



Projeto e Construção de um Aparato Experimental do tipo *Gas-Lift* (Escoamento Bifásico) Design and Construction of a Gas-Lift Experimental Apparatus (two-phase flow)

Kauê Alexandre Pereira¹, Fábio Kenji Suguimoto²

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo a construção de uma bancada experimental didática do tipo *gas-lift* que servirá como base para estudos práticos na área de escoamento bifásico. O *gas-lift* é um sistema de bombeamento de líquidos utilizado para variados níveis de viscosidade, sendo muito empregado em fluidos com alta viscosidade, por exemplo no bombeamento em poços de petróleo, buscando o aproveitamento máximo das jazidas naturais nas indústrias petrolíferas, visto que há uma certa dificuldade de extração do petróleo quando os níveis decaem e como consequência afetam a pressão interna a qual é responsável pela eficiência da vazão mássica no início da exploração. Foi realizado o projeto e a construção da bancada com os materiais que estavam disponíveis no laboratório. Para os reservatórios da bancada foram utilizadas placas de acrílico, e dentro deste reservatório será inserido um tubo de acrílico para que seja possível a visualização do escoamento. O aparato será utilizado em pesquisa e ensino nas aulas de escoamento bifásico.

PALAVRAS-CHAVE: bancada experimental didática; escoamento bifásico; *gas-lift*.

ABSTRACT

The present work aims to build an experimental didactic bench type *gas-Lift* that will serve as a basis for practical studies in the area of two-phase fluid flow. The *gas-lift* is a liquid pumping system used for various viscosity levels, being widely used in fluids with high viscosity, for example in pumping in oil wells, seeking the maximum use of natural deposits in the oil industries, since there is a certain difficulty in extracting oil when levels fall and as a consequence affect the internal pressure which is responsible for the efficiency of the mass flow at the beginning of exploration. The design and construction of the bench was carried out with the materials that were available in the laboratory. For the reservoirs of the bench were used acrylic plates, and inside this reservoir will be inserted an acrylic tube so that it is possible to visualize the flow. The apparatus will be used in research and teaching in two-phase flow classes.

KEYWORDS: didactic experimental bench; two-phase flow; *gas-lift*.

INTRODUÇÃO

O escoamento bifásico é o mais simples dos escoamentos multifásicos e pode ser entendido como o escoamento simultâneo de duas fases. A matéria se apresenta em diferentes estados que são definidos como fase e podem ser sólidos, líquidos ou gasosos. Escoamento no qual existem dois componentes diferentes que não se misturam é denominado escoamento bicomponente, porém como matematicamente os termos não se diferem, é comum utilizar o termo escoamento bifásico para escoamento bicomponentes.

Há inúmeros estudos sobre escoamento bifásico, principalmente, por ser de suma importância nas indústrias petrolíferas, químicas e alimentícias. Neste trabalho iniciou-se o

¹ Bolsista da UTFPR. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Cornélio Procópio, Paraná, Brasil. E-mail: kauepereiramec@gmail.com. ID Lattes: 9037347237539215.

² Docente no Curso de Engenharia Mecânica/DAMEC/Iniciação Científica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Cornélio Procópio, Paraná, Brasil. E-mail: fksuguimoto@utfpr.edu.br. ID Lattes: 8270074009363056.

projeto e construção de um *gas-lift* que trata de um sistema de elevação artificial muito utilizado nas indústrias petrolíferas. Além do projeto e construção, para a obtenção dos dados experimentais, é necessária a instrumentação e calibração de todos os medidores utilizados.

Mendes (2007) realizou a análise de um sistema *gas-lift* projetado, construído e testado de dimensões reduzidas que submetia pequenas alterações em parâmetros geométricos e de funcionamento. Utilizou análise de imagens dentro da coluna de produção (*riser*) para identificação do escoamento bifásico e as comparou em diferentes condições de teste, determinou a eficiência do sistema com as diferentes condições.

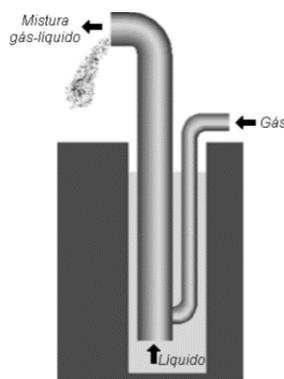
Oenning e Plucenio (2005) apresentaram o desenvolvimento de um micro poço experimental de petróleo com elevação por injeção contínua de gás, com o objetivo de analisar e obter dados de escoamento bifásicos, tendo em vista a complexibilidade e a dificuldade de seu tratamento matemático sem a visualização da dinâmica dos padrões de escoamento.

Garcia *et al.* (2015) desenvolveram simulações através de software que embasou os estudos no método de elevação artificial por *gas-lift*. Foi possível identificar o ponto ideal de injeção de gás, os ganhos de produção referentes a este método e outros parâmetros fundamentais para um sistema de *gas-lift*. O estudo resultou na eficiência do *gas-lift* em recuperação dos poços de extração, além da operação prolongada.

DESENVOLVIMENTO

O *gas-lift* é um método de bombeamento de fluido que independe de partes mecânicas móveis para a elevação da matéria, ao contrário de sistemas de bombeamento como bombas centrífugas, axiais, helicoidais, de engrenagem, de palheta ou de pistão. Seu princípio de funcionamento é caracterizado pela injeção de ar-comprimido na coluna de produção, corroborando para que a fase com a maior densidade seja transportada até a área de saída da tubulação. A Fig. 1 permite uma melhor compreensão deste método.

Figura 1 - Configuração básica de um sistema *gas-lift*



Fonte: Mendes (2007)

Apesar de possuir um baixo custo para implementação e manutenção do sistema, o processo tem suas limitações devido a seu baixo rendimento em relação à constante e farta utilização de ar-comprimido, a qual acaba encarecendo o método e limitando a sua aplicação em alguns ramos industriais.

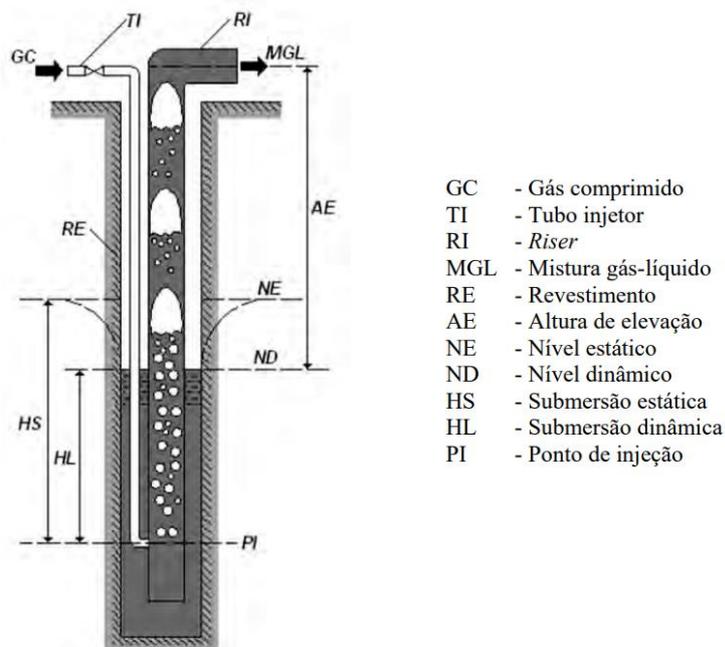
O ramo industrial na qual o *gas-lift* tem destaque é nas indústrias petrolíferas, sabe-se que o consumo de energia derivada do petróleo no mundo é em larga escala, e que cada vez mais se torna necessária a exploração máxima das jazidas naturais, tendo em vista que se trata de um recurso escasso. De acordo com Mendes (2007):

O sistema *gas-lift* aplica-se muito bem à ascensão de líquidos com viscosidade elevada, mesmo quando grandes alturas de elevação estão envolvidas. Esta característica motivou fortemente a utilização deste sistema na indústria petrolífera. Além disso, a maioria das jazidas de petróleo contém gás natural, que pode ser utilizado como agente propulsor, barateando significativamente o custo de bombeamento. (MENDES, 2007, p. 23)

Devido a essa necessidade de exploração, as jazidas quando têm seu nível de petróleo reduzido devido à alta necessidade de consumo. É observado que a pressão interna dentro dos poços naturais caia drasticamente e assim a vazão mássica de petróleo para fora dos poços são também reduzidas, fator esse que tem grandes impactos dentro das indústrias.

Para suprir esses impactos com o *gas-lift*, tem-se a injeção contínua de gás comprimido a alta pressão na parte inferior da coluna de produção (*riser*), com esse ar entrando a alta pressão dentro da tubulação temos um ganho significativo na vazão mássica de petróleo, que são coletados e transportadas as indústrias. Na Figura 2 temos elementos que constituem o sistema *gas-lift*.

Figura 2 – Partes fundamentais de um sistema *gas-lift*

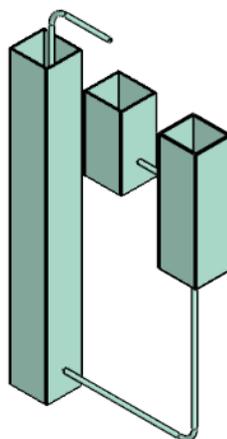


Fonte: Mendes (2007)



Para o desenvolvimento do estudo de *gas-lift* foi planejado a construção de uma bancada experimental didática para o Laboratório de Termo fluidos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná de Cornélio Procópio, um aparato didático que simula o sistema com escoamento bifásico. Através de pesquisas iniciais e embasamento de outros trabalhos acadêmicos realizou-se o projeto visual utilizando o software *SolidWorks*, em que foram dimensionadas as peças constituintes da montagem, como ilustrado na Fig. 3.

Figura 3 - Projeto aparato



Fonte: Autoria Própria (2022)

O material utilizado para a construção dos reservatórios foi o acrílico de 10mm de espessura, principalmente, por sua boa estrutura e translucidez, permitindo a visibilidade dos escoamentos. O projeto consiste em três tanques de acrílico com alturas variadas entre 2000 mm, 800 mm e 500 mm, respectivamente. O primeiro tanque terá a tubulação onde a MGL (mistura gás-líquido) passará e será realizado o estudo do padrão de escoamento. O segundo tanque tem como objetivo deixar o sistema em regime permanente, não permitindo que o nível do primeiro tanque diminua. Em seguida, o terceiro tanque foi projetado para realizar a medida da vazão volumétrica do sistema.

Dentro da oficina mecânica da universidade e com a orientação de professores da área de usinagem foi feita a construção dos tanques, sendo necessário realizar a preparação e usinagem do acrílico. Na fase de preparação cortou-se a placa com medidas próximas do projeto, deixando uma folga para a usinagem e esquadro das partes, para isso utilizou-se uma serra tico-tico manual. Logo após, iniciou-se o processo de usinagem do acrílico, no qual utilizou-se uma máquina-ferramenta fresadora que garantiu as medidas que estavam no projeto.

Com as partes dos tanques já usinadas iniciou-se o processo de preparação da superfície de colagem, com a utilização de lixas d'água de granulometrias diferentes, realizou-se o lixamento para obter superfícies mais uniformes e melhorando a aderência na colagem. Após a limpeza destas partes dos tanques prosseguiu-se para a etapa de colagem, no qual necessitou-se uma cola especial para acrílico com aplicadores específicos devido à densidade da cola, foi utilizada a cola viscosa acrílica de alta resistência S-330 da empresa *Sinteglas* e o catalisador, além do bico e bisnaga de

aplicação. Preparado a união das partes correspondentes de cada tanque com fita adesiva e com os devidos equipamentos de segurança individuais necessários (luvas, óculos e máscara com filtro), foi feita a preparação da cola e posteriormente a colagem. Após a colagem foi necessário aguardar 72h tendo em vista o tempo de cura da cola e obteve-se os tanques finalizados.

Tendo em vista todas as dificuldades no decorrer do projeto, foi possível a finalização dos dois tanques menores (engloba corte, usinagem, lixamento, união e colagem), corte das estruturas de sustentação dos tanques (corte no estilo mão francesa) e ficou em andamento o restante da construção do aparato. O estado atual dos tanques foi demonstrado na Fig. 4.

Figura 4 - Tanques construídos



Fonte: Autoria Própria (2023)

CONCLUSÃO

O projeto de pesquisa desenvolvido, com o propósito de criar uma bancada experimental didática para o estudo do *gas-lift* em escoamento bifásico, enfrentou desafios significativos. Durante o processo, surgiram diversas dificuldades na usinagem do acrílico, uma vez que as dimensões desejadas no projeto não eram compatíveis com as capacidades da fresadora. Isso exigiu reposicionamento das peças maiores, o que, aliado à fragilidade do material, resultou em avanços e profundidades de corte reduzidos, provocando atrasos consideráveis na conclusão do aparato.

Em resumo, embora o estado atual do projeto não permita a realização completa do estudo do sistema, é crucial destacar que essa experiência foi de extrema importância para o aprendizado de técnicas de usinagem e colagem de acrílico, além de suas complexidades. Espera-se que, com o contínuo aperfeiçoamento e finalização da bancada experimental didática, ela possa se tornar uma ferramenta valiosa para futuros estudos em termofluidos.



Agradecimentos

Para que fosse possível a realização deste trabalho agradeço em primeiro lugar ao professor orientador Fábio Suguimoto que me auxiliou durante todo o decorrer do projeto, compreendeu e ajudou com todas as dificuldades que foram geradas nesse meio tempo.

Devo gratidão também a Universidade Tecnológica Federal do Paraná de Cornélio Procópio que viabilizou recursos através de bolsa durante a realização desta iniciação científica, contribuindo e apoiando sempre as pesquisas científicas dentro da universidade, além disso a disponibilização de ferramentas e recursos nos laboratórios.

Agradeço também a minha mãe por todo incentivo e apoio prestado durante os momentos desafiadores. A minha namorada Letícia Batista que participou de todas as etapas do projeto e contribuiu de forma ativa na construção do aparato.

Conflito de interesse

Não há conflito de interesse.

REFERÊNCIAS

GARCIA, L. P. et al. **Análise dos Efeitos e Especificação dos Parâmetros de Injeção de gas lift em um Poço de Petróleo**. Unisanta Science and Technology, Santos - SP, v. 4, n. 2, p. 85-98, dez./2015.

MENDES, F. A. A. **Estudo experimental do funcionamento de um sistema gas-lift**. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, 2007. p. 1-95.

OENNING, Roberto; PLUCENIO, Agostinho. **Desenvolvimento de uma Unidade Experimental: Micro-Poço de Petróleo com elevação por Injeção Contínua de Gás**. Florianópolis - SC: Departamento de Automação e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, 2005. p. 1-6.