

Análise bibliométrica sobre o uso de ultrassom em emulsões do tipo óleo em água (O/A)

Bibliometric analysis on the use of ultrasound in oil type emulsions in oil (O / A)

**Análisis bibliométrico sobre el uso de ultrasonido en emulsiones del tipo aceite en agua
(O / A)**

Marice Aparecida Ferreira de Castro

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

E-mail: marice_ferreira@hotmail.com

Daniel da Cunha Ribeiro

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

E-mail: daniel.ribeiro@ufes.br

Rodrigo Randow de Freitas

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0170-6892>

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

E-mail: rodrigo.r.freitas@ufes.br

Recebido: 12/07/2018 – Aceito: 13/08/2018

Resumo

Um recurso que vem se mostrando capaz na desestabilização de emulsões, remoção de uma fração significativa de óleo e outros contaminantes, é o ultrassom. As principais vantagens de se aplicar a técnica de ultrassom para a desestabilização de emulsões O/A estão na eficiência, a não utilização de agentes químicos e a capacidade de adequação da técnica à diferentes emulsões. Portanto, este trabalho propõe a bibliometria sobre os estudos de sondas ultrassônicas e banho de ultrassom empregado em emulsões do tipo óleo em água (O/A) produzida pela indústria do petróleo. Evidenciando pesquisas sobre a desestabilização destas emulsões através da aplicação de ultrassom. Desta forma, os trabalhos serão apresentados conforme país e periódicos, ano de publicação e tópicos, demonstrando a real carência de estudos sobre o tema nos últimos anos, revelando então a oportunidade de pesquisa quanto ao uso do ultrassom empregado em emulsões.

Palavras-chave: Desestabilização de emulsões; Emulsão óleo em água; Petróleo; Ultrassom.

Abstract

A process that has been able to generate descaling of emulsions, removing a significant fraction of oil and other contaminants, is the ultrasound. The main advantages of applying an ultrasonic technique for the destabilization of emulsions are the efficiency, the non-use of chemical agents and the suitability of the technique to different emulsions. Therefore, this work proposes a bibliometry on the studies of ultrasonic probes and the assisted ultrasonic bath in oil-in-water (O / W) emulsions. Demonstrating the experiences of destabilizing the emulsions through the application of ultrasound. In this way, the papers were published about the country and the periodicals, year of publication and topics, showing a real lack of studies on the subject in recent years, being an opportunity to look at the use of ultrasound used in emulsions.

Keywords: Destabilization of Emulsion; Emulsion oil in water; Petroleum; Ultrasound.

Resumen

Un recurso que viene demostrando capaz en la desestabilización de emulsiones, remoción de una fracción significativa de aceite y otros contaminantes, es el ultrasonido. Las principales ventajas de aplicar la técnica de ultrasonido para la desestabilización de emulsiones O / A están en la eficiencia, la no utilización de agentes químicos y la capacidad de adecuación de la técnica a diferentes emulsiones. Por lo tanto, este trabajo propone la bibliometría sobre los estudios de sondas ultrasónicas y baño de ultrasonido empleado en emulsiones del tipo aceite en agua (O / A) producida por la industria del petróleo. Evidenciando investigaciones sobre la desestabilización de estas emulsiones a través de la aplicación de ultrasonido. De esta forma, los trabajos serán presentados según país y periódicos, año de publicación y tópicos, demostrando la real carencia de estudios sobre el tema en los últimos años, revelando entonces la oportunidad de investigación en cuanto al uso del ultrasonido empleado en emulsiones.

Palabras clave: Desestabilización de emulsiones; Emulsión aceite en agua; aceite; El ultrasonido.

1 - INTRODUÇÃO

Atualmente os estudos utilizando o ultrassom como uma técnica para operação com partículas, apontam que podem ser aplicadas no tratamentos de resíduos provenientes da indústria petrolífera (SANTANA, 2003).

De acordo com TOLT T; FEKE (1993), os processos utilizados na indústria do petróleo para remoção do óleo presente na água produzida são eficientes quando empregados na remoção do óleo livre ou disperso, porém não são eficazes quando se tratam de óleo emulsificado, principalmente aqueles que possuem gotas de diâmetro inferior à 10µm, sendo necessário a aplicação de outros métodos para sua remoção.

Desta forma, um recurso que vem se mostrando capaz na desestabilização de emulsões, remoção de uma fração significativa de óleo e outros contaminantes, é o ultrassom (GARCIA-LOPEZ; SINHA, 2008), (YANG; TAN, W.; TAN, X. F, 2009). As principais vantagens de se aplicar a técnica de ultrassom para a desestabilização de emulsões O/A estão na eficiência, a não utilização de agentes químicos e a capacidade de adequação da técnica à diferentes emulsões (YANG, 2009).

Conforme FONSECA (1986), a bibliometria, técnica quantitativa, estatística de medição dos índices de produção e disseminação do conhecimento científico, visa dimensionar o que foi produzido dentro da área de estudo e quantificar essas produções, com o objetivo de dar suporte ao pesquisador sobre quais temas, a quantidade e a relevância do que se pretende estudar.

Portanto, este trabalho propõe a bibliometria sobre os estudos de sondas ultrassônicas e banho de ultrassom empregado em emulsões do tipo óleo em água (O/A) produzidas pela indústria do petróleo. Evidenciando pesquisas sobre a desestabilização destas emulsões através da aplicação de ultrassom.

Para quantificar essa pesquisa acerca destes assuntos, foi utilizado a plataforma de pesquisas, Web of Science, ScienceDirect e Scientific Electronic Library Online (SciELO). Os trabalhos serão analisados conforme país e periódicos, ano de publicação e tópicos relacionados com o objetivo do trabalho.

2 – PETRÓLEO

A formação do petróleo é caracterizada pelo acúmulo de material orgânico ao longo de milhares de anos, sob influência das condições específicas: pressão e bacias sedimentares (ANP, 2018). Além de se encontrar em uma bacia sedimentar, os requisitos primários para que se venha eventualmente a localizar um reservatório de petróleo é a presença de algum tipo

de rocha reservatório (geralmente porosa) coberta por uma rocha seladora (que impediu que o óleo escapasse para a superfície, vindo a se dissipar).

Os produtos à base de petróleo vêm do petróleo bruto. Os processos de refino e uso de diferentes aditivos que fazem um produto diferente do outro e estes definem a composição do produto. A toxicidade do petróleo bruto depende da sua composição final, ou seja, característica de cada amostra (FERREIRO-GONZÁLEZ, 2018).

De acordo com FALKOVA (2016), há um grande número de artigos de pesquisa e revisão foram escritos relativa aos diferentes métodos utilizados para determinar e discriminar os produtos à base de petróleo, que incluem gasolina, diesel ou querosene. A maioria dos métodos que foram desenvolvidos são baseados em cromatografia gasosa (CG) (TZING SH, 2003). Este método são geralmente empregados para caracterizar produtos relacionados a combustíveis e etapas de preparação da amostra, relacionado à concentração (WANG, 2009).

2.1 – Emulsão

É impossível subestimar a importância das emulsões, tanto do ponto de vista da teoria básica como de suas diversas aplicações. As bases teóricas relacionadas com as emulsões compreendem uma grande parte do conhecimento das ciências coloidais e de superfície, assim como também uma contribuição substancial em outros ramos da ciência.

Emulsões é um sistema heterogêneo formado por dois líquidos imiscíveis dispersos um no outro na forma de pequenas gotas, produzidas na presença de um surfactante, agente químico com atividade emulsificante, e de energia (SCHRAMM, 1992). O líquido que contém as gotas dispersas é denominado de fase contínua ou fase externa, e a outra fase é chamada de fase descontínua, interna ou fase dispersa.

Neste trabalho, a emulsão estudada é a do tipo óleo em água (O/A), onde a fase dispersa é constituída de um líquido não polar, enquanto o dispersante é um líquido polar (VOYUTSKY, 1978). As propriedades das emulsões são fortemente influenciadas pela composição do sistema, como concentração de óleo e água, tipo de óleo, composição da fase aquosa, assim como o pH e a temperatura (MERIEM-BENZIANE et al., 2012).

3 – MÉTODOS APLICADOS

Neste tópico serão apresentados os dados coletados acerca da pesquisa exploratória de acordo com as principais características abordadas em trabalhos sobre o tema do estudo bibliométrico. A fim de mostrar a análise gerada, será utilizado uma ferramenta da estatística descritiva, de forma qualitativa e quantitativa (GIL, 2002).

Para demonstrar como foi feito o estudo e a avaliação das produções científicas e identificação de tendências, autores, locais de publicações, entre outros, segue abaixo como foi separado a metodologia:

- a) Revisão bibliográfica: Foi realizada uma revisão de literatura sobre o tema: sondas ultrassônicas e banho de ultrassom empregado em emulsões do tipo óleo em água (O/A) produzida pela indústria do petróleo, com o objetivo de realizar a fundamentação teórica da pesquisa;
- b) Base de Dados: Oferecem critérios de amplas possibilidades, em termos de extensão, época, e substancial resposta para o tema sugerido. Para tal, foram utilizadas as bases da Scientific Eletronic Library Online (Scielo), Web of Science (produzida pelo ISI – Institute for Scientific Information) e ScienceDirect;
- c) Construção dos critérios de busca: Para a realização deste, o estudo foi realizado com o uso das palavras chaves: destabilization of emulsions; emulsion oil in water; petroleum; ultrasound, optando por utilizar o termo em inglês para ampliar o campo de pesquisa.
- d) Dados da pesquisa: Foi utilizado o filtro de 5 anos (2012 a 2017), a busca pelas plataformas selecionadas resultou em 47 artigos. Após esta coleta, foi feito um refinamento, eliminando os trabalhos que não se identificavam com o objetivo proposto, demonstrado nos títulos e resumos destes. A partir deste método, foram selecionados 16 artigos que contemplassem uma contribuição teórica efetiva à temática sugerida. Este processo de refinamento é demonstrado na tabela 1.

Tabela 1 – Seleção dos dados da pesquisa.

Base de Dados	Primeira Seleção	Trabalhos Eliminados	Repetidos
Scielo	3	3	3
Web of Science	37	21	6
ScienceDirect	7	3	6
Total	47	27	15

Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

- e) Arranjo e análise bibliométrico: Os dados foram analisados e transcritos em forma de planilha eletrônica, objetivando melhor visualização.

Para auxiliar as análises feitas na pesquisa pelas plataformas selecionadas, foi elaborado um ciclo PDCA, ferramenta de gestão da qualidade que tem por objetivo controlar os processos e promover soluções. Conforme abordado por ANDRADE (2003), o ciclo PDCA foi planejado para ser aplicado como um modelo dinâmico em que a conclusão de um ciclo irá fluir no começo do próximo ciclo, e assim sucessivamente.

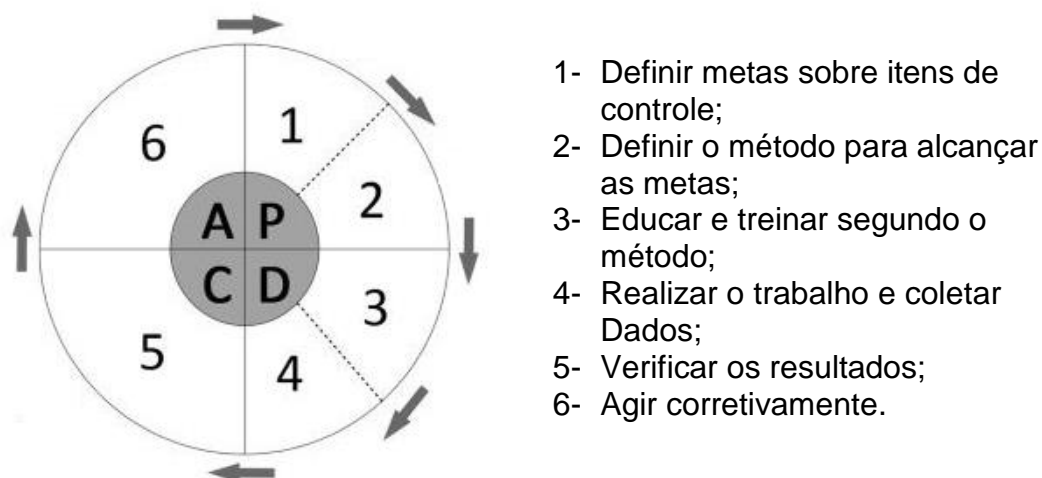
O PDCA auxiliará o trabalho na organização dos artigos pesquisados e avaliará o problema proposto, buscando as soluções e minimizando erros.

As etapas serão definidas conforme:

- a) Plan (Planejar): estabelecer missão, visão, objetivos e metas, é o primeiro passo, aonde se inicia o ciclo, levantar dados ou informações, estabelecer os métodos e priorizar aonde se quer chegar.
- b) Do (Fazer): realizar, executar as atividades estabelecidas pelo trabalho, é o passo seguinte ao planejamento, onde procedem as ações e dar ênfase para chegar ao objetivo.
- c) Check (Verificar): fiscalizar e analisar por tempo determinado os resultados obtidos, avaliar processos e ações, consolidando com as informações já recebidas e executadas.
- d) Act (Agir): agir conforme os resultados obtidos e de acordo com os relatórios, então, determinar novos planos de ação, contribuindo para a melhora da qualidade, eficiência e eficácia.

O PDCA pode ser representado conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Representação do ciclo PDCA.



Fonte: Adaptada de MARTINS, 2005.

A Figura 1 exemplifica as etapas de gerenciamento de um processo ou sistema. Uma forma de elaborar estas etapas é atribuir metas aos objetivos que se pretende alcançar (CAMPOS, 1999). Portanto é necessário se determinar uma meta para a utilização dessa metodologia. Além disso, ANDRADE (2003), afirma que, o processo sempre pode ter uma nova análise, o que implica em novo processo de mudança.

4 – ANÁLISE E DISCUSSÃO

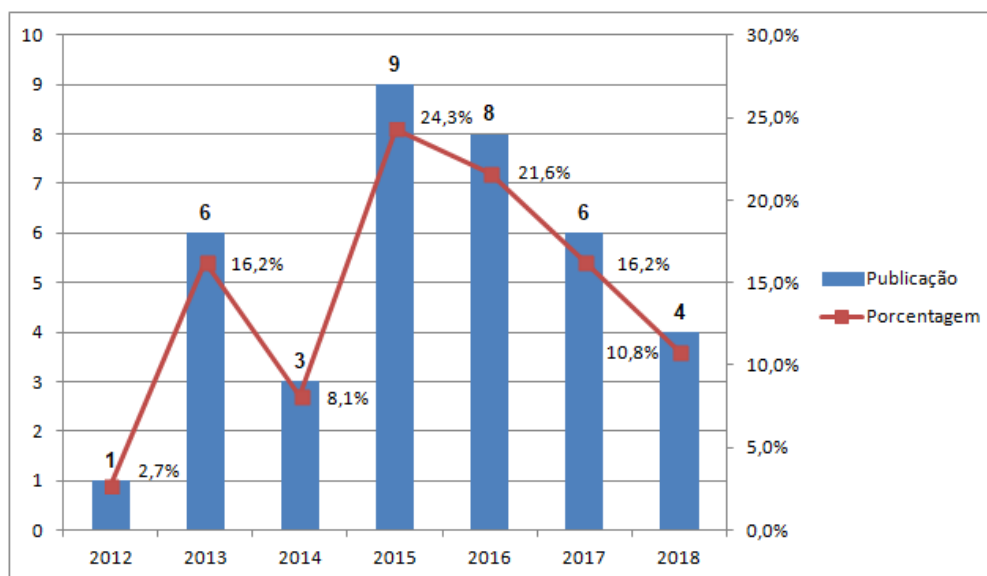
As produções científicas dos termos: desestabilização de emulsões; emulsão de óleo em água; Petróleo possuem importantes características que serão analisadas a seguir. Entre os 16 artigos selecionados, todos foram escritos em escritos em inglês, esse fato pode ser justificado pela base de dados da pesquisa.

Foram separados os últimos 5 anos de publicações, dentre esses foram identificados os anos com maior frequência de publicação, contribuindo para o conhecimento científico. Os artigos serão apresentados de acordo com a frequência dos periódicos, conforme as áreas temáticas identificadas e dos principais países. Por fim será abordada a natureza e as metodologias utilizadas pelos artigos pesquisados.

4.1 Publicações

Por se tratar de um assunto considerado importante para a evolução do processamento do petróleo, era esperado um número maior de publicações, porém, conforme mostrado pela Figura 2, não foi o que ocorreu. Deixando um questionamento sobre o maior interesse dos pesquisadores frente às necessidades de inovar em busca por melhorias na utilização das emulsões.

Figura 2 – Publicações nos últimos 5 anos.



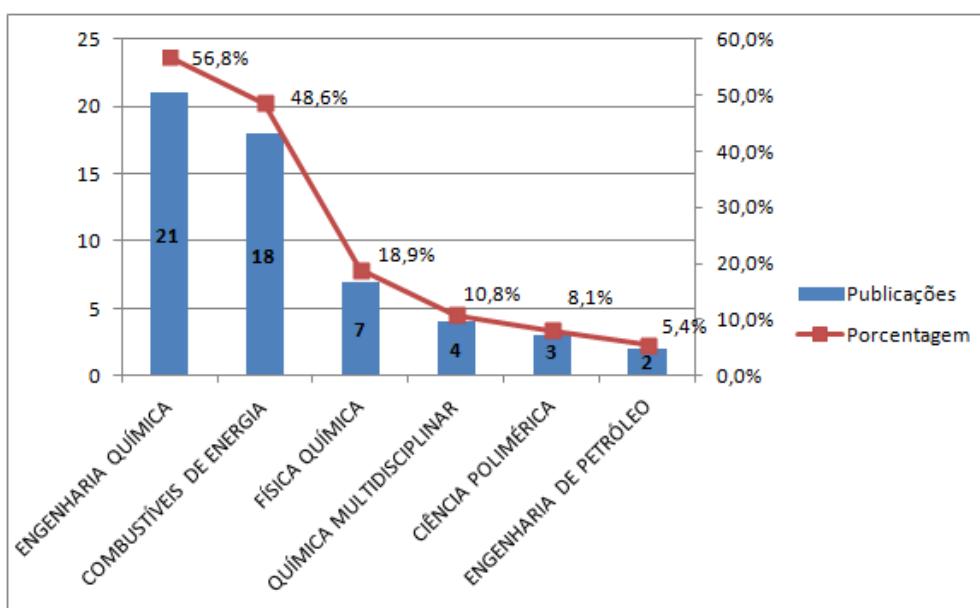
Fonte: Confeccionado pela autora, 2018.

A partir da análise dos dados, foi constatado que de 2012 para 2013 houve um aumento no número de publicações, porém em 2014 reduziu em metade este número e de 2015 a 2017, ocorreu um decréscimo gradual do número de publicações, mostrado na Figura 2.

4.2 Categorias dos principais artigos

O tema em questão apresentou, quanto à categoria, um resultado esperado, mesmo que a Engenharia de Petróleo tenha apresentado um número baixo, considerando que o curso é relativamente novo no mercado, conforme apresentado pela Figura 3.

Figura 3 – Categorias dos principais artigos



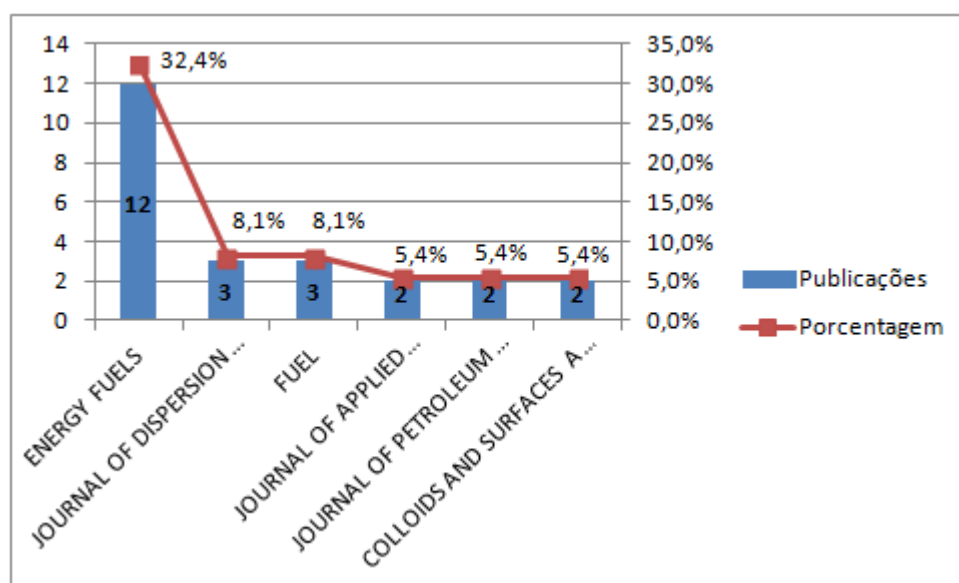
Fonte: Confeccionado pela autora, 2018.

Na interpretação dos dados apresentado pela Figura 3, podemos constatar que a Engenharia Química concentra o maior número de publicações, com 56,8%, seguido de Combustíveis de Energia, com 48,6%. Com relação à abordagem interdisciplinar, os artigos representaram 10,8% das publicações. As temáticas, Química aplicada, Eletroquímica, Ciências ambientais, Materiais, Ciência e Física interdisciplinar, apresentaram 1, ou seja, com 2,7% publicação cada uma, somando no total de 16,22%.

4.3 Publicações em periódicos

Para detalhar as principais publicações em periódicos, podemos analisar a Figura 4. Onde mostra que o periódico *Energy & Fuels*, publicação da *ACS Publications*, com autores principais brasileiros, concentrou 32,5% das publicações.

Figura 4 – Publicações em principais periódicos.



Fonte: Confeccionado pela autora, 2018.

O periódico *Journal of Dispersion Science and Technology* e *Fuel*, publicação da *The Science and Technology of Fuel and Energy*, com 8,1% das publicações, contanto com 1 publicação de brasileiros. Já os últimos periódicos, *Colloids and Surfaces A Physicochemical and Engineering Aspects*, *Journal of Applied Polymer Science* e *Journal of Petroleum Science and Engineering* com o número de 2 publicações cada, significando 5,4% do total, dentre eles, 1 publicação brasileira.

4.4 Nacionalidade dos autores

Apesar dos artigos serem publicados em periódicos internacionais, os principais autores são brasileiros. A tabela 2 apresenta as nacionalidades dos autores principais dos artigos relacionados.

Tabela 2 – Nacionalidade dos autores.

País	Registro	Porcentagem
Brasil	10	27,03%
China	8	21,62%
Canadá	7	18,92%
Egito	5	13,51%
Arábia Saudita	4	10,81%
México	3	8,11%
Inglaterra	2	5,41%
França	1	2,70%
Irã	1	2,70%
Noruega	1	2,70%
Oman	1	2,70%
Qatar	1	2,70%
Cingapura	1	2,70%
Emirados	1	2,70%
Árabes	1	2,70%

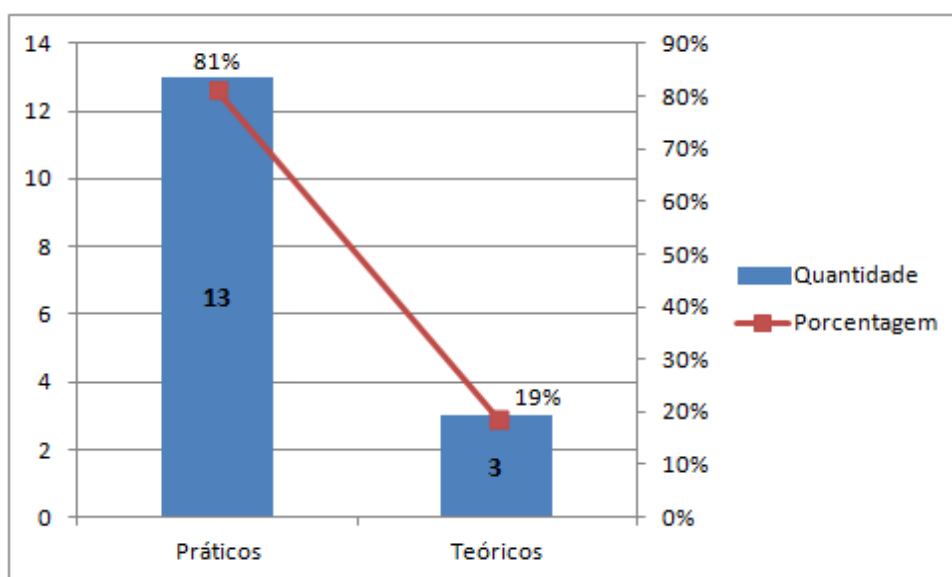
Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Ao analisar os resultados obtidos, pode-se identificar que as pesquisas no Brasil são de fato promissoras. Portanto a possibilidade de ampliar o número de pesquisas e publicações relacionadas ao assunto é verídica.

4.5 Abordagem metodológica

Os trabalhos foram classificados como práticos e teóricos a fim de conhecer a abordagem adotada em suas metodologias. Foram considerados como práticos, os artigos publicados que possuem estudos de caso, experimentos ou que desenvolveram o trabalho não apenas de cunho teórico. Com relação aos artigos teóricos, foram aqueles com abordagem de pesquisa apenas bibliográfica ou de revisão de literatura.

Figura 5 – Abordagem Metodológica.



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

De acordo com os critérios adotados, dos 16 artigos analisados, houve predominância dos trabalhos práticos (81,25%), já os de abordagem teóricos foram de 18,75% das publicações, conforme mostrado da Figura 5. Esses dados sugerem que os estudos desenvolvidos na área sugerida buscam solucionar melhorias práticas aplicáveis às organizações.

4.6 Análise dos estudos práticos

A partir da análise dos artigos de acordo com suas metodologias, foi possível apontar as principais tendências entre os estudos sobre o tema estudos de sondas ultrassônicas e banho de ultrassom empregado em emulsões do tipo óleo em água (O/A) produzida pela indústria do petróleo.

Entre os artigos que enfatizaram o estudo de emulsões, apontam que a remoção de gotículas de água residuais dos fluidos de petróleo produzidos, representa uma tarefa desafiadora porque estas gotículas emulsionadas com tamanho de alguns micrômetros são extremamente estáveis. (Zhuqi Chen et al, 2015). Outro fator que influencia a quebra efetiva das emulsões e alcançar a separação desejada é compreender os mecanismos subjacentes que governam a formação e estabilidade das emulsões óleo em água. Conforme Lago (2013), a

distribuição do tamanho das gotículas e a tensão superficial é ligada a estabilidade destas emulsões.

Em consideração ao uso de ultrassom nestas emulsões, os autores afirmam que, a determinação do coeficiente de reflexão das ondas de cisalhamento ultrassônico é uma técnica empregada para a medição das propriedades visco elásticas dos líquidos (FRANCO, 2012). A propriedade de profundidade de penetração, juntamente com a adesão de substâncias oleosas às superfícies, pode ser usada para a detecção de contaminantes oleosos na água. Ainda de acordo com Franco (2012), o emprego da técnica de reflexão ultrassônica de onda de cisalhamento, pode ser utilizado para a detecção de contaminantes oleosos em água, porém é indicado para uso de soluções de óleo em água com proporções volumétricas de água, inferiores a 0,5%.

Outro aspecto relacionado nos artigos foi à consideração pelas características físico-químicas do óleo a ser determinado, utilizando métodos padrões pelas indústrias de petróleo. Dentre estas características, as mais citadas foram: a viscosidade, ponto de fluidez e condições de armazenamento. Conforme Mahto (2016), algumas pesquisas sobre emulsões (O/A), estão em busca de melhoria quanto ao seu transporte, otimizando os valores de teor de óleo, concentração de surfactante e salinidade da fase aquosa desta emulsão. Dessa forma, os fatores que dever ser investigados são, seu ponto de fluidez, reologia, tensão interfacial, tamanho das gotículas, estabilidade e tensão superficial das emulsões produzidas.

Portanto o ultrassom deve ser usado para a caracterização das partículas destas emulsões, devido à sua capacidade das ondas sonoras de passarem por dispersões opacas. E para isso uma configuração de reflexão ultrassônica é usada para reunir as ondas sonoras, que são refletidas, respectivamente, pela dispersão (WESER et al, 2013).

4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho desenvolvido discutiu uma temática de grande importância para fornecer bases de dados para que outros pesquisadores investiguem a possibilidade de aplicação dos conceitos estudados. Além disso, os resultados demonstraram uma carência de estudos teóricos sobre o tema, o que revelou uma oportunidade de pesquisa quanto ao desenvolvimento deste artigo, enriquecendo o conhecimento dos autores e fomento para a contribuição de pesquisas futuras.

O presente trabalho buscou verificar as principais características dos artigos científicos que abordaram o tema estudos de sondas ultrassônicas e banho de ultrassom empregado em emulsões do tipo óleo em água (O/A) produzida pela indústria do petróleo através de análise bibliométrica.

A análise dos artigos resultou em uma conclusão de que as pesquisas se concentraram nas áreas de Engenharia Química e Combustíveis de Energia, porém uma abordagem multidisciplinar facilita a interpretação e compreensão quanto ao tema. Além disso, verificou-se uma predominância de autores dos Brasil e China, sugerindo que as pesquisas referentes ao tema são mais difundidas em determinadas regiões.

As pesquisas relacionadas a emulsões possuem características que mudam de acordo com o tipo de produção. Dessa maneira, para alcançar os objetivos propostos por este trabalho é importante realizar o um estudo de acordo com as peculiaridades de cada tipo de óleo e água, utilizado por cada indústria e não apenas uma adaptação de um padrão.

Este trabalho discutiu a temática de estudos de sondas ultrassônicas e banho de ultrassom empregado em emulsões do tipo óleo em água (O/A) com o intuito de fornecer bases para o desenvolvimento de uma pesquisa aprofundada sobre o assunto, direcionando e validando a justificativa da escolha do tema proposto do ultrassom empregado em emulsões.

As análises dos dados gerados pelo presente trabalho sugerem para trabalhos futuros, que seja feito uma pesquisa com relação aos tipos de processos utilizados pelas indústrias petrolíferas, sendo ela nacional ou mundial, que utilizam o ultrassom empregado em emulsões do tipo óleo em água (O/A), caracterizando seus processos e eficácias.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Fábio Fellipe de. **O método de melhorias PDCA**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica - EP: São Paulo, 2003.

BORUSIEWICZ, Z-PJ.; ZADORA, G. **Application of head-space analysis with passive adsorption to the chromatographic detection and identification of accelerants in the ATD-GC-FID system**. Z Zagadnie Nauk Sdowych LI, Ed. 87, p.105, 2002.

CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC. Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)**. Belo Horizonte, MG: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1999.

CARVALHO, Marley M.; LUCINDO, Fernando J. Barbin. **A estratégia competitiva dos conceitos à implementação**. São Paulo: Atlas, 2007.

- CHIAVENATO, I.; **Introdução à Teoria Geral da Administração**. São Paulo: Atlas, 2011.
- CHIAVENATO, I.; SAPIRO, A. **Planejamento Estratégico: fundamentos e aplicações**. 1. ed. 13^o tiragem. Rio de Janeiro: Elsevier, p. 368, 2003.
- DUNCKE, P. et al. Liquid crystals observations in emulsion fractions from Brazilian crude oils by polarized light microscopy. *Energy & Fuels*, v. 30, n. 5, p. 3815–3820, 2016.
- FALKOVA, M. et al. Automated IR determination of petroleum products in water based on sequential injection analysis. *Talanta*, v. 148, n. 43, p. 661–665, 2016.
- FRANCO, E. et al. Ultrasonic Sensor for the Presence of Oily Contaminants in Water. *Dyna*, v. 79, n. 176, 2012.
- FISHMANN, Adalberto, DE ALMEIDA, Martinho I. R. **Planejamento estratégico na prática**. São Paulo: Editora Atlas, 1990.
- GONÇALVES, Alberto, Carlos; **Manual de Ferramentas de Estratégia Empresarial**. São Paulo: Atlas, 2008.
- HE, L. et al. Interfacial sciences in unconventional petroleum production: from fundamentals to applications. *Chemical Society Reviews*, v. 44, p. 5446, 2015.
- HITT, Michael A., IRELAND, R. Duane, & HOSKISSON, Robert E. **Administração Estratégica**. São Paulo: Thomson Learning, 2001.
- KOTLER, Philip. **Administração de marketing: análise, planejamento, implementação e controle**. 2. ed. São Paulo: Editora Atlas, 1992.
- KUMAR, S.; MAHTO, V.; **Emulsification of Indian heavy crude oil in water for its efficient transportation through offshore pipelines**. Chemical Engineering Research and Design. 2016.
- LIU, D. et al. A new approach of oil spill detection using time-resolved LIF combined with parallel factors analysis for laser remote sensing. *Sensors (Basel)*, v. 16, n. 9, p. 1347, 2016.
- LAGO S. et al. Enhanced oil recovery with the ionic liquid trihexyl (tetradecyl) phosphonium chloride: A phase equilibria study at 75°C. *Energy Fuels*, v. 27, n. 10, p. 5806-5810, setembro, 2013.
- MARTINS, Petrônio G; LAUGENI, Fernando P. **Administração da Produção**. São Paulo: Saraiva, 2005.
- MATOS, F. G., CHIAVENATO, I. Visão e ação estratégica. São Paulo: Editora Makron Books, 1999.
- NIZIO, K.; COCHRAN, J.; FORBES, S. **Achieving a near-theoretical maximum in peak capacity gain for the forensic analysis of ignitable liquids using GC×GC-TOFMS**. Separations, Ed 3, p.26, 2016.
- PÉREZ, M. et al. A method for the detection of hydrocarbon pollution in soils by headspace mass spectrometry and pattern recognition techniques. *Analytical Chemistry*, v. 75, n. 9, p. 2034–2041, 2003.
- SAGGIN, R.; COUPLAND, J. N. Oil viscosity measurement by ultrasonic reflectance, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, v. 78, n. 5, p. 509-511, 2001.

TANKIEWICZ, M.; MORRISON, C.; BIZIUK, M. Application and optimization of headspace solid-phase microextraction (HS-SPME) coupled with gas chromatography–flame ionization detector (GC–FID) to determine products of the petroleum industry in aqueous samples. **Microchemical Journal**, v. 108, p. 117–123, maio, 2013.

TOLT T. L.; FEKE, D. L. Separation of Dispersed Phases from Liquids in Acoustically Driven Chambers. **Chemistry Engineering Science**. v. 48. p. 527-540, 1993.

TONACCI, A. et al. A smart sensor system for detecting hydrocarbon volatile organic compounds in sea water. **CLEAN – Soil, Air, Water**. v. 43, p. 147–152, 2015.

Trujillo, J. et al. Separation of suspensions and emulsions via ultrasonic standing waves – A review. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 21, n. 6, p.2151-2164, novembro, 2014.

TZING, H. et al. A simple and rapid method for identifying the source of spilled oil using an electronic nose: confirmation by gas chromatography with mass spectrometry. **Rapid Commun Mass Spectrometry**, v.17, p. 1873–1880, julho, 2003.

TZU, Sun. **A Arte da Guerra**. São Paulo: Escala, 2008.

WANG, Z. et al. Forensic fingerprinting and source identification of the 2009 Sarnia (Ontario) oil spill. **Journal Environ Monitor**, v. 13, n. 11, p. 3004–3017, novembro, 2011.

WESER, R. et al. Particle characterisation in highly concentrated dispersions using ultrasonic backscattering method. **Ultrasonics**, v. 53, p. 706–716, março, 2013.

ZHUQI, C. et al. Demulsifying water-in-oil emulsions by ethyl cellulose demulsifiers studied using focused beam reflectance measurement. **Chemical Engineering Science**, v. 130, n. 7, p. 254–263, julho, 2015.