

LUBRIFICANTES BIODEGRADÁVEIS COMO ADITIVOS EM FLUIDOS DE PERFURAÇÃO: UMA PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA

Milson dos Santos Barbosa

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB

<http://orcid.org/0000-0001-5412-7865>

<http://lattes.cnpq.br/9231820567606047>

E-mail: barbosamilson@hotmail.com

DOI-GERAL: <http://dx.doi.org/10.47538/RA-2022.V1N1>

DOI-INDIVIDUAL: <http://dx.doi.org/10.47538/RA-2022.V1N1-06>

RESUMO: Fluidos de perfuração com aditivos biolubrificantes à base ésteres de óleos vegetais é uma alternativa eficaz e ecológica para operações de perfuração de poços de petróleo e gás. Entretanto, essa abordagem ainda é pouco examinada no setor petrolífero. A prospecção tecnológica é uma ferramenta importante que fornece percepções inovadoras para ampliar o conhecimento e promover transformações tecnológicas, o que facilita a tomada de decisões nos centros de pesquisas e indústrias. Deste modo, o presente estudo visa preencher essa lacuna e apresenta uma análise prospectiva de artigos científicos acerca da utilização de óleos vegetais como material de partida para a produção de aditivos biolubrificantes aplicados em fluidos de perfuração. A pesquisa foi realizada nas bases de dados Web of Science. Os dados foram recuperados de documentos de patentes dos últimos 30 anos usando uma combinação da palavra-chave "drilling fluid" e "vegetable oil".

PALAVRAS-CHAVE: Petróleo. Perfuração de poços. Fluidos de perfuração. Óleos vegetais.

BIODEGRADABLE LUBRICANTS AS ADDITIVES IN DRILLING FLUIDS: A TECHNOLOGICAL PROSPECT

ABSTRACT: Drilling fluids with biolubricant additives based on vegetable oil esters are an effective and ecological alternative for drilling oil and gas wells. However, this approach is still underexamined in the oil sector. Technological prospecting is an important tool that provides innovative insights to expand knowledge and promote technological transformations, which facilitates decision-making in research centers and industries. Thus, the present study aims to fill this gap and presents a prospective analysis of scientific articles about the use of vegetable oils as a starting material for the production of biolubricant additives applied in drilling fluids. The search was performed on the Web of Science databases. Data was retrieved from patent documents from the last 30 years using a combination of the keywords "drilling fluid" and "vegetable oil".

KEYWORDS: Oil. Well drilling. Drilling fluids. Vegetable oils.

INTRODUÇÃO

A perfuração é uma operação essencial para a recuperação de petróleo e gás. A confirmação da presença de petróleo bruto recuperável só pode ser confirmada através da penetração da formação pela broca de perfuração. Para tal, todos os elementos

envolvidos na perfuração devem ser projetados para perfurar adequadamente diferentes tipos de materiais rochosos, mas ao mesmo tempo devem garantir que suas cargas imponentes não alterem a integridade da formação rochosa e afetem a estabilidade do poço perfurado. Portanto, a perfuração eficiente depende de diferentes parâmetros e o fluido de perfuração é um dos mais importantes (THOMAS, 2004; FANCHI *et al.*, 2016).

Os fluidos de perfuração são fundamentais para o transporte de cascalhos de perfuração do fundo do poço até a superfície, ao mesmo tempo que deve estabilizar a formação, controlar a pressão no poço, bem como resfriar e lubrificar tubos e brocas de perfuração (SKALLE, 2011). O atrito de arrasto entre a coluna de perfuração e as paredes do poço é uma questão importante na operações de perfuração. Assim, a adição de aditivos lubrificantes no fluido de perfuração é uma estratégia eficaz para reduzir a resistência ao atrito em aplicações de perfuração de petróleo e gás (LAN *et al.*, 2020).

Contudo, os fluidos de perfuração convencionais normalmente são formulados com compostos químicos tóxicos que causam problemas ambientais. As exigências atuais de fluidos de perfuração e as demandas ecológicas estimularam cientistas a desenvolver fluidos de perfuração ecologicamente corretos menos agressivo ao meio ambiente (AMER *et al.*, 2016; JI *et al.*, 2020; SOUSA *et al.*, 2021). Os biolubrificantes – lubrificantes biodegradáveis – derivados de fontes orgânicas fornecem valiosas propriedades de redução de atrito: alta lubricidade, alta estabilidade térmica, alto ponto de fulgor, ampla faixa de viscosidade, entre outros (CUNNINGHAM *et al.*, 2004; HEIKAL *et al.*, 2017; SYAHIR *et al.*, 2017; BARBOSA *et al.*, 2021).

Pesquisas recentes têm relevado potenciais fluidos de perfuração e/ou aditivos lubrificantes à base de matérias-primas sustentáveis, como os óleos vegetais (MADANHIRE *et al.*, 2016; RAHIM *et al.*, 2017; REEVES *et al.*, 2017; HO *et al.*, 2019). Além de serem fontes renováveis, os fluidos de perfuração e aditivos biolubrificantes à base ésteres de óleos vegetais podem apresentar propriedades similares ou superiores aos fluidos à base de hidrocarbonetos e minerais (SONI *et al.*, 2014). A utilização de fluidos de perfuração com aditivos biolubrificantes à base de ésteres orgânicos possibilita uma perfuração mais rápida com a redução do atrito, uma maior biodegradabilidade, um menor volume de resíduos, além da poder diminuir o

custo total da operação de perfuração (PATEL *et al.*, 2013; KANIA *et al.*, 2015; HEIKAL *et al.*, 2017; SINGH *et al.*, 2018).

Nesse contexto, uma análise prospectiva foi realizada para investigar o que foi publicado acerca de fluidos de perfuração ecológicos e/ou aditivos biolubrificantes à base de óleos vegetais. Para esse fim, foi realizada uma busca bibliográfica com o intuito de mapear as publicações científicas publicadas em revistas científicas indexadas no banco de dados Web of Science aplicando a combinação das palavras-chave "drilling fluid" e "vegetable oil".

MATERIAL E MÉTODOS

A investigação prospectiva por artigos científicos foi realizada em 12 de dezembro de 2021, filtrando os registros de publicações entre 01 de janeiro de 1990 a 31 de dezembro de 2021, tomando como referência a base de dados Web of Science, que é significativa em diversas áreas do conhecimento. Inicialmente, foram utilizadas as palavras-chave "drilling fluid". Como resultado dessa busca prospectiva, foi possível obter 3.202 documentos. Entretanto, como o foco do trabalho é reunir estudos que avaliaram o potencial de óleos vegetais para a formulação de aditivos biolubrificantes e fluidos de perfuração, uma nova busca foi realizada utilizando a combinação das palavras-chave "drilling fluid" e "vegetable oil". Utilizando este filtro, foram coletadas diferentes informações a partir de 17 registros de publicações científicas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

EVOLUÇÃO ANUAL DE ARTIGOS CIENTÍFICOS

A indústria reconheceu a necessidade de desenvolver fluidos de perfuração e aditivos ecologicamente corretos que cumpram os critérios técnicos e que atendam aos regulamentos ambientais. Como consequência, fluidos de perfuração à base matérias primas renováveis estão sendo desenvolvidos para combinar as vantagens práticas e minimizar os riscos ambientais (AMORIM *et al.*, 2011; SKALLE, 2011; AMER *et al.*, 2016; FANCHI *et al.*, 2016; LAN *et al.*, 2020). Nesse cenário, óleos vegetais são preferidos para a formulação de aditivos biolubrificantes e/ou fluidos de perfuração para

aplicação em diferentes condições de poços de petróleo. Como resultado, a Figura 1 mostra que houve um crescimento exponencial no número de artigos científicos que abordam esse tema entre os anos de 2013 e 2021, com maior número de registros de publicações em 2017.

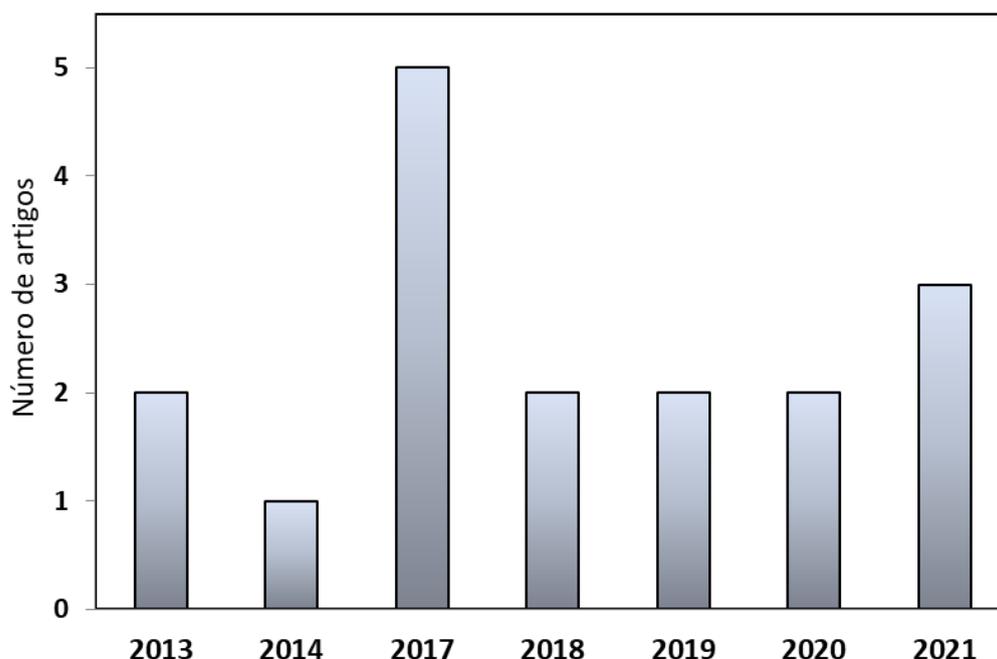


Figura 1 - Evolução anual dos artigos científicos.

PAÍSES DETENTORES DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO

Pesquisadores e gestores de diferentes países têm buscado estratégias para produzir fluidos perfuração ecológicos que atendam os mais diferentes projetos de poços de petróleo. A Figura 2 exibe os 10 países que mais geraram conhecimento científico entre os anos de 1990 e 2021. O Brasil e a China destacam-se como os países que mais publicaram estudos científicos abordando o uso de óleos vegetais como insumo para a fabricação de aditivos biolubrificantes e/ou fluidos de perfuração, representando cerca de 23,53% do total de artigos publicados. Nos últimos anos, o Brasil ganhou destaque no cenário mundial por utilizar recursos renováveis para produzir tecnologias sustentáveis. No setor petrolífero, em especial, as empresas do país têm direcionado seus investimentos em tecnologias limpas, a exemplo dos fluidos de perfuração ecológicos. Outros países que investiram em pesquisas nessa temática foram Malásia (11,76%), Canadá (5,88%),

Egito (5,88%), Índia (5,88%), Indonésia (5,88%), Espanha (5,88%), Arábia Saudita (5,88%) e Peru (5,88%).

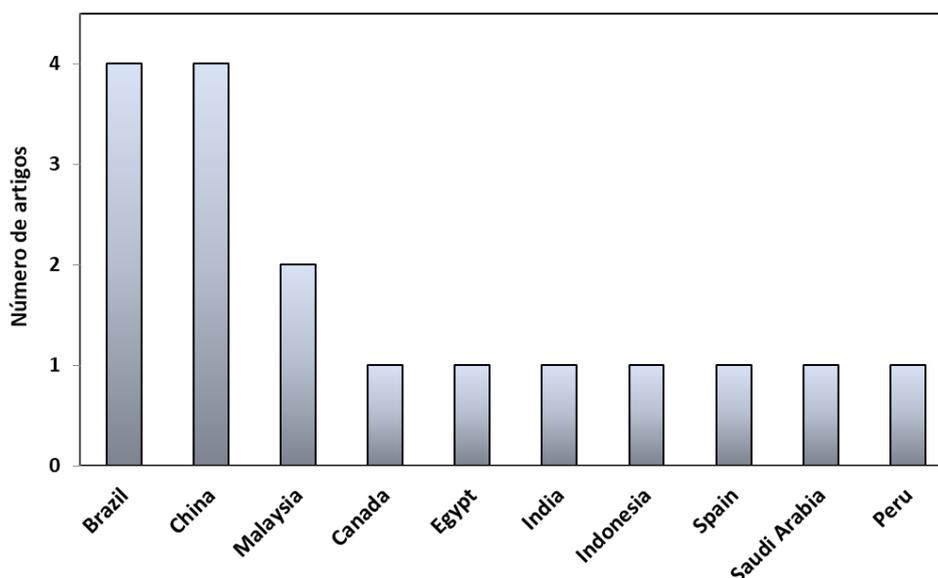


Figura 2 - Países detentores do conhecimento científico.

CONTRIBUIÇÕES CIENTÍFICAS POR AFILIAÇÕES UNIVERSITÁRIAS

Durante a análise prospectiva foram avaliadas as contribuições científicas por instituições de ensino superior ao redor do mundo durante o período de 1990 e 2021. Como mostra a Figura 3, a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) liderou em contribuições científicas com a temática, com 3 registros de publicações. De fato, pesquisadores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química da UFRN tem direcionados seus estudos científicos para o desenvolvimento de fluidos de perfuração menos agressivos ao meio ambiente. A Universidade Federal da Paraíba foi outra instituição de ensino que contribuiu com o tema em questão, com 1 publicação. Com 2 artigos científicos, a China University of Geosciences (China) e a Universiti Teknologi Petronas (Malásia) também fomentaram o uso de óleos vegetais durante a produção de aditivos biolubrificantes e/ou fluidos de perfuração.

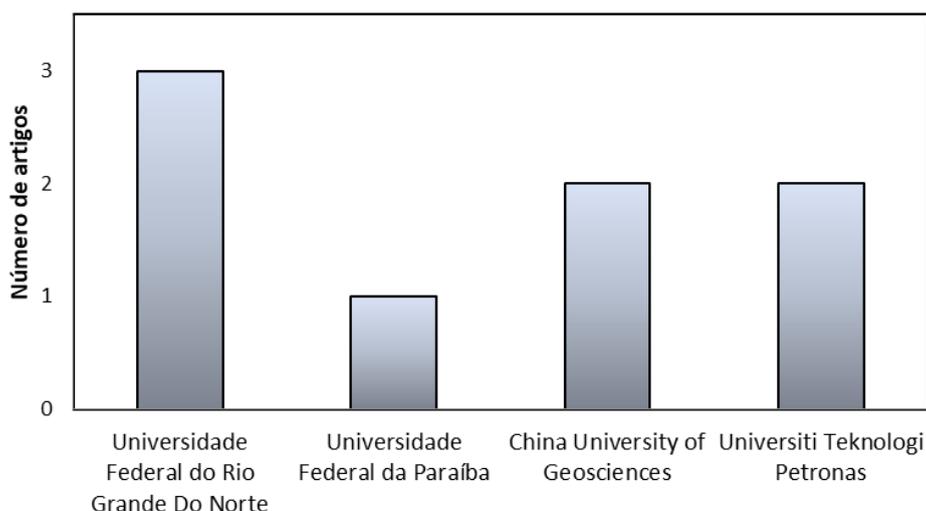


Figura 3 - Instituições universitárias com mais artigos científicos.

PERIÓDICOS INDEXADOS COM MAIS ARTIGOS CIENTÍFICOS

Os artigos científicos coletados foram publicados em 9 revistas indexadas na base de dados Web of Science e em 1 conferência internacional. A Figura 5 mostra as revistas indexadas e a conferência e os respectivos fatores de impactos atribuídos a esses periódicos. Journal of Petroleum Science and Engineering foi a revista que publicou mais artigos voltados divulgando estudos com o uso de óleos vegetais em pesquisas voltadas à síntese de aditivos biolubrificantes e/ou fluidos de perfuração. Com 2 publicações relacionadas ao tema, os periódicos Applied Clay Science e Holos também fomentaram a temática aos seus leitores. Entre os periódicos que mais publicaram artigos, Applied Clay Science apresenta o maior fator de impacto. Portanto, os artigos científicos publicados em nessa revista possuem um número médio de citações em comparação com as demais.

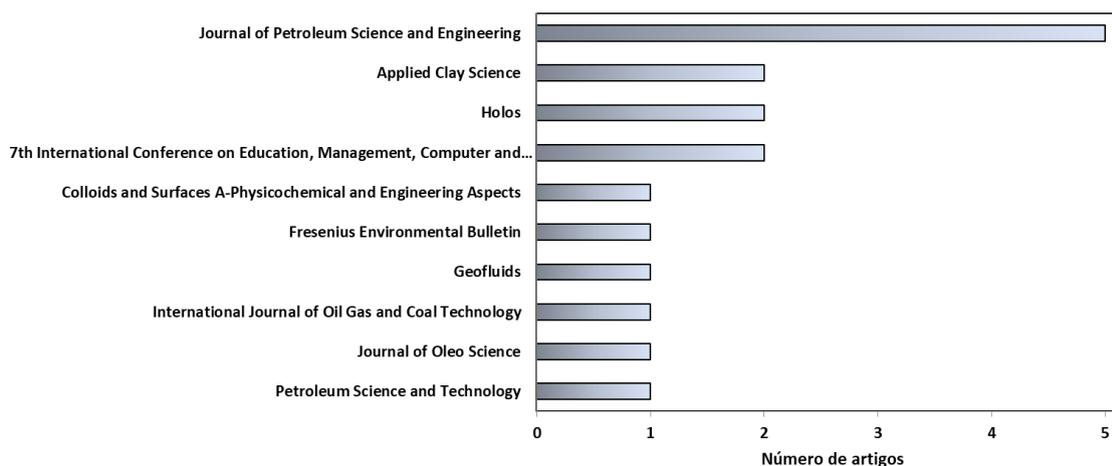


Figura 4 - Revistas indexadas com mais artigos científicos.

CONCLUSÃO

Os fluidos de perfuração com menor impacto ambiental são altamente desejados em relação aos fluidos oriundos de diesel, especialmente no que se refere as leis ambientais cada vez mais rigorosas. Nessa perspectiva, o presente estudo prospectivo mapeou as produções científicas envolvendo o uso de óleos vegetais como matéria prima para a produção de aditivos biolubrificantes e/ou fluidos de perfuração aplicados durante a perfuração de poços de petróleo. A partir de então, revelou-se os países, universidades e periódicos com maior produção científica acerca da temática. Como resultado, o Brasil foi o país que mais publicou pesquisas na área, com destaque para a Universidade Federal do Rio Grande do Norte. A revista *Journal of Petroleum Science and Engineering* publicou o maior número de artigos acerca do desenvolvimento de fluido de perfuração à base óleo vegetal. Em suma, o tema prospectado revelou-se ser atual e inovador, seguramente, devido as diretrizes de desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

- AMER, A.; DEARING, H.; JONES, R. **Drilling Through Salt Formations: A Drilling Fluids Review.** *SPE Deepwater Drilling and Completions Conference*, n. September, p. 14–15, 2016.
- AMORIM, L. V.; NASCIMENTO, R. C. A. M.; LIRA, D. S.; MAGALHÃES, J. **Evaluation of the Behavior of Biodegradable Lubricants in the Differential Sticking Coefficient of Water Based Drilling Fluids.** *Brazilian Journal of Petroleum and Gas*, v. 5, n. 4, p. 197–207, 2011.

- BARBOSA, M. S.; FREIRE, C. C. C.; BRANDÃO, L. M. S.; PEREIRA, E. B.; MENDES, A. A.; PEREIRA, M. M.; LIMA, A. S.; SOARES, C. M. F. **Biolubricant production under zero-waste *Moringa oleifera* Lam biorefinery approach for boosting circular economy.** *Industrial Crops & Products*, v. 167, p. 113542, 2021.
- CUNNINGHAM, B.; BATTERSBY, N.; WEHRMEYER, W.; FOTHERGILL, C. A **sustainability assessment of a biolubricant.** *Journal of Industrial Ecology*, v. 7, n. 3–4, p. 179–192, 2004.
- DE SOUSA, R. P. F.; BRAGA, G. S.; DA SILVA, R. R.; LEAL, G. L. R.; FREITAS, J. C. O.; MADERA, V. S.; GARNICA, A. I. C.; CURBELO, F. D. S. **Formulation and study of an environmentally friendly microemulsion-based drilling fluid (O/w) with pine oil.** *Energies*, v. 14, n. 23, 2021.
- FANCHI, J. R.; CHRISTIANSEN, R. L. **Introduction to petroleum engineering.** [s.l: s.n.].
- HEIKAL, E. K.; ELMELAWY, M. S.; KHALIL, S. A.; ELBASUNY, N. M. **Manufacturing of environment friendly biolubricants from vegetable oils.** *Egyptian Journal of Petroleum*, v. 26, p. 53–59, 2017.
- HO, C. K.; MCAULEY, K. B.; PEPPLEY, B. A. **Biolubricants through renewable hydrocarbons: A perspective for new opportunities.** *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 113, n. July, p. 109261, 2019.
- Jl, M.; LIU, S.; XIAO, H. **Tribological behaviors of water-based drilling mud with oleic acid-filled microcapsules as lubricant additives for steel-steel contact.** *Industrial Lubrication and Tribology*, 2020.
- KANIA, D.; YUNUS, R.; OMAR, R.; ABDUL RASHID, S.; MOHAMAD JAN, B. A **review of biolubricants in drilling fluids: Recent research, performance, and applications.** *Journal of Petroleum Science and Engineering*, v. 135, p. 177–184, 2015.
- LAN, P.; IACCINO, L. L.; BAO, X.; POLYCARPOU, A. A. **The effect of lubricant additives on the tribological performance of oil and gas drilling applications up to 200 °C.** *Tribology International*, v. 141, n. August 2019, p. 105896, 2020.
- MADANHIRE, I.; MBOHWA, C. **Mitigating environmental impact of petroleum lubricants.** *Mitigating Environmental Impact of Petroleum Lubricants*, p. 1–239, 2016.
- PATEL, A.; ZHANG, J. H.; KE, M.; PANAMARATHUPALAYAM, B. **Lubricants and drag reducers for oilfield applications - Chemistry, performance, and environmental impact.** *Proceedings - SPE International Symposium on Oilfield Chemistry*, v. 1, p. 58–69, 2013.
- RAHIM, E.; SASAHARA, H. **Performance of palm oil as a biobased machining lubricant when drilling inconel 718.** *MATEC Web of Conferences*, v. 101, p. 80–85, 2017.
- REEVES, C. J.; SIDDAIAH, A.; MENEZES, P. L. **A review on the science and technology of natural and synthetic biolubricants.** *Journal of Bio- and Tribo-Corrosion*, v. 3, p. 11, 2017.
- SINGH, Y.; FAROOQ, A.; RAZA, A.; MAHMOOD, M. A.; JAIN, S. **Sustainability of a non-edible vegetable oil based bio-lubricant for automotive applications: A**

review. *Process Safety and Environmental Protection*, v. 111, p. 701–713, 2018.

SKALLE, P. **Drilling Fluid Engineering**. [s.l.] Bookboon, 2011. v. 1

SONI, S.; AGARWAL, M. **Lubricants from renewable energy sources: A review**. *Green Chemistry Letters and Reviews*, v. 7, p. 359–382, 2014.

SYAHIR, A. Z.; ZULKIFLI, N. W. M.; MASJUKI, H. H.; KALAM, M. A.; HARITH, M. H. **A review on bio-based lubricants and their applications**. *Journal of Cleaner Production*, v. 168, p. 997–1016, 2017.

THOMAS, J. E. **Fundamentos de Engenharia de Petróleo**. [s.l.] Interciência: Petrobras, 2004.

Data de submissão: 12/02/2022. Data de aceite: 17/02/2022. Data de publicação: 20/02/2022.