# TITULAÇÃO POTENCIOMÉTRICA NA DETERMINAÇÃO DA ACIDEZ EM PETRÓLEOS: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

**Heitor Barbieiri do Nascimento, Lucimara Ribeiro Venial, Flaviane Mendonça Ambrozim, Poliany de Oliveira Barbosa, Vinicius Ferraz Soffiett, Maristela de Araújo Vicente, Maria de Fátima Pereira dos Santos**

Universidade Federal do Espírito Santo/Centro Universitário Norte do Espírito Santo, Rodovia Governador Mário Covas, Km 60, s/n, Bairro Litorâneo, 29932-540, São Mateus-ES, Brasil, heitorbarbieiri@gmail.com

**Resumo**
A determinação do número de acidez total (NAT) é relevante para a caracterização de petróleos e para a avaliação de fenômenos associados à presença de espécies ácidas. Este trabalho teve como objetivo caracterizar a produção científica relacionada à determinação da acidez em petróleo bruto, com enfoque na titulação potenciométrica. Foram realizadas buscas nas bases Web of Science Core e Scopus, considerando publicações entre 2021 e 2025. A estratégia recuperou 65 registros, dos quais 15 duplicados foram removidos, resultando em 50 documentos únicos analisados no RStudio com o pacote *Bibliometrix*. Observou-se maior concentração de publicações no Brasil e na China, tendo Flores E, Romao W e Vicente M como autores mais produtivos da coleção, com três documentos cada. O mapa temático posicionou o agrupamento "*total acid number* / *naphthenic acids* / *corrosion*" entre os temas motores, com elevada centralidade e densidade. Os resultados evidenciam a centralidade do NAT na literatura recuperada e a relevância dos métodos potenciométricos no contexto da determinação da acidez em petróleos.
**Palavras-chave:** Petróleo bruto. Número de acidez total. Titulação potenciométrica. ASTM D664. Análise bibliométrica.

**Área do Conhecimento:** Ciências Exatas e da Terra – Química.

## Introdução

O número de acidez total (NAT) expressa a quantidade de constituintes ácidos tituláveis presentes no petróleo sob condições definidas de ensaio. A presença dessas espécies é relevante para a caracterização do óleo e tem sido associada a fenômenos corrosivos em sistemas de produção e processamento, o que reforça a importância de métodos analíticos adequados para sua determinação (Negris *et al.*, 2024).

Entre os métodos empregados para a determinação do NAT, a titulação potenciométrica ocupa posição de destaque por permitir a detecção instrumental do ponto final a partir da variação do potencial durante a titulação. Essa abordagem é amplamente aplicada à caracterização da acidez de petróleos e produtos derivados, principalmente pelo método ASTM D664, o qual constitui referência analítica para a avaliação desse parâmetro (ASTM, 2024).

Paralelamente, a análise bibliométrica permite examinar a estrutura de um campo científico por indicadores de produtividade, distribuição geográfica, autoria e organização temática, contribuindo para identificar padrões e relações entre tópicos de pesquisa (Donthu *et al.*, 2021). Ferramentas de mapeamento científico, como o *Bibliometrix*, possibilitam integrar bases bibliográficas e explorar essas relações de forma sistemática (Aria; Cuccurullo, 2017).

Diante desse contexto, este trabalho teve como objetivo caracterizar a produção científica relacionada à determinação do número de acidez total em petróleo bruto, com enfoque na titulação potenciométrica.

## Metodologia

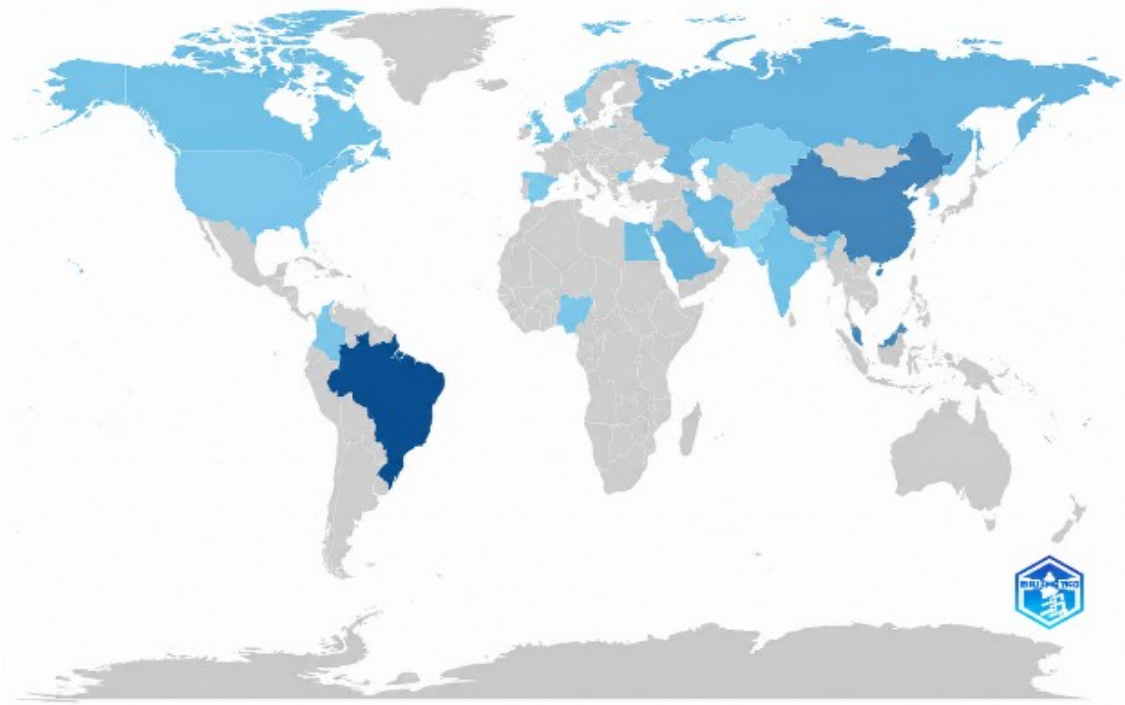
A análise bibliométrica foi conduzida com base nas recomendações metodológicas de Donthu *et al*. (2021). As buscas foram realizadas nas bases Web of Science Core Collection (WoS) e Scopus, considerando documentos publicados entre 2021 e 2025, com o objetivo de avaliar as publicações no período pós-pandemia. A estratégia de busca utilizou termos relacionados a petróleo bruto, titulação potenciométrica e número de acidez total, com a expressão ("crude oil") AND (("potentiometric titration" OR potentiomet OR "method") AND "Total Acid Number"), adaptada à sintaxe de cada base. Os registros foram exportados, integrados e analisados no RStudio (Posit Team, 2025) com o pacote *Bibliometrix* (Aria; Cuccurullo, 2017). Após a remoção de duplicatas, obteve-se um conjunto final de documentos que foram avaliados em relação à produção científica por país, à produtividade dos autores e à estrutura temática por centralidade e densidade.

## Resultados

A busca bibliográfica resultou em 65 registros publicados entre 2021 e 2025, sendo 26 provenientes da Web of Science e 39 da Scopus. A remoção de 15 registros duplicados resultou em 50 documentos únicos, que constituíram a base da análise bibliométrica.

A distribuição geográfica da produção científica é apresentada na Figura 1. Brasil e China exibiram as maiores intensidades visuais no mapa, indicando maior frequência de publicações associadas às afiliações dos autores no conjunto documental analisado.

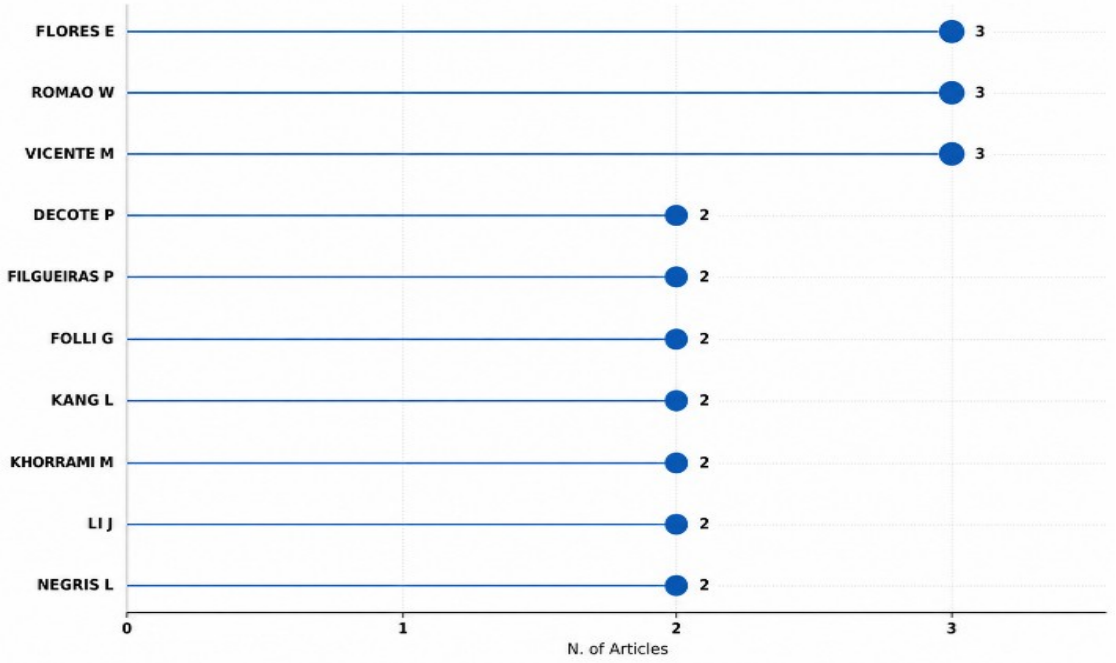
Figura 1 - Distribuição geográfica da produção científica.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Quanto à produtividade dos autores apresentada pela Figura 2, Flores E, Romao W e Vicente M apresentaram três documentos cada, enquanto Decote P, Filgueiras P, Folli G, Kang L, Khorrami M, Li J e Negris L apresentaram dois documentos cada. A distribuição observada indica ausência de um único autor dominante na coleção e sugere participação de diferentes grupos de pesquisa no tema.

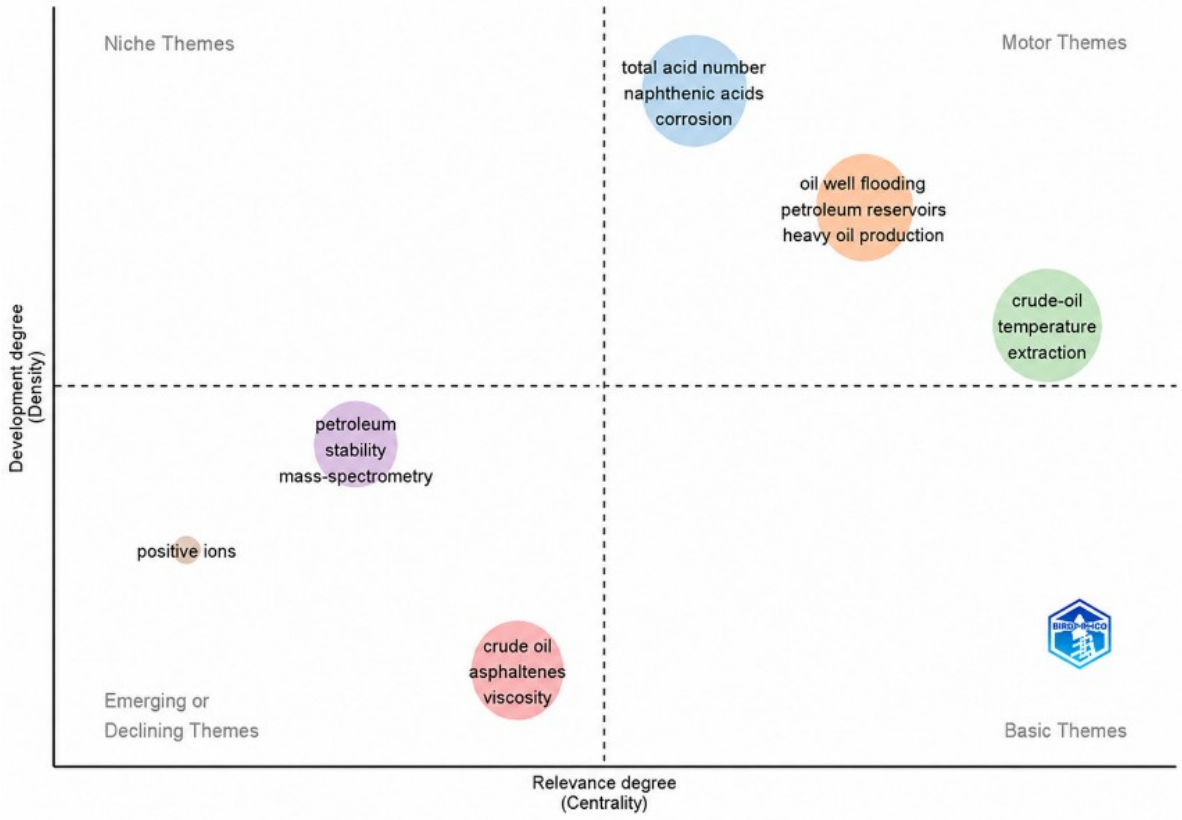
Figura 2 - Autores com maior número de publicações na coleção analisada




Fonte: Elaborado pelos autores.

O mapa temático (Figura 3) organizou os principais assuntos de acordo com centralidade e densidade, classificando-os em quatro grupos.

Figura 3 – Mapa temático dos principais agrupamentos da literatura analisada.




Fonte: Elaborado pelos autores.

No quadrante dos temas motores foram identificados os agrupamentos "*total acid number* / *naphthenic acids* / *corrosion*", "*oil well flooding* / *petroleum reservoirs* / *heavy oil production*" e "*crude-oil* / *temperature* / *extraction*". A posição desses *clusters* indica elevada conexão com a estrutura geral do conjunto documental e desenvolvimento interno dos respectivos temas. Não foram observados *clusters* claramente posicionados nas regiões de temas básicos ou de nicho. No quadrante inferior esquerdo apareceram os agrupamentos "*petroleum* / *stability* / *mass-spectrometry*", "*positive ions*" e "*crude oil* / *asphaltenes* / *viscosity*", classificados como temas emergentes ou em declínio. Como o mapa temático representa relação com o período analisado, sua interpretação isolada não permite distinguir crescimento de redução de interesse, o que exigiria análise temporal específica.

**Discussão**

Diante dos resultados apresentados anteriormente, a maior concentração de publicações no Brasil e na China evidencia a participação desses países na literatura recuperada pela estratégia de busca. Esse resultado, contudo, representa produtividade no conjunto documental e não deve ser interpretado como medida direta de impacto científico, liderança internacional ou colaboração entre países.

A produtividade dos autores também se mostrou distribuída, sendo Flores E, Romao W e Vicente M ou autores mais produtivos, com três documentos cada, enquanto os demais autores destacados apresentaram dois. Considerando os 50 documentos únicos analisados, a ausência de forte concentração em um único pesquisador sugere que a produção está distribuída entre diferentes grupos, característica compatível com um campo de investigação multidisciplinar.

O principal resultado temático foi o posicionamento do agrupamento "*total acid number* / *naphthenic acids* / *corrosion*" no quadrante dos temas motores. Em mapas temáticos, elevada centralidade indica forte conexão com outros tópicos do campo, enquanto elevada densidade reflete maior desenvolvimento interno do agrupamento (Aria *et al.*, 2022; Callon; Courtial; Laville, 1991). Assim, o NAT aparece não apenas como termo recorrente, mas como elemento articulador entre estudos de acidez, ácidos naftênicos e corrosão no conjunto recuperado.

Esse resultado deve ser analisado em conjunto com a própria estratégia de busca, que incluiu explicitamente "*Total Acid Number*". Portanto, a posição central desse agrupamento é informativa sobre a estrutura temática da coleção, mas também é parcialmente condicionada pelos critérios de recuperação dos documentos. Essa observação reforça a necessidade de interpretar resultados bibliométricos à luz da estratégia utilizada, conforme recomendado em estudos metodológicos da área (Donthu *et al.*, 2021).

Os demais temas motores, relacionados à produção de óleo pesado, reservatórios, temperatura e extração, mostram que a discussão sobre acidez se conecta a diferentes etapas e propriedades do sistema petrolífero. Por outro lado, os agrupamentos posicionados como emergentes ou em declínio incluem estabilidade, espectrometria de massas, asfaltenos e viscosidade, indicando interfaces que podem ser exploradas em análises futuras de evolução temática.

A estratégia de busca empregada delimitou o conjunto documental à literatura associada ao petróleo bruto, ao número de acidez total e à titulação potenciométrica. Dessa forma, os resultados devem ser interpretados dentro desse recorte metodológico, sem extrapolação para toda a produção científica sobre métodos de determinação da acidez em petróleos.

Ainda assim, a associação entre "*total acid number*", "*naphthenic acids*" e "*corrosion*" no quadrante de temas motores reforça a relevância do NAT como eixo estruturante da literatura recuperada e sustenta a pertinência da titulação potenciométrica como abordagem analítica diretamente relacionada ao escopo da busca.

De maneira geral, a análise bibliométrica permitiu identificar padrões de distribuição geográfica, produtividade de autores e organização temática das publicações entre 2021 e 2025. O destaque do agrupamento associado ao NAT, aos ácidos naftênicos e à corrosão confirma a relevância conceitual da acidez dentro da literatura recuperada.

**Conclusão**

A análise bibliométrica de 50 documentos únicos publicados entre 2021 e 2025 permitiu caracterizar a produção científica relacionada à determinação da acidez em petróleos, com enfoque na titulação potenciométrica e no número de acidez total. Brasil e China apresentaram maior concentração

de publicações no conjunto analisado, enquanto Flores E, Romao W e Vicente M se destacaram pela maior frequência de documentos. O mapa temático posicionou "*total acid number* / *naphthenic acids* / *corrosion*" entre os temas motores, evidenciando elevada centralidade e densidade. Os resultados demonstram que o NAT ocupa posição relevante na estrutura temática da literatura recuperada e confirmam a pertinência da titulação potenciométrica como eixo analítico do recorte bibliográfico adotado.

**Referências**

ARIA, M.; CUCCURULLO, C. bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. **Journal of Informetrics**, v. 11, n. 4, p. 959-975, 2017. https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007.

ARIA, M.; CUCCURULLO, C.; D'ANIELLO, L.; MISURACA, M.; SPANO, M. Thematic Analysis as a New Culturomic Tool: The Social Media Coverage on COVID-19 Pandemic in Italy. **Sustainability**, [*s. l.*], v. 14, n. 6, p. 3643, 20 mar. 2022.

ASTM. **Test Method for Acid Number of Petroleum Products by Potentiometric Titration**. [*S. l.*]: ASTM International, 2024. Disponível em: http://www.astm.org/cgi-bin/resolver.cgi?D664-24. Acesso em: 16 abr. 2026.

CALLON, M.; COURTIAL, J. P.; LAVILLE, F. Co-word analysis as a tool for describing the network of interactions between basic and technological research: The case of polymer chemsitry. **Scientometrics**, [*s. l.*], v. 22, n. 1, p. 155–205, set. 1991.

NEGRIS, L.; BRANDÃO, G. P.; FLORES, E. M. M.; VICENTE, M. A.; SANTOS, M. F. P. Micellar solubilization of crude oil acids in oil-in-water nanoemulsions to determine the total acid number of crude oil by potentiometric titration. **Fuel**, [*s. l.*], v. 366, p. 131379, jun. 2024.

DONTHU, N.; KUMAR, S.; MUKHERJEE, D.; PANDEY, N.; LIM, W. M. How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. **Journal of Business Research**, v. 133, p. 285-296, 2021. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070.

POSIT TEAM. **RStudio: Integrated Development Environment for R**. Boston, MA: Posit Software, PBC, 2025. Disponível em: http://www.posit.co/.

**Agradecimentos**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Os autores também agradecem ao Laboratório de Preparo de Amostras e Análises Químicas (LaPAQui), ao Programa de Pós-Graduação em Energia (PPGEN), ao Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES) e à Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) pelo suporte institucional e infraestrutura concedidos para a realização desta pesquisa.