sendo geralmente estas três ou quatro, podendo chegar a oito (THOMAS, 2004). A cimentação trata-se do preenchimento do espaço anular do poço por cimento, pode-se dizer que seja inicialmente igual ao utilizado na construção civil, que, dependendo da sua interação com a formação, deve ter sua composição adaptada.

Produção

Após a perfuração e completação do poço, é iniciada a etapa de produção, onde se inicia propriamente a extração de hidrocarbonetos. O petróleo, encontrado na rocha reservatório, está contido em pequenas células dentro da rocha, conhecidos como poros. A partir de testemunhos obtidos durante a perfuração, se pode estimar a possível vazão do petróleo; este trabalho faz parte do estudo da engenharia de reservatórios. Os fluidos produzidos, ou seja, os fluidos que são retirados do poço podem ser óleo, gás e água. Como dentro da formação, a milhares de metros de profundidade, a pressão em que estão contidos os fluidos é superior à pressão de uma atmosfera, parte dos hidrocarbonetos, que, na formação, estão em forma líquida, se tornam gases de solução do

óleo; o mesmo ocorre com a água, que se torna em parte gás. “As pressões são sempre expressas nas condições de superfície, como, por exemplo, metro cúbico standard por dia (m³std/dia) ou barril standard por dia (stb/dia).” (THOMAS, 2004).

Assim que o petróleo é extraído, ele deve passar pela separação trifásica, ou seja, os hidrocarbonetos líquidos são separados dos gasosos e da água produzida. Todos os fluidos, inclusive a água, devem ser medidos, e seu teor não podem ultrapassar 1 % de BSW (basic sediments and water) (INMETRO/ ANP, 2013).

A medição do volume que é extraído do poço é obrigatório e regulamentado pelos artigos 4º do Decreto nº 2.705, de 3 de agosto de 1998, o artigo 7º da Lei nº 12.276, de 30 de junho de 2010 e o inciso X do artigo 2º da Lei nº 12.351, de 22 de dezembro de 2010 (INMETRO/ANP, 2013). No artigo 6º do Decreto n 2.705, de 3 de agosto de 1998, “[...] o concessionário entregará à ANP um boletim mensal de produção para esse campo, especificando os volumes de petróleo e de gás natural efetivamente produzidos e recebidos durante o mês anterior, as quantidades consumidas nas operações ao longo do mesmo período e ainda a produção acumulada desse campo, até o momento.”.

Após os hidrocarbonetos serem produzidos e separados, eles são transportados e armazenados em tanques de armazenamento. Para realizar a medição do nível do produto no tanque, podem ser usados sistemas automáticos, ou mais comumente utilizados, as trenas, marcadas em metros, centímetros e milímetros. Outro instrumento utilizado é o termômetro, de medição em grau Celsius; a temperatura deve ser medida por atuar diretamente no volume medido, podendo assim ser convertido o volume medido para o padrão de 20°C. Devem ser retiradas várias amostras da substância armazenada, a fim de garantir sua consistência, além do uso de densímetros para ser certificada a densidade do fluido nas diversas áreas do tanque (CARDOSO, 2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De modo geral, podemos identificar uma enorme responsabilidade da metrologia para as áreas de atuação das áreas da exploração citadas. Na prospecção, se identifica uma maior dependência do conhecimento do funcionamento específico de cada método de prospecção, porém é perceptível que é necessário que o funcionário tenha o entendimento dos parâmetros que envolvem cada pesquisa e o funcionamento de cada instrumento. É necessário que o encarregado saiba como fixar cada um dos parâmetros, a fim de identificar a pequena variação que indica o petróleo. Nessa etapa, a precisão e calibração dos equipamentos são cruciais, e qualquer erro representa custos altíssimos.

Na etapa de perfuração, etapa que representa a maioria dos custos para colocar um poço em atividade, sua complexidade exige, principalmente, devido a questão de segurança, garantia sobre os dados apresentados. Saber realizar a leitura dos equipamentos que compõem o sistema de monitoramento é essencial, sendo importantes valores da pressão de bombeio, do valor do peso sobre a broca, torque, da velocidade da mesa rotativa e da bomba de lama (vazão). Conhecer a unidade de medida desses tipos de informações é importante, a fim de identificar rapidamente e precisamente qualquer sinal de perigo. Assim como os anteriormente citados, o fluido de perfuração deve ser conhecido em suas propriedades físico-químicas, principalmente em unidades de medidas, para que este seja, por todos os funcionários da empresa, bem-monitorado. Conhecer o sistema britânico de medidas é um fator, dentre todos, extremamente importante, pois é esta a unidade de medida utilizada na prática, embora a correta na teoria seja o SI.

Na produção, o conhecimento dos instrumentos e unidades de medidas para a vazão é importantíssima, por ser de caráter cotidiano, ou seja, a produção é monitorada frequentemente, sendo feitas diversas medidas diariamente. Nos tanques, o volume, a temperatura e a densidade são importantes medidas.

Conclusão

A indústria petrolífera inclui diversas áreas onde se pode reconhecer o amplo espaço de atuação da metrologia. A exploração, desenvolvimento e obtenção de hidrocarbonetos são áreas de altíssima periculosidade, e, também, de alta complexidade. Para garantir a segurança, o bom funcionamento e a gestão da empresa, é necessário ter-se por bases valores, medidas, e, conseqüentemente, funcionários capazes de utilizá-las. Logo, o estudo das bases da metrologia, principalmente dados relacionados ao sistema inglês e medições de volume, vazão e pressão são essenciais para a formação de um bom profissional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Decreto nº 2.705, de 3 de agosto de 1998.

CARDOSO, L. C. S. **Logística do Petróleo: Transporte e Armazenamento**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

COMISSÃO DE INVESTIGAÇÃO ANP / DPC. ANP. **Análise do acidente com a plataforma P-36**. Rio de Janeiro, julho de 2001. Relatório.

CARVALHO, A. L. **Processamento de lamas de perfuração (lamas a base de água e lamas a base de óleo)**. 2005. Programa de iniciação científica da Universidade Federal de Itajubá.

CHIANCA, M. H. C. **Aspectos ambientais que envolvem a atividade de exploração e produção de petróleo**. 2010. Monografia (Bacharel em direito). Departamento de Direito da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio).

FIALHO, A. B. **Instrumentação Industrial: Conceitos, Aplicações e Análises**. 7. ed. São Paulo: Érica, 2010.

GURGEL, C. A. V., QUEIROZ, G. B., SANTOS, E. L. S. C., GALVÃO, M. L. M. **Impactos de extração do petróleo (óleo e gás) no Rio Grande do Norte, na região do Alto do Rodrigues/RN**. *Holos*, v.3, p. 130-147, agosto. 2013.

INMETRO/ANP. **Regulamento técnico de medição de petróleo e gás natural a que se refere à resolução conjunta ANP/INMETRO nº 1, de 10 de junho de 2013**. 2013.

LIRA, F.A. **Metrologia na indústria**. 9. Ed. ver. e atual. São Paulo: Érica, 2013.

MIELI, A. O. **Análise de sistemas de detecção de gás em plataformas de petróleo através de revisão bibliográfica técnica**. 2015. Monografia (bacharel em engenharia de controle e automação). Programa de bacharelado em engenharia de controle de automação, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Campo dos Goytacazes -Rio de Janeiro.

NETO, J. C. S. . **Contribuições da metrologia em cursos de engenharia**. In: 34. Congresso brasileiro de educação em engenharia, Blumenau: 2011.

REGALLA, S. A. P. **Correlação entre tipos de brocas, taxas de penetração e formações rochosas**. Monografia (Bacharel em engenharia de petróleo). Projeto de graduação da UFRJ. Escola politécnica, 2011.

THOMAS, J. E. **Fundamentos de engenharia do petróleo - 2. ed.** Rio de Janeiro: Interciência: PETROBRAS, 2004.