

PROSPECÇÃO DE ARTIGOS E PATENTES APLICADOS ÀS TECNOLOGIAS DE VÁLVULAS DE GÁS LIFT

Bela Rodrigues – rodriguesbela@yahoo.com.br

Programa de Pós-Graduação em Ciência da Propriedade Intelectual – Universidade Federal de Sergipe

André Almeida Silva – andre.alsi@yahoo.com.br

Programa de Pós-Graduação em Ciência da Propriedade Intelectual – Universidade Federal de Sergipe

Gabriel Francisco da Silva – gabriel@ufs.br

Programa de Pós-Graduação em Ciência da Propriedade Intelectual – Universidade Federal de Sergipe

Resumo — Entre as fases de exploração e produção do petróleo, tem-se a retirada desse óleo através do método de elevação, podendo este ser natural ou artificial. Quando este método é natural, a pressão do reservatório é suficientemente elevada e os fluidos contidos nele podem emergir até a superfície, mas quando esta pressão é insuficiente, os fluidos não alcançam a superfície sem a utilização de métodos de elevação artificial. Dentre as dificuldades a serem solucionadas pela engenharia, nota-se a otimização da geometria das válvulas de gás lift (VGL) e do material de vedação. Neste contexto, o presente artigo apresenta a realização de uma prospecção de artigos e patentes relacionados aos avanços tecnológicos das VGL, publicados nos últimos cinco anos (2016 a 2020), tendo como contribuição de pesquisa a identificação de soluções a respeito da citada otimização. Foram utilizadas as bases de dados ScienceDirect, Scopus, Periódicos da CAPES e Web of Science, e busca patentária na base de dados do Escritório Europeu de Patentes (EPO), o Espacenet. Os resultados mostraram que o número de trabalhos publicados nesta área é baixo, evidenciando que nos últimos três anos ocorreu mais publicações sobre o tema. Nota-se ainda que a China e os Estados Unidos da América são os países com o maior número de patentes concedidas nos anos pesquisados e que dois inventores norte-americanos possuem maior número de invenções.

Palavras-chave— Exploração e Produção do Petróleo, Métodos de elevação artificial, Válvula de Gás Lift (VGL).

Abstract — Between the phases of exploration and production of oil, there is the removal of this oil through the method of natural or artificial elevation. When this method is natural, the pressure in the reservoir is sufficiently high and the fluids contained in it can emerge to the surface, but when this pressure is insufficient, the fluids do not reach the surface without the use of artificial lifting methods. Among the difficulties to be solved by engineering, there is the optimization of the geometry of the lift gas valves (VGL) and the sealing material. In this context, this article presents the prospecting of articles and patents related to the technological advances of VGL published in the last five years (2016 to 2020) and as a research contribution there is the identification of solutions regarding the aforementioned optimization. The ScienceDirect, Scopus, CAPES Journals and Web of Science databases were used, and the patent search in the database of the European Patent Office (EPO), Espacenet. The results showed that the number of papers published in this area is low, showing that in the last three years there have been more publications on the subject. In addition, China and the United States of America are the countries with the highest number of patents granted in the years surveyed and that two North American inventors have the greatest number of inventions.

Keywords— Artificial lifting methods, Gas lift valves (GLV), Oil exploration and production.

1 INTRODUÇÃO

No início da produção do petróleo, a maioria dos poços possuem a capacidade de energia suficiente para que os fluidos contidos nas jazidas cheguem à superfície naturalmente. A facilidade que o petróleo chega na superfície está associada à pressão existente no poço, ou seja, com a pressão do poço suficientemente elevada, a produção ocorre por elevação natural. Estes poços são denominados de poços surgentes e tem sua produção com menores problemas operacionais, devido à simplicidade da instalação de seus equipamentos, possuindo maiores vazões e menores custos por unidade de volume (THOMAS, 2001).

Ao longo do tempo, conforme o poço produz fluidos do reservatório, a pressão de fundo do poço tende a diminuir podendo atingir valores inferiores à pressão requerida para que haja elevação natural de petróleo gerando a necessidade de instalação de métodos de elevação artificial (DEL CARRATORE, 2018).

Neste contexto, salienta-se que os métodos de elevação possuem fundamental importância no procedimento de extração de petróleo e gás natural, havendo tecnologias próprias que garantirão o bom funcionamento deste processo. Ademais, dos recursos naturais existentes no mundo, o hidrocarboneto é um dos mais explorados, sendo constituinte de grandes reservas de petróleo e gás natural, tendo aproximadamente 46% de sua fração fazendo parte da matriz energética nacional, de acordo com Balanço Energético Nacional de 2020 (ano base 2019) e aproximadamente 53% da matriz energética mundial, conforme a *International Energy Agency*, sendo a fonte de energia não renovável mais utilizada no mundo (EPE, 2020; IEA, 2019).

Dessa forma, o estudo realizado para este artigo tem como objetivo principal a realização de uma prospecção de artigos e patentes publicados nos últimos cinco anos, sobre tecnologias em elevação de petróleo, focando nas válvulas de gás *lift*, com a finalidade de analisar o número de registros de depósitos de patentes para verificar o estado da técnica e evidenciar as características das tecnologias existentes.

2 FUNDAMENTOS DA TECNOLOGIA

a. POÇOS DE PETRÓLEO

Conforme exposto por Thomas (2001, p.15) o “*petróleo tem origem a partir da matéria orgânica depositada junto com os sedimentos, já a matéria orgânica marinha é basicamente originada de micro-organismos e algas que formam um tipo de plâncton, o qual não sofre o processo de oxigenação*”. Para que ocorra a formação do óleo, é imprescindível a relação entre matéria orgânica, sedimentos e condições termoquímicas. Quando o petróleo é formado, ocorre a migração até que se acumule devido às características das estruturas geológicas.

Destaca-se que a perfuração pode ser tanto em terra (*on-shore*) quanto no mar (*off-shore*) e após esta fase e completação, o poço está habilitado para a produção de hidrocarbonetos (óleo ou gás). A próxima etapa é a mais importante dentro do ciclo de vida de um poço, a fase de elevação, quando o poço entra em produção. Neste período o óleo e gás são produzidos. Se pressão no reservatório se mantiver elevada (poços surgentes), os fluidos atingirão a superfície por elevação natural. Porém, no final da vida produtiva, quando ocorre a redução de pressão, métodos de elevação artificial deverão ser empregados, se considerados economicamente viáveis, visando aumentar ou retomar a produção de um poço que deixou de ser surgente (ALMEIDA, 2006).

Para Da Gaia *et al.* (2016), exceto para poços surgentes que possuem elevação natural devido à diferença de pressão interna, a elevação artificial deve ser realizada para a recuperação do fluido no poço. Desta forma, é necessário que haja um estudo detalhado das características do poço, para que se possa identificar um método de elevação. Dos métodos de elevação artificial mais usados, é ressaltado o Gás *lift*; Bombeio Mecânico com Hastes (BM); Bombeio Centrífugo Submerso (BCS) e o Bombeio por Cavidade Progressiva (BCP).

A seleção de cada método de elevação artificial a ser empregado em um poço irá depender de alguns aspectos, tais como: diâmetro do revestimento, viscosidade do fluido, produção de areia, razão gás-líquido, vazão, profundidade do reservatório, distância dos poços as estações, mecanismo de produção do reservatório, entre outros. Sendo uma das etapas mais importantes para alcançar uma produção economicamente eficiente (CRNOGORAC *et al.*, 2020).

b. GÁS LIFT

O Gás *Lift* (GL) é um método de elevação de petróleo amplamente utilizado e aplicado em poços sem condições de surgência e em poços que requerem aumentar sua produção de petróleo. Sua tecnologia, consiste na injeção de gás pressurizado na seção inferior da tubulação de produção, com o objetivo de manter ou elevar o potencial do poço. O gás injetado é misturado com os fluidos produzidos fazendo com que haja uma diminuição no gradiente de pressão ao longo da tubulação e, por consequência, da pressão requerida no fundo do poço (MEDEIROS, 2015).

Segundo Del Carratore (2018), o gás *lift* foi introduzido como método de elevação artificial por volta de 1864, inicialmente com a utilização de ar comprimido e posteriormente gás natural para a elevação de óleo. Com o passar dos anos, este gás foi se tornando um dos métodos de elevação artificial mais empregados para poços de altas vazões, influenciando na elevação, sendo as injeções de gás *lift* contínuas ou intermitentes.

A injeção contínua é similar a elevação natural, pode ser tratada como uma extensão do processo de fluxo natural, ou seja, de acordo com o deslocamento do fluido em direção a superfície, a pressão da coluna de fluido tende a reduzir, expandindo o gás no fluido desde o ponto de injeção até a superfície. Desta forma, com o aumento da razão gás-líquido, resultará na redução de sua densidade, reduzindo as perdas de pressão ao longo da coluna (ELLDAKLI, 2017).

Para Elldakli (2017), a injeção de gás *lift* intermitente é baseada no deslocamento periódico de líquidos, denominadas de golfadas de fluidos, da tubulação por injeção de gás de alta pressão no furo de poço. Além disso, o controle é realizado por uma válvula que possui tempo pré-definido, seguindo ciclos de injeção e repouso. Ressalta-se que este ciclo será determinado de acordo com as características do poço.

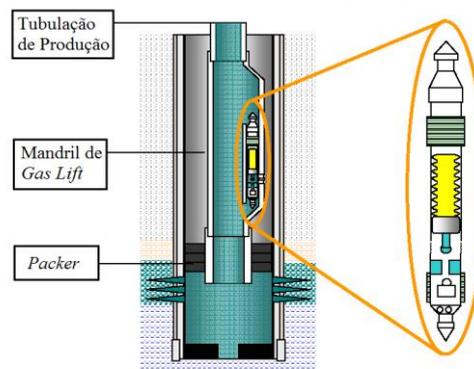
Conforme ressaltado por Maitelli (2010), algumas desvantagens na utilização de gás *lift* como método de elevação artificial, estão relacionadas a necessidade de uma fonte externa de gás comprimido com distancias limitadas, a necessidade de separação do gás associado ao óleo produzido e possíveis corrosões nos equipamentos decorrentes da injeção de gás. O sistema é composto por fontes de gás pressurizado (compressores), controladores de injeção de gás na superfície, controladores de injeção de gás de subsuperfície (válvulas de gás *lift*), equipamentos de separação e produção dos fluidos produzidos.

c. VÁLVULA DE GÁS LIFT

As válvulas de gás *lift* são ferramentas fundamentais ao sistema de produção de petróleo, que foram desenvolvidas com o intuito de regular as pressões do poço, controlando o fluxo anular, permitindo a saída do fluido do poço. Sua abertura ocorre devido a diferença de pressão, quando a pressão de injeção aumenta em relação à pressão do revestimento e, quando aberta, o gás é injetado para produzir fluidos (MEDEIROS, 2015).

As válvulas são instaladas em acessórios da tubulação denominados de mandris, conforme apresentado na Figura 1. Os mandris de gás *lift* são elementos da coluna de produção e tem a função de assentar as válvulas de gás *lift*, possibilitando regular a pressão do fundo do poço e permitir o fluxo do gás do espaço anular para o interior da coluna de produção (ALMEIDA, 2006).

Figura 1 - Válvula de gás *lift*



Fonte: Medeiros (2015)

De acordo com Santos (2017), as válvulas de gás *lift* são definidas em dois tipos. A primeira válvula é do tipo que estão sempre abertas na direção do anular para a coluna. Esta válvula necessita de um *choke* para a restrição de fluxo e uma *check valve* (válvula de retenção), evitando desta forma o fluxo reverso da coluna para o anular. O segundo tipo de válvula possui mecanismos de abertura e fechamento a partir das pressões e/ou temperaturas no poço.

Destaca-se que a base para um sistema de gás *lift* devidamente projetado, depende da correta escolha da válvula de gás *lift*. Cada válvula de gás *lift*, possui princípios e características distintas e são classificadas em, mas não se limitando: tipo orifício (convencional ou venturi) - o orifício de passagem possui formato venturi; tipo piloto - válvula com fole cuja abertura da seção principal é operada pela abertura de uma seção primária conforme pressão de injeção do revestimento; tipo cega - válvula permanentemente fechada impedindo a comunicação entre a coluna de produção e anular; tipo IPO - válvula com fole cuja abertura é operada pela pressão de injeção do revestimento (LEA JR; NICKENS, 2019).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a construção deste artigo foi realizada uma pesquisa de caráter descritivo e exploratório. Para Gil (2017), a pesquisa descritiva permite investigar fenômenos, ao passo que eles são desvendados, catalogados e esclarecidos. O autor destaca que a abordagem exploratória possibilita ao pesquisador uma maior compreensão e percepção acerca do tema e área estudados, demonstrando a realidade dos fatos pesquisados.

De forma geral, foram pesquisados artigos científicos e depósitos de patentes sobre tecnologias em elevação de petróleo, especificamente sobre válvula de gás *lift*. Ambos os resultados foram organizados, tabulados e analisados através do programa Microsoft Office Excel 2013 para Windows®.

Para os artigos, foram realizadas buscas nas bases ScienceDirect, Scopus, Periódicos da CAPES e Web of Science, analisando nos títulos e resumos a palavras-chave “*gas lift valve*”. Considerou-se as publicações entre os anos de 2016 e 2020. A pesquisa retornou 79 na ScienceDirect, 78 na Scopus, 24 nos Periódicos da CAPES e 19 artigos na base Web of Science.

Para dos depósitos de patentes, utilizou-se a base de dados do Escritório Europeu de Patentes (EPO), o Espacenet, principalmente pela gratuidade da pesquisa e disponibilidade do acervo. As buscas consideraram os registros que continham a palavra-chave “*gas lift valve*” no título e no resumo. Considerando os registros entre os anos de 2016 e 2020, a pesquisa retornou 93 depósitos de patentes, sendo 49 depósitos referentes especificamente às válvulas de gás *lift*, cuja identificação ocorreu após análise de cada registro.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

a. LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO DOS ARTIGOS ENTRE OS ANOS 2016-2020

As pesquisas realizadas com a utilização do termo “*gas lift valve*”, conforme destacado anteriormente, nas bases de dados ScienceDirect, Scopus, Periódicos da CAPES e Web of Science revelaram a existência de 194 artigos nos últimos 05 anos (2016-2020). Após a análise de cada um dos trabalhos retornados, tomando como base os seus resumos, 155 foram descartados por não apresentarem relação com a temática pesquisada, restando 39 trabalhos com aderência ao tema.

Neste cenário, o Quadro 1 apresenta uma síntese das consultas realizadas, dispondo o total de artigos encontrados, quantos efetivamente estão relacionados à válvula de gás *lift* e seus anos de publicação.

Quadro 1 - Síntese das consultas realizadas nas bases de dados consideradas neste artigo

Base	Artigos retornados	Artigos aderentes	Anos de publicação
ScienceDirect	79	05	2016 (3) 2017 (1) 2020 (1)

Scopus	78	19	2016 (1) 2017 (3) 2018 (7) 2019 (2) 2020 (6)
Periódicos da CAPES	24	05	2016 (1) 2017 (2) 2018 (1) 2020 (1)
Web of Science	13	10	2016 (1) 2017 (2) 2018 (4) 2019 (2) 2020 (1)

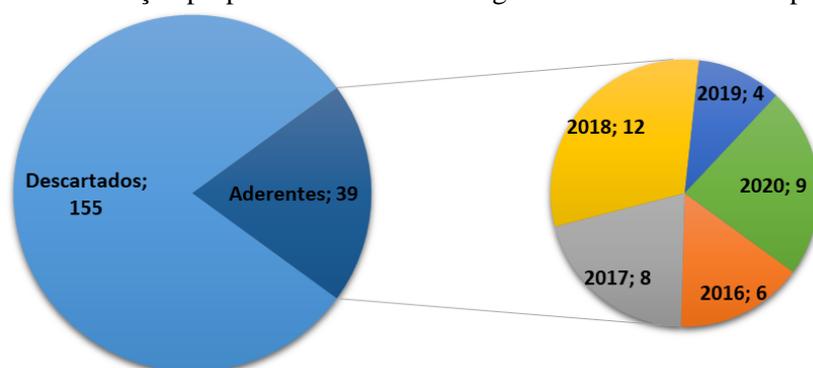
Fonte: Aatoria própria (2021)

Na base ScienceDirect foram encontrados 79 artigos, dos quais 06 destacam estudos relacionados à válvula de gás *lift*. Percebeu-se que no ano de 2016 houve um maior número de produções, são 03 artigos que falam sobre as válvulas em si. Os trabalhos não considerados focavam em equipamentos ou processos de extração de petróleo em poços que não discutiam sobre essas válvulas. De forma complementar, na base Scopus foram encontradas 78 publicações, sendo 19 delas inerentes ao contexto pesquisado. Notou-se a existência de trabalhos nos últimos 05 anos, em especial nos anos de 2018 e 2020 que, mesmo de forma modesta, apresentaram mais publicações em relação aos demais.

Na base de Periódicos CAPES, a pesquisa realizada retornou 24 artigos que foram posteriormente avaliados. Percebeu-se que 05 deles apresentavam relação com a análise das válvulas de gás *lift*. Referente aos anos de publicação, considerando do lapso temporal estabelecido nesta pesquisa, só não houve estudos dispostos no ano de 2019. Ademais, também retornando poucos trabalhos, a pesquisa na base Web of Science resultou em 13 resultados e, ao serem analisados, notou-se que 10 deles tratavam das válvulas de gás *lift*. Acerca do ano no qual esses últimos trabalhos foram publicados, considerando o período de tempo estabelecido na pesquisa, o ano 2018 apresentou mais publicações.

A Figura 2 apresenta gráfico que ilustra o número total de artigos retornados, enfatizando aqueles que foram descartados neste trabalho, os que foram considerados aderentes ao tema estudado e os anos nos quais as publicações ocorreram.

Figura 2 - Distribuição proporcional total dos artigos retornados e anos de publicação



Fonte: Aatoria própria (2021)

Diante dos resultados das pesquisas realizadas nas quatro bases de dados utilizadas neste artigo, os 03 trabalhos mais relevantes, considerando o número de citações e o retorno em todas as pesquisas, podem ser vistos no Quadro 2. Uma breve síntese de cada um desses trabalhos será realizada a seguir.

Quadro 2 - Lista com os 3 artigos mais citados

Título do artigo	Referência	Ano	Nº de citações
Characterization of leak rates in thermoplastic barrier valve seals under high static and cyclic pressure loads	Dev et al. (2016)	2016	8
Optimum design for new gas lift valve seat	Elldakli e Soliman (2017)	2017	4
Comparison of Leakage Characteristics of Viton and Polytetrafluoroethylene Seals in Gas-Lift Valve Applications	Dev et al. (2017)	2017	3

Fonte: Autoria própria (2021)

Conforme descrito neste trabalho, o gás *lift* é um método de elevação artificial de petróleo, usado para extrair o petróleo de poços que não fluem inerentemente. O gás é injetado através do anular do poço e para passar do anular para a tubulação, o gás deve fluir através da válvula de gás lift. Estas válvulas são unidirecionais, permitindo que o gás passe para a tubulação, mas evita que o óleo retorne pelo anular. Sendo assim, estudos são realizados para que sejam avaliadas algumas especificidades destas válvulas, tais como: descarga (avaliação da estanqueidade do dispositivo de retenção das válvulas), curva de desempenho (vazão versus pressão), fole (vida útil para válvulas com fole), alta calibração, entre outros.

Com base no exposto, Dev et al. (2016) em seu trabalho “*Characterization of leak rates in thermoplastic barrier valve seals under high static and cyclic pressure loads*” destacou os testes realizados para validar o uso do material PTFE para vedação das válvulas de gás lift, conforme requisitos da Statoil Standars. Os testes foram conclusivos, pois atenderam aos requisitos normativos.

No artigo “*Optimum design for new gas lift valve seat*”, foram realizados experimentos por Elldakli e Soliman (2017), através do uso de técnicas CFD, para simular tentativas do modelo de uma válvula de gás lift com sede chanfrada, a partir de um projeto inicial. Por meio do estudo realizado, foi possível observar uma melhoria significativa comparada ao design original, permitindo mais fluxo de gás com menos deslocamento da haste da válvula.

Outro trabalho feito para validar o desempenho do material de vedação da válvula foi o “*Comparison of Leakage Characteristics of Viton and Polytetrafluoroethylene Seals in Gas-Lift Valve Applications*”. A partir da comparação entre os materiais Viton e PTFE, Dev et al. (2017) observaram que entre os testes de capacidade de vedação, testes de vazamento de gás e vazamento de água, o material de vedação Viton apresentou uma melhor eficácia em comparação ao PTFE à temperatura ambiente, condição do teste.

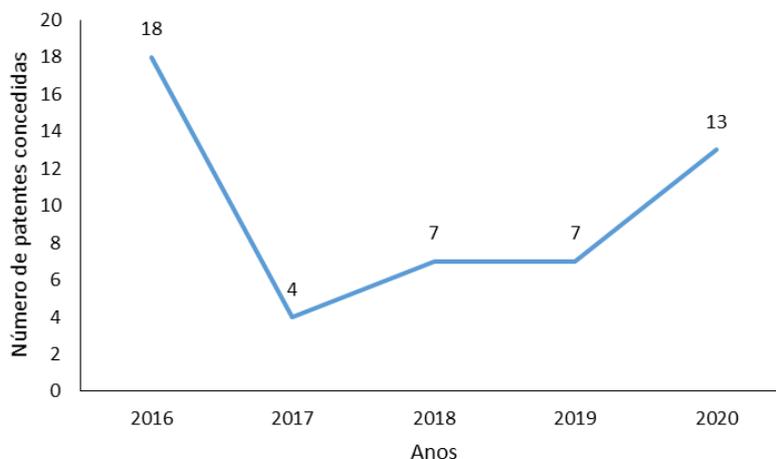
b. PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA REALIZADA NO BANCO DE DEPÓSITOS DE PATENTES ENTRE 2016-2020

Em pesquisa realizada na base de dados do Escritório Europeu de Patentes (EPO), o Espacenet, foram localizados e identificados 93 depósitos de patentes relacionados às válvulas de gás lift. Com base na análise de cada um destes registros, foi possível resgatar um total de 49 documentos de patentes referentes diretamente às destacadas válvulas. A seguir, os resultados serão dispostos sob a ótica dos anos de depósito e concessão, países de origem, inventores e titularidade das patentes.

i. Anos de depósito e concessão

A Figura 3 apresenta uma distribuição longitudinal referente à concessão de patentes presentes no banco de dados do Espacenet. Nota-se que no ano de 2016 há mais publicações, possivelmente incentivadas pelas flutuações cíclicas do preço do petróleo a partir do segundo semestre de 2014, que levaram as companhias petrolíferas ao engajamento e revisão de estratégias de exploração e produção, levando à priorização de projetos e focando na redução de custos (PEDROSA JR; CORRÊA, 2016). Outro aspecto importante a ser destacado é que a curva de concessões atualmente mostra-se em crescimento.

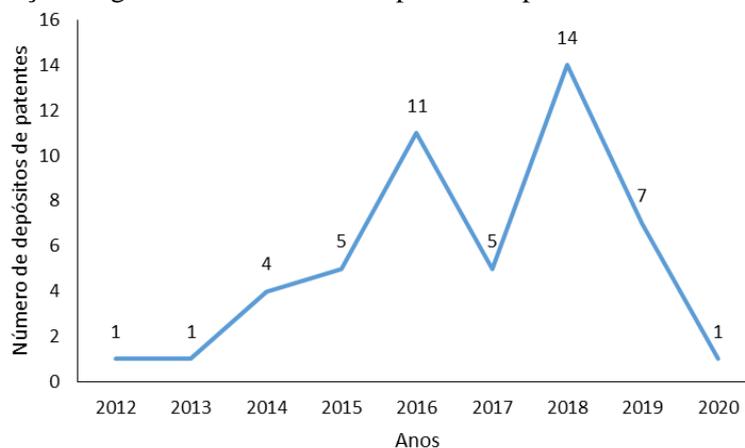
Figura 3 - Distribuição longitudinal das patentes concedidas sobre válvulas de gás lift entre 2016 e 2020



Fonte: Autoria própria (2021)

É importante fazer um paralelo entre as datas de concessão e as de depósito de patentes. Assim, será possível realizar uma análise mais apurada referente ao número de registros realizados em certo ano e o correspondente de publicações. A Figura 4 mostra uma distribuição longitudinal dos anos de depósito das patentes concedidas entre os anos de 2016 e 2020, sendo possível notar um aumento constante de depósitos entre os anos de 2012 e 2016, um pico de registros em 2018 e declínio a partir do ano de 2019.

Figura 4 - Distribuição longitudinal dos anos de depósito das patentes concedidas ente 2016 e 2020

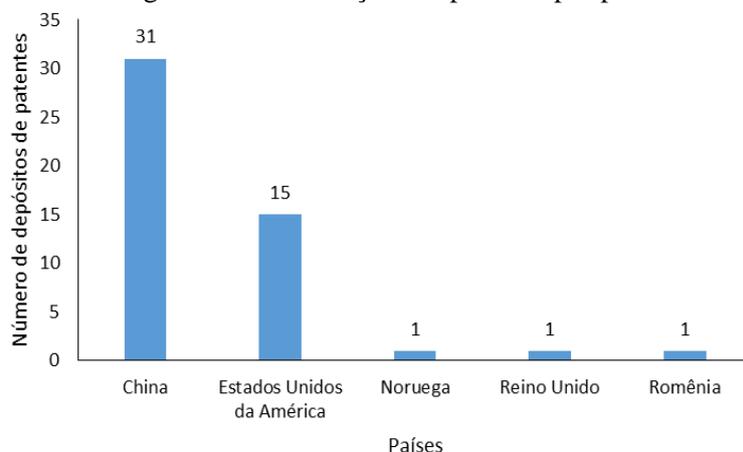


Fonte: Autoria própria (2021)

ii. Países de origem

A Figura 5 ilustra as patentes concedidas distribuídas por países. Os países que mais depositaram patentes sobre válvulas de gás lift entre 2016 e 2020 foram a China e os Estados Unidos da América. Destaca-se que a China, representando 63,27% do total de patentes, com 31 ocorrências é o país com mais concessões, seguida dos Estados Unidos da América com 15 patentes, correspondendo a 30,61%. Os países do Reino Unido, Noruega e Romênia, juntos possuem 3 patentes, representando 6,12% das publicações.

Figura 5 - Distribuição das patentes por país



Fonte: Autoria própria (2021)

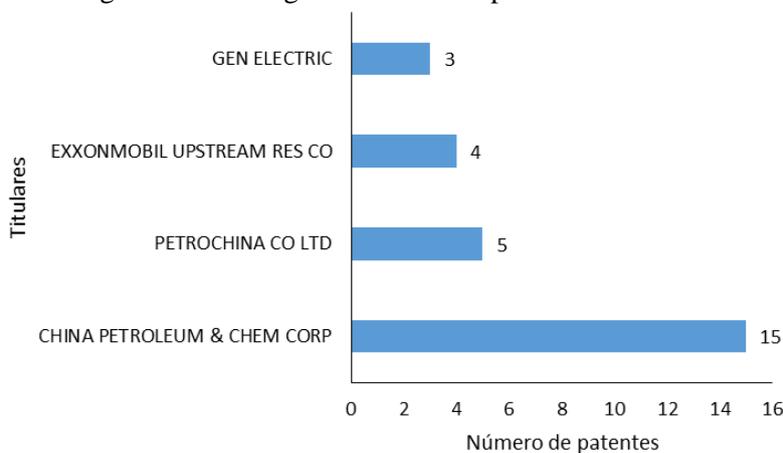
iii. Titularidade e inventores das patentes

De acordo com a legislação pertencente à Propriedade Intelectual, especialmente no Art. 6º, § 2º da Lei de Propriedade Industrial (Lei nº 9.279/96), cabe ao autor, na qualidade de inventor, ou seus herdeiros solicitação de pedido de patente. Contudo, devido a contratos de trabalho, a titularidade da invenção poderá ser cedida pelo inventor para outra pessoa física ou jurídica.

De acordo com a pesquisa realizada no Espacenet, os inventores com o maior número de patentes concedidas sobre válvulas de gás lift entre 2016 e 2020, são: Chen Dongbo, Li Lintao, Lusted Roderick Mark, Romer Michael C, Song Hai e Wan Xiaoyong. Observou-se que esses possuem uma concentração de invenções na área petrolífera, sobretudo, na proposição de tecnologias para melhorar os processos de extração de petróleo em poços.

Neste contexto, dos 49 registros analisadas, 81,63% (40) das titularidades das patentes são propriedade de pessoas jurídicas e 18,37% (09) possuem pessoas físicas como titulares. A Figura 6 apresenta as 04 organizações que possuem mais titularidade das invenções protegidas. A principal titular, *China Petroleum & Chemical Corporation - Sinopec Group* - é um supergrupo chinês de empresas petroquímicas e de petróleo, atuando na exploração *on-shore* e *off-shore* de óleo cru e gás natural, além do processamento, refino, distribuição, transporte e comercialização dos seus produtos. O Sinopec é o segundo maior produtor de petróleo e gás da China, a maior empresa de refino e a terceira maior empresa química do mundo (SINOPEC, 2020).

Figura 6 - Ranking de titulares das patentes analisadas



Fonte: Autoria própria (2021)

5 CONCLUSÃO

De modo geral, este trabalho realizou um levantamento bibliográfico, dispondo de conceitos iniciais, fazendo uma prospecção científica e tecnológica sobre a tecnologia das válvulas de gás *lift*. Através da análise de artigos oriundos de quadro referenciadas bases científicas e dos registros de depósitos de patentes de uma base com documentos de mais de 90 países, foi possível verificar o estado da técnica e evidenciar as características das práticas existentes.

Diante dos resultados das buscas, percebe-se que o estudo das válvulas de gás *lift* de maneira isolada não é muito notório. Houve poucos resultados nas pesquisas feitas e grande parte das publicações apenas citavam as referidas válvulas, não as considerando de forma concisa. Não houve um padrão de crescimento na produção de artigos, mas evidencia-se que nos últimos três anos ocorreu mais publicações sobre o tema. Acerca da evolução anual da concessão de patentes, observa-se um crescimento de depósitos no ano de 2018 que, fazendo uma comparação com os artigos retornados, é o ano que também apresenta mais trabalhos.

Além disso, os resultados mostram que a China e os Estados Unidos da América são os países com o maior número de patentes concedidas entre os anos de 2016 e 2020, sendo dois inventores norte-americanos os que possuem maior número de invenções sobre válvulas de gás *lift*. Uma empresa petrolífera chinesa é a principal titular de patentes, inclusive a titularidade dos inventos é predominante de empresas e organizações.

Ficou evidenciado que o Brasil não possui qualquer depósito de patentes na pesquisa realizada, fato que requer bastante atenção, uma vez que o país é um dos principais produtores e consumidores de petróleo do mundo, possuindo grandes reservas provadas de óleo. Dessa forma, o estudo destas tecnologias poderia contribuir para a maximização do processo de extração e utilidade dos poços, seguindo a tendência mundial de traçar estratégias próprias para exploração e produção petrolífera, enfatizando ações, projetos e tecnologias que melhorem os processos produtivos e reduzam custos.

Para trabalhos futuros é importante consultar um maior número de bases de patentes e estender as pesquisas com a utilização de novas palavras-chave, bem como considerar um período maior para, por exemplo, destacar tecnologias produzidas na última década. Outra possibilidade é o aprofundamento do estudo dos documentos retornados, a fim de trazer similaridades e pontos que, por ventura, ainda não são explorados.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. **Introdução à Indústria do Petróleo / FURG – CTI. PETROBRAS – Petróleo Brasileiro S.A.** Rio Grande do Sul, 2006.

BRASIL. **Lei de Propriedade Industrial:** Lei n. 9.279, de 14 de maio de 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19279.htm. Acesso em: 05 jan. 2021.

CRNOGORAC, M., TANASIJEVIC, M., DANILOVI, D., MARICI, K. V., LEKOVIC, B. Selection of Artificial Lift Methods: A Brief Review. **Energies**, v.13, n.7, p. 1–15, 2020. DOI: <https://10.3390/en13071758>

DA GUIA, J. S. de A.; MONTEIRO, F. do N.; DE ARAÚJO, L. R. B.; ROCHA, M. V. N. L.; SILVA, S. M. S. Análise do bombeio mecânico com hastes na elevação do petróleo e modelagem de um sistema de superfície. **Caderno de Graduação - Ciências Exatas e Tecnológicas - UNIT - ALAGOAS**, [S. l.], v. 3, n. 2, p. 119–138, 2016. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/fitsexatas/article/view/3098>. Acesso em: 05 mar. 2021.

DEL CARRATORE, P. R. **Desenvolvimento de ferramenta para auxílio na seleção de métodos de elevação artificial.** Universidade Federal Do Rio Grande Do Norte, 64, 2018.

DEV, B.; SAMUDRALA, O.; JIFENG, W. Comparison of Leakage Characteristics of Viton and Polytetrafluoroethylene Seals in Gas-Lift Valve Applications. In: **Journal of Energy Resources Technology, Transactions of the ASME**, 139(1), 1–14, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1115/1.4034512>

DEV, B.; SAMUDRALA, O.; WANG, J. Characterization of leak rates in thermoplastic barrier valve seals under high static and cyclic pressure loads. In: **Journal of Petroleum Science and Engineering**, 145, 279–289, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2016.05.016>

ELLDAKLI, F. Gas Lift System. In: **Petroleum & Petrochemical Engineering Journal**. Department of Petroleum Engineering, Texas Tech University, USA, 2017.

ELLDAKLI, F.; SOLIMAN, M. Optimum design for new gas lift valve seat. In: **Journal of Petroleum Science and Engineering**, 149, 456–464, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2016.10.062>

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Balanco Energético Nacional 2019**. 2020. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2020>. Acesso em: 24 fev. 2021.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

IEA. International Energy Agency. **Data and statistics**. 2019. Disponível em: <<https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tables?country=WORLD&energy=Balances&year=2019>>. Acesso em: 24 fev. 2021.

LEA JR, J. F.; NICKENS, H. V. **Gas Well Deliquification**. 3rd ed. Gulf Professional Publishing, 2019

MAITELLI, C. W. S. P. **Simulação do Escoamento Monofásico em um Estágio de uma Bomba Centrífuga Utilizando Técnicas de Fluidodinâmica Computacional**. Tese de Doutorado - Rio Grande do Norte: PPGCEP/UFRN, 2010.

MEDEIROS, L. F. **Avaliação do Funcionamento de uma válvula de gas lift do tipo piloto de 1 polegada utilizando técnicas de CFD**. Trabalho de Conclusão de Curso - Rio Grande do Norte: DPET/UFRN, 2015.

PEDROSA JR, O. A; CORRÊA, A. C. F. A crise do petróleo e os desafios do pré-sal. In: **Boletim de Conjuntura do Setor Energético**. Rio de Janeiro, fevereiro, 2016.

SANTOS, L. L. **Otimização da posição da válvula de gás lift considerando o comportamento temporal do reservatório**. In Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2017.

SINOPEC. **About Sinopec Group**. Disponível em: <http://www.sinopecgroup.com/group/en/companyprofile/AboutSinopecGroup/>. Acesso em: 05 jan. 2021.

THOMAS, J. E. **Fundamentos da Engenharia de Petróleo**. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: Interciência, 2001.