REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/08/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol: 13.18 - August
DOI: 10.66104/404zcf36
Pages: 1-36

DA CONTAGEM À INTERPRETAÇÃO: INDICADORES PATENTOMÉTRICOS DA INTERSEÇÃO LEXICAL ENTRE CAMPO MAGNÉTICO, CARBONATO DE CÁLCIO E PETRÓLEO

FROM COUNTING TO INTERPRETATION: PATENTOMETRIC INDICATORS OF THE LEXICAL INTERSECTION BETWEEN MAGNETIC FIELD, CALCIUM CARBONATE, AND PETROLEUM

DEL RECUENTO A LA INTERPRETACIÓN: INDICADORES PATENTOMÉTRICOS DE LA INTERSECCIÓN LÉXICA ENTRE CAMPO MAGNÉTICO, CARBONATO DE CALCIO Y PETRÓLEO

Kaio Reis Costa
Doutorando em Energia, Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, Brasil
E-mail: kaio.costa@edu.ufes.br

Eduardo Perini Muniz
Docente do Departamento de Ciências Naturais e do Programa de Pós-Graduação em Energia, Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, Brasil

Fábio de Assis Ressel Pereira
Docente do Departamento de Tecnologia Industrial e do Programa de Pós-Graduação em Energia, Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, Brasil

José Rafael Cápua Proveti
Docente do Departamento de Física e do Programa de Pós-Graduação em Energia, Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, Brasil

Maristela de Araújo Vicente
Docente do Departamento de Ciências Naturais e do Programa de Pós-Graduação em Energia, Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, Brasil

Thiago Medeiros dos Reis
Doutorando em Energia, Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, Brasil

Rômulo Fieni Fejoli
Doutorando em Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, Brasil

Leonardo Venâncio Curitiba
Mestrando em Energia, Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, Brasil

Resumo

A incrustação de carbonato de cálcio constitui problema técnico persistente em sistemas de tratamento de água e na indústria do petróleo, e o condicionamento magnético de fluidos figura entre as abordagens propostas para seu controle. Este trabalho apresenta uma análise patentométrica exploratória da interseção lexical, no espaço patentário, entre os termos *"magnetic field"*, *"calcium*

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/08/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol: 13.18 - August
DOI: 10.66104/404zcf36
Pages: 1-36

carbonate" e *"petroleum"*. A partir de buscas equivalentes no Google Patents e no Espacenet, abrangendo título, resumo e reivindicações, consolidou-se uma base de 188 registros únicos (154 do Espacenet e 142 do Google Patents, após a remoção de 108 duplicatas), correspondente à totalidade dos resultados recuperados. A análise combinou indicadores descritivos (evolução temporal ancorada na data de prioridade, distribuição por jurisdição, principais depositantes e inventores e subclasses IPC e CPC) com triagem lexical de títulos e resumos e mapa de coocorrência de termos gerado no software VOSviewer. Os resultados mostram aceleração recente da atividade, com 67,2% das prioridades a partir de 2016 e pico em 2025, forte concentração na China (67,6% dos registros) e estrutura de titularidade fragmentada, na qual o grupo líder responde por 6,9% da base. A subclasse C02F (tratamento de água) predomina na parcela com classificação disponível, e a triagem lexical delimita um núcleo magnético-carbonático de 55 registros (29,3%), concentrado na China (89,1%), o que situa a interseção investigada majoritariamente no tratamento de água e no controle de incrustações. Conclui-se que as contagens patentárias expressam estratégias de proteção e posicionamento tecnológico, e não medidas diretas de inovação, qualidade tecnológica ou valor econômico.
Palavras-chave: patentometria; patentes; carbonato de cálcio; campo magnético; indústria do petróleo.

Abstract
Calcium carbonate scaling is a persistent technical problem in water treatment systems and in the petroleum industry, and magnetic fluid conditioning is among the approaches proposed for its control. This study presents an exploratory patentometric analysis of the lexical intersection, in the patent space, between the terms *"magnetic field"*, *"calcium carbonate"* and *"petroleum"*. Based on equivalent searches in Google Patents and Espacenet, covering title, abstract and claims, a dataset of 188 unique records was consolidated (154 from Espacenet and 142 from Google Patents, after the removal of 108 duplicates), corresponding to the totality of the retrieved results. The analysis combined descriptive indicators (temporal evolution anchored in the priority date, distribution by jurisdiction, main applicants and inventors, and IPC and CPC subclasses) with a lexical screening of titles and abstracts and a term co-occurrence map generated in the VOSviewer software. The results show a recent acceleration of activity, with 67.2% of priorities from 2016 onwards and a peak in 2025, strong concentration in China (67.6% of the records) and a fragmented ownership structure, in which the leading group accounts for 6.9% of the dataset. Subclass C02F (water treatment) predominates in the subset with available classification, and the lexical screening delimits a magnetic-carbonate core of 55 records (29.3%), concentrated in China (89.1%), situating the investigated intersection mainly in water treatment and scale control. Patent counts are therefore interpreted as indicators of protection strategy and technological positioning rather than as direct measures of innovation, technological quality or economic value.
Keywords: patentometrics; patents; calcium carbonate; magnetic field; petroleum industry.

Resumen
La incrustación de carbonato de calcio constituye un problema técnico persistente en los sistemas de tratamiento de agua y en la industria del petróleo, y el acondicionamiento magnético de fluidos figura entre los enfoques propuestos para su control. Este trabajo presenta un análisis patentométrico exploratorio de la intersección léxica, en el espacio de patentes, entre los términos *"magnetic field"*, *"calcium carbonate"* y *"petroleum"*. A partir de búsquedas equivalentes en Google Patents y Espacenet, que abarcaron título, resumen y reivindicaciones, se consolidó una base de 188 registros únicos (154 de Espacenet y 142 de Google Patents, tras la eliminación de 108 duplicados), correspondiente a la totalidad de los resultados recuperados. El análisis combinó indicadores descriptivos (evolución temporal anclada en la fecha de prioridad, distribución por jurisdicción, principales solicitantes e inventores y subclases IPC y CPC) con un cribado léxico de títulos y resúmenes y un mapa de coocurrencia de términos generado en el software VOSviewer. Los resultados muestran una aceleración reciente de la actividad, con el 67,2% de las prioridades a partir de 2016 y pico en 2025, una fuerte concentración en China (67,6% de los registros) y una estructura de titularidad fragmentada, en la cual el grupo líder responde por el 6,9% de la base. La subclase C02F (tratamiento de agua) predomina en la parcela con clasificación disponible, y el cribado léxico delimita un núcleo magnético-carbonático de 55 registros (29,3%), concentrado en China (89,1%), lo que sitúa la intersección

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/08/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol: 13.18 - August
DOI: 10.66104/404zcf36
Pages: 1-36

investigada principalmente en el tratamiento de agua y el control de incrustaciones. Se concluye que los recuentos de patentes expresan estrategias de protección y posicionamiento tecnológico, y no medidas directas de innovación, calidad tecnológica o valor económico.
Palabras clave: patentometría; patentes; carbonato de calcio; campo magnético; industria del petróleo.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/08/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol:
DOI:
Pages: 1-36

1 INTRODUÇÃO

A incrustação de carbonato de cálcio constitui problema técnico persistente em sistemas de tratamento de água e dessalinização (ROLF et al., 2022) e em operações da indústria do petróleo, nas quais a deposição carbonática compromete tubulações, equipamentos e poços. Entre as abordagens propostas para o controle do fenômeno figura o condicionamento magnético de fluidos, cujo possível efeito sobre a precipitação e o polimorfismo do carbonato de cálcio motiva investigações científicas e tecnológicas. Esse interesse deu origem ao presente estudo, que examina como a interseção entre campo magnético, carbonato de cálcio e petróleo se expressa no espaço patentário, tomando a patente como fonte de informação tecnológica e estratégica.

A patente caracteriza-se como um documento técnico-jurídico por meio do qual o Estado concede proteção temporária à invenção, exigindo, em contrapartida, a divulgação do conhecimento necessário à sua compreensão. Essa relação entre proteção contra a imitação e difusão pública do conhecimento transforma os documentos patentários em fontes relevantes de informações tecnológicas, bibliográficas e estratégicas: dados estruturados, como inventores, depositantes, classificações, citações e datas, podem ser combinados ao conteúdo textual de títulos, resumos, descrições e reivindicações para identificar trajetórias tecnológicas, competências, oportunidades emergentes, redes de colaboração e movimentos concorrenciais, desde que os indicadores sejam interpretados de acordo com o objetivo e a escala da análise (SRIVASTAVA; JAIN, 2024).

A interpretação desses indicadores exige cautela porque o patenteamento empresarial não decorre apenas da proteção convencional de invenções destinadas à exploração comercial: as empresas também utilizam patentes para preservar a liberdade de operação, ampliar o poder de barganha e bloquear ou antecipar movimentos dos concorrentes, nas chamadas estratégias *play* e *fence*, de modo que a dimensão de um portfólio pode refletir tanto soluções exploráveis comercialmente quanto ações defensivas e de posicionamento competitivo (CAPPELLI et al., 2023). Ademais, patentes associadas a trabalhos científicos de maior qualidade tendem a apresentar maior valor tecnológico, e as referências à literatura científica podem

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/08/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol:
DOI:
Pages: 1-36

indicar a intensidade da base de conhecimento mobilizada no desenvolvimento da invenção (POEGE et al., 2019).

O ambiente institucional em que os depósitos são realizados é outro elemento central para a interpretação das estatísticas patentárias, e a expansão chinesa constitui exemplo particularmente significativo: evidências baseadas nos Planos Quinquenais associam o direcionamento da política industrial ao aumento do número de pedidos de patente (YAN; WANG; QIAO, 2022), e a análise de 4,6 milhões de patentes chinesas mostra que metas burocráticas, subsídios e competição política elevaram o volume de depósitos com redução proporcional das patentes consideradas novas (ANG et al., 2024). A liderança de uma jurisdição em número de depósitos não pode, portanto, ser automaticamente interpretada como liderança em qualidade, produtividade inovativa ou domínio da fronteira tecnológica.

No plano operacional, a construção de bases patentárias exige tratamento rigoroso dos dados: variações ortográficas, extensões jurídicas, siglas, subsidiárias e mudanças de denominação podem fazer com que uma mesma organização seja registrada sob múltiplos nomes, e o truncamento temporal dos pedidos, das concessões e das citações pode gerar vieses sistemáticos, o que torna indispensáveis a harmonização dos nomes dos titulares e o controle da cobertura temporal (ASCIONE; STERZI, 2024; LERNER; SERU, 2022). Organizado esse insumo, técnicas bibliométricas, cientométricas e de análise de redes séries temporais, mapas de coocorrência de termos, classificações IPC e CPC e rankings de depositantes permitem reconhecer núcleos tecnológicos, especializações institucionais, áreas saturadas e oportunidades emergentes, desde que a recuperação inicial seja acompanhada de filtragem temática e de avaliação qualitativa do conteúdo de títulos, resumos, reivindicações e descrições (YALCIN; DAIM, 2021).

No presente estudo, essas questões são aplicadas à análise dos documentos recuperados pela combinação dos termos “magnetic field”, “calcium carbonate” e “petroleum”, motivada pelo interesse no emprego de campos magnéticos em sistemas contendo carbonato de cálcio, com atenção às aplicações em precipitação, controle de incrustações, tratamento de água e processos associados à indústria do petróleo. A coexistência dos três conceitos em um documento não significa, contudo, que a

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/08/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol:
DOI:
Pages: 1-36

invenção tenha como objeto central o efeito do campo magnético sobre o polimorfismo do $CaCO_3$, uma vez que os termos também podem figurar em formulações de toners, polímeros, tintas, resinas, compósitos, equipamentos de separação, fluidos de perfuração e diferentes sistemas de tratamento, heterogeneidade que exige cautela interpretativa. Não se identificou, na literatura consultada, mapeamento patentométrico dedicado a essa interseção, lacuna que este trabalho busca preencher por meio de um protocolo documentado e reprodutível.

Diante desse contexto, o objetivo deste trabalho é realizar uma análise exploratória da interseção lexical entre os termos “magnetic field”, “calcium carbonate” e “petroleum” no espaço patentário, caracterizando o conjunto de 188 registros únicos consolidado do Google Patents e do Espacenet quanto à evolução temporal, à distribuição por jurisdição, aos principais depositantes e inventores, à estrutura de classificação IPC e CPC e à composição temática. Não constitui objetivo desta etapa delimitar o subconjunto efetivamente dedicado ao emprego de campos magnéticos na precipitação, no polimorfismo ou no controle de incrustações de carbonato de cálcio: a triagem lexical apresentada na seção 3.5 dimensiona preliminarmente esse núcleo e estratifica o corpus em classes temáticas, reservando-se a classificação temática estruturada, com leitura de resumos e reivindicações, como etapa de continuidade. Os resultados são discutidos à luz da literatura sobre estratégias de patenteamento e sobre qualidade e valor de patentes, interpretando-se as métricas como indicadores de atividade de proteção e posicionamento tecnológico, e não como medidas automáticas de inovação, relevância científica ou retorno econômico.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Fontes de dados e estratégia de busca

A coleta dos documentos de patente foi realizada em duas bases de acesso público, o Google Patents e o Espacenet, mantido pelo Escritório Europeu de Patentes (EPO). A seleção das fontes considerou a cobertura do domínio investigado, a complementaridade entre as bases e a disponibilidade de exportação em formato processável, critérios também empregados na construção recente de corpora patentários harmonizados (AKINYEMI; SIEGFORD, 2026). A estratégia de busca foi

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/08/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol:
DOI:
Pages: 1-36

estruturada em três blocos conceituais combinados pelo operador AND, cada qual expandido internamente com sinônimos e termos correlatos unidos pelo operador OR: (i) o sistema carbonático (“calcium carbonate”, “CaCO3”, “calcite”, “aragonite” e “carbonate scale”); (ii) o tratamento magnético (“magnetic field”, “magnetic treatment”, “magnetizer”, “electromagnetic field” e “permanent magnet”); e (iii) o contexto petrolífero (“petroleum”, “crude oil”, “oilfield”, “oil well”, “pipeline” e “downhole”). A expansão lexical de cada bloco teve por objetivo reduzir a perda de documentos por variação terminológica, incorporando os polimorfos do carbonato de cálcio (calcita e aragonita), as denominações usuais do tratamento magnético de fluidos e os contextos operacionais característicos do setor de petróleo, em linha com a recomendação de combinar termos livres e operadores booleanos e de reavaliar a estratégia após a inspeção dos documentos recuperados (MARTTIN; DERRIEN, 2018). No Espacenet, cada termo foi aplicado com o identificador de campo ctxt; no Google Patents, com o operador TAC (title, abstract, claims), de modo que, em ambas as bases, a consulta abrangeu título, resumo e reivindicações. As buscas foram realizadas em 17 de agosto de 2026, em ambas as bases, sem filtros de idioma, período ou tipo de documento. A busca resultou em 154 registros no Espacenet e 142 no Google Patents, totalizando 296 registros identificados; como ambos os valores se situam abaixo dos tetos de exportação das plataformas, as exportações correspondem à totalidade dos resultados recuperados pelas estratégias, e não a amostras limitadas por restrições operacionais. Os resultados foram exportados integralmente em formato CSV, gerando as exportações disponibilizadas nos Materiais Suplementares S3a (Espacenet, 154 registros e 13 campos) e S3b (Google Patents, 142 registros e 11 campos), que constituem os insumos primários deste estudo.

Diferentemente de estratégias em que os campos pesquisados não são equivalentes entre as bases, a utilização do identificador ctxt no Espacenet e do operador TAC no Google Patents assegurou que os mesmos campos textuais (título, resumo e reivindicações) fossem consultados nas duas plataformas, reduzindo o risco de viés de composição decorrente de critérios distintos de ingresso dos documentos no corpus.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/08/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol:
DOI:
Pages: 1-36

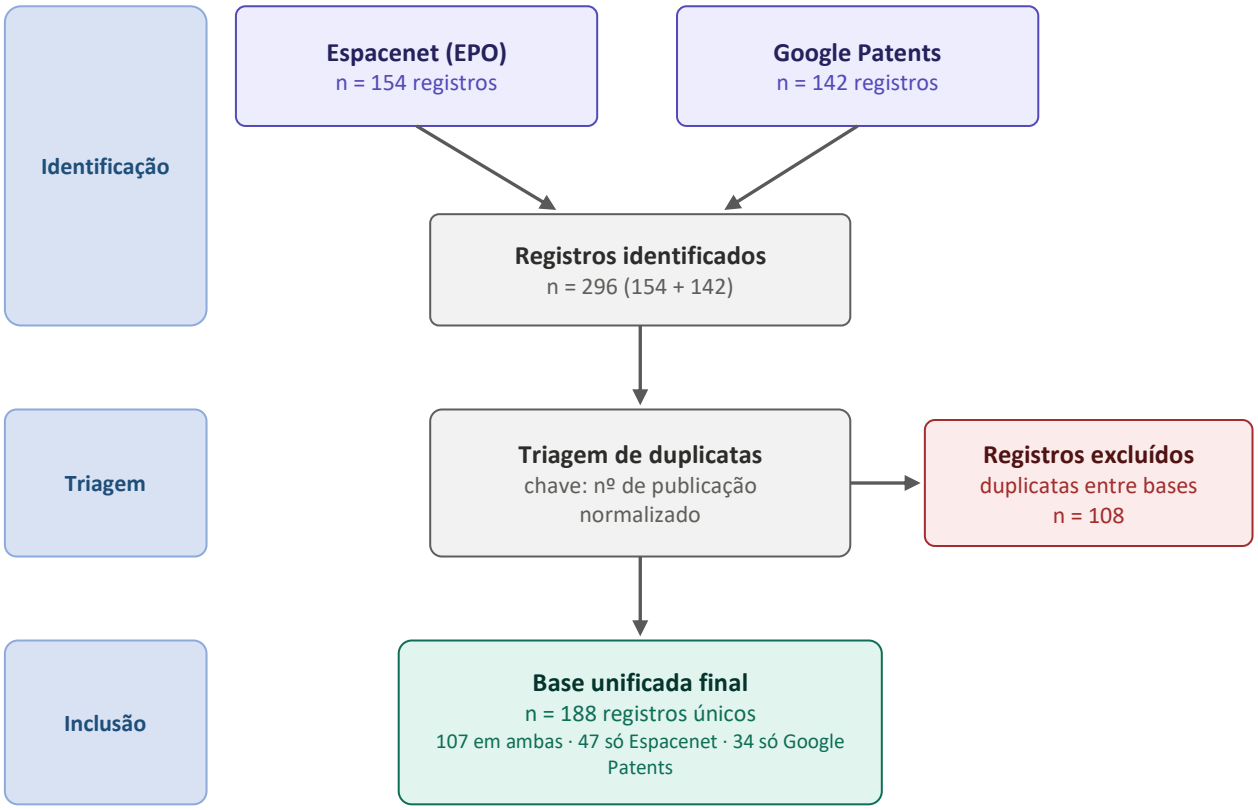
A triagem de duplicatas entre as duas exportações foi realizada pela comparação dos números de publicação, previamente normalizados pela remoção de hifens, espaços e demais caracteres não alfanuméricos e pela conversão para maiúsculas (ex.: “US-8845906-B2” convertido em “US8845906B2”). Células da exportação do Espacenet contendo múltiplos números de publicação do mesmo documento (estágios A e B) tiveram todos os números extraídos e considerados na comparação. Não foram identificadas duplicatas internas em nenhuma das bases: os 154 registros do Espacenet apresentam números de publicação e números de família patentária distintos entre si, e os 142 registros do Google Patents apresentam identificadores únicos. No cruzamento entre as bases, 108 registros do Google Patents coincidiram com registros do Espacenet e foram tratados como duplicatas, incluindo um caso em que a publicação (A) e a concessão (B) do mesmo documento (CN121161010) correspondiam a dois registros distintos do Google Patents, unificados em um único registro. Após a remoção das duplicatas e a incorporação dos 34 registros exclusivos do Google Patents, a base unificada totalizou 188 registros únicos, dos quais 107 (56,9%) presentes em ambas as bases, 47 (25%) exclusivos do Espacenet e 34 (18%) exclusivos do Google Patents. Para os registros presentes em ambas as bases, manteve-se o registro do Espacenet, mais rico em metadados (classificações IPC e CPC e número de família patentária), enriquecido com o link de acesso e com os campos complementares do Google Patents (titular, inventores, resumo e data de prioridade, quando ausentes). Cada registro da base unificada recebeu campos de rastreabilidade indicando a base de origem e a decisão de triagem aplicada; o processo completo é sintetizado no fluxograma da Figura 1, adaptado do modelo PRISMA, prática de relato empregada em estudos patentométricos recentes (SRIVASTAVA; JAIN, 2024), e a base consolidada consta do Material Suplementar S2, tendo servido de fonte única para a geração de todas as tabelas e figuras das seções de resultados.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/08/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol:
DOI:
Pages: 1-36

Figura 1 – Fluxograma de triagem e unificação das bases de patentes, adaptado do modelo PRISMA



Fonte: Autor.

A coleta foi realizada em 2026, de modo que os registros publicados nesse ano correspondem a um período parcial. Em análises longitudinais, janelas incompletas devem ser explicitadas e as buscas booleanas precisam ser reaplicadas de forma periódica, mantendo-se o mesmo protocolo de tratamento e deduplicação para preservar a comparabilidade temporal (AKINYEMI; SIEGFORD, 2026).

2.2 Tratamento, consolidação e normalização dos dados

De cada registro foram extraídos os metadados bibliográficos e jurídico-administrativos disponíveis, incluindo números de publicação e de aplicação, título da invenção, depositantes (requerentes ou titulares), lista de inventores, datas de prioridade, depósito, publicação e, quando aplicável, concessão, família de patentes DOCDB, links de acesso ao documento completo e termos selecionados do título e do resumo, com até 30 termos por documento. A família DOCDB foi utilizada como identificador auxiliar na auditoria de duplicatas e como unidade das análises replicadas por família nas seções 3.2 e 3.4. Esse emprego é compatível com procedimentos

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/08/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol:
DOI:
Pages: 1-36

recentes de integração de dados patentários, nos quais a consolidação de exportações de diferentes bases é acompanhada pela harmonização dos campos, pela deduplicação entre fontes e pelo uso do número de família DOCDB como identificador de apoio (AKINYEMI; SIEGFORD, 2026). Nos arquivos corrigidos que serviram de insumo, resumos ausentes na exportação original do Espacenet foram completados a partir do Google Patents, com registro da origem de cada resumo em campo próprio de rastreabilidade, de modo que os 154 registros do Espacenet e os 142 do Google Patents dispõem de resumo integral.

Neste trabalho, o termo depositante designa, de forma unificada, a pessoa física ou jurídica indicada no documento como requerente ou titular do pedido, uma vez que as exportações das bases consolidam esse campo. Os nomes de depositantes foram normalizados com agregação de variantes gráficas e de composições parciais de um mesmo grupo de titulares, resultando em 150 denominações distintas na base unificada, além de quatro registros sem depositante informado. Os nomes de inventores foram igualmente padronizados, com unificação das variantes de escrita de um mesmo inventor e fusão das inversões de ordem sobrenome-prenome, quando identificáveis; nos registros oriundos do Google Patents, o campo pode consolidar múltiplos inventores sem delimitador explícito, o que limita a contagem individualizada. A harmonização é necessária porque variações ortográficas, extensões jurídicas, indicações geográficas, acrônimos, subsidiárias e mudanças de denominação podem fragmentar artificialmente os registros atribuídos a uma mesma organização (ASCIONE; STERZI, 2024). A jurisdição de publicação foi derivada do prefixo do número de publicação, que representa o escritório ou a rota de publicação (nacional, regional ou internacional). A série temporal principal foi construída pela data de prioridade, disponível em 186 dos 188 registros (98,9%) e mais próxima do momento da atividade inventiva; a data de publicação está presente em todos os registros, mas em 54 deles (28,7%) o campo consolida duas datas do mesmo documento (publicação do pedido e da concessão), razão adicional para o uso da prioridade como âncora temporal, com as contagens por ano de publicação empregadas apenas de forma complementar.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/08/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol:
DOI:
Pages: 1-36

Os termos vinculados a cada registro correspondem aos conceitos extraídos automaticamente pelo Google Patents, exportados com identificação do conceito, do domínio semântico, de identificadores químicos (InChIKey e SMILES, quando aplicáveis), do grau de correspondência com a consulta e dos campos de origem (título, resumo, reivindicações ou descrição); não foi aplicada lematização adicional nem vocabulário controlado próprio a esses conceitos, empregados apenas de forma descritiva. Para o mapa de coocorrência da seção 3.7, foi construído e aplicado um tesauro de exclusão e unificação de termos, descrito na seção 2.3 e integralmente documentado no Material Suplementar (S5 e S6). As regras de normalização dos depositantes estão disponibilizadas no Material Suplementar S1, que relaciona cada nome original à sua forma normalizada, com a contagem de menções em cada base; o agrupamento baseia-se na denominação constante do próprio documento, agregando variantes gráficas e subsidiárias nominalmente identificáveis, sem reconstituição da estrutura societária histórica dos grupos.

2.3 Ferramentas e procedimentos de análise

A análise combinou indicadores descritivos (evolução anual e acumulada das publicações, distribuição por jurisdição, rankings de depositantes e frequências das subclasses IPC e CPC) com técnicas de mapeamento tecnológico. O mapa de coocorrência de termos foi construído no software VOSviewer, versão 1.6.20 (VAN ECK; WALTMAN, 2023), diretamente a partir da base unificada, e é apresentado na seção 3.7. O emprego combinado de análise descritiva, palavras-chave, redes e mapeamento bibliométrico é coerente com aplicações recentes da análise de patentes e com a preparação de corpora estruturados para estudos de coocorrência, colaboração e difusão tecnológica (AKINYEMI; SIEGFORD, 2026; KARATAŞ et al., 2024). Como referência metodológica complementar, consideraram-se ainda abordagens de modelagem estatística e de aprendizado de máquina para dados patentários, tanto para contagens (QI et al., 2023) quanto para similaridade semântica entre documentos (BEKAMIRI; HAIN; JUROWETZKI, 2021), não empregadas nesta etapa exploratória. Os resultados foram interpretados com cautela, considerando que a qualidade e o valor patentários são multidimensionais e não podem ser inferidos exclusivamente por contagens documentais isoladas (SCHMITT, 2025).

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/08/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol:
DOI:
Pages: 1-36

As visualizações do VOSviewer foram geradas a partir da base unificada, importada no formato de gerenciador de referências (RIS), contendo o título, o resumo e o ano da primeira prioridade de cada registro (nos dois registros sem prioridade, o ano de publicação): o mapa de coocorrência da seção 3.7 emprega termos extraídos automaticamente dos campos de título e resumo em inglês, com descarte de rótulos de resumos estruturados e de declarações de direitos autorais, contagem binária das ocorrências (registra-se a presença do termo em cada documento, e não o número de repetições) e aplicação de um tesauro de exclusão e unificação de termos elaborado para este estudo. O tesauro, construído iterativamente pela inspeção das listas de termos selecionados em rodadas sucessivas de geração do mapa, exclui 202 termos sem valor discriminante entre domínios tecnológicos, distribuídos em quatro categorias: fórmulas do discurso patentário (como “invention”, “utility model” e “technical field”), substantivos de processo e artefato sem especificidade (como “method”, “device” e “equipment”), termos de posição, medida e avaliação, e artefatos de tradução automática; a cada candidato aplicou-se o teste operacional de poder ocorrer, com o mesmo sentido, em uma patente de qualquer domínio tecnológico. O tesauro define ainda 80 regras de unificação, que direcionam variantes de um mesmo conceito a uma forma canônica, cobrindo flexão e grafia (“magnetic fields” unificado em “magnetic field”), sinonímia química e técnica (“CaCO3” unificado em “calcium carbonate”; “antiscale” em “scale inhibition”; “oil” e “crude oil” em “petroleum”) e composições hipônimas do mesmo conceito (“aragonite crystal” unificado em “aragonite”). Como a limpeza remove justamente os termos mais frequentes da extração bruta, o limiar mínimo de ocorrências foi fixado em 5: dos 3.991 termos extraídos, 82 atingiram o limiar e, com a seleção padrão de 60% dos termos mais relevantes pelo escore de relevância do VOSviewer, o mapa final contém 49 termos. Empregou-se a normalização por força de associação (association strength) e o agrupamento pela técnica de clusterização do próprio software, com parâmetro de resolução 1,00, tamanho mínimo de cluster 1 e fusão de clusters pequenos ativada, sem filtro de força mínima de ligação; o leiaute foi gerado com parâmetros de atração 1 e repulsão −3, ajustados em relação aos valores padrão para melhorar a legibilidade dos rótulos. No mapa de termos, adotou-se a visualização de sobreposição temporal,

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/08/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol:
DOI:
Pages: 1-36

na qual o tamanho do nó é proporcional à frequência do termo, a proximidade expressa a coocorrência nos mesmos documentos e a cor indica o ano médio da primeira prioridade dos registros em que o termo ocorre. Para assegurar a reprodutibilidade, os arquivos de exportação (S3a e S3b), a base unificada (S2), o arquivo de importação no VOSviewer (S4) e o arquivo de tesauro (S5) constam do Material Suplementar, que inclui suplemento metodológico específico sobre a construção e a aplicação do tesauro (S6).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização do conjunto de documentos e a natureza informacional da patente

A base unificada reúne 188 registros únicos de documentos de patente, dos quais 107 (56,9%) constam simultaneamente do Espacenet e do Google Patents, 47 (25,0%) são exclusivos do Espacenet e 34 (18,1%) são exclusivos do Google Patents. A cobertura dos metadados é heterogênea e reflete a origem de cada registro: a classificação IPC está presente em 154 registros (81,9%), correspondentes à parcela com origem no Espacenet, e a classificação CPC, em 102 (54,3%); o número de família DOCDB acompanha os 154 registros oriundos do Espacenet. Na parcela com identificação DOCDB disponível, cada família apresenta um único membro na base, de modo que as contagens por documento e por família coincidem nesse subconjunto. A data de prioridade está disponível em 186 registros (98,9%) e, pelas razões expostas na seção 2.2, serve de âncora às análises temporais da seção 3.2. Entre os 127 documentos publicados na China, 70 são pedidos (código A), 34 são concessões (código B) e 23 são modelos de utilidade (códigos U e Y), categoria de exame abreviado que deve ser considerada na leitura das contagens.

Esses registros devem ser lidos como unidades de informação tecnológica. O documento de patente descreve uma solução técnica reivindicada em um território e em um momento específicos, e sua presença na base expressa decisões de proteção e de posicionamento dos depositantes; ao mesmo tempo, a publicação do documento cumpre função informacional relevante, acelerando a difusão do conhecimento técnico entre inventores (HEGDE; HERKENHOFF; ZHU, 2023), ainda que contagens documentais não constituam, isoladamente, medida de qualidade ou de valor

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/08/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol:
DOI:
Pages: 1-36

patentário (OBRIMAH, 2024). Essa cautela é especialmente necessária em um conjunto de tamanho moderado, no qual poucas unidades deslocam percentuais de forma expressiva.

3.2 Evolução temporal e o significado das contagens brutas

Ancorada na data de prioridade, a série temporal evidencia crescimento de longo prazo com forte aceleração recente. Dos 186 registros com prioridade conhecida, 13 (7,0%) têm primeira prioridade entre 1974 e 1999, 22 (11,8%) entre 2000 e 2009 e 26 (14,0%) entre 2010 e 2015; a partir de 2016 concentram-se 125 registros (67,2%), dos quais 72 (38,7% dos 186 registros com prioridade conhecida) somente no período 2021 - 2026, conforme a Tabela 1. O ano de maior atividade é 2025, com 20 prioridades, e o valor de 2026 (9 registros) corresponde a período parcial de coleta.

Tabela 1 – Distribuição dos registros por período da primeira prioridade

Período da primeira prioridade	Registros	Participação (%)
1974–1999	13	7,0
2000–2009	22	11,8
2010–2015	26	14,0
2016–2020	53	28,5
2021–2026	72	38,7
Total	186	100,0

Fonte: Autor.

A leitura por período reduz a instabilidade das contagens anuais, relevante em uma base na qual cada ano concentra poucas unidades. Como cada família DOCDB identificada possui um único membro na base (seção 3.1), a replicação da série no nível de família não altera a distribuição; e a censura à direita dos anos finais (período parcial de coleta e defasagem entre prioridade e publicação) recomenda prudência na interpretação de eventuais quedas nos últimos pontos da série, como se observa na Figura 2, viés de truncamento amplamente documentado na literatura sobre dados patentários (LERNER; SERU, 2022; AKINYEMI; SIEGFORD, 2026). Ademais, o crescimento do volume de depósitos não implica elevação proporcional do conteúdo

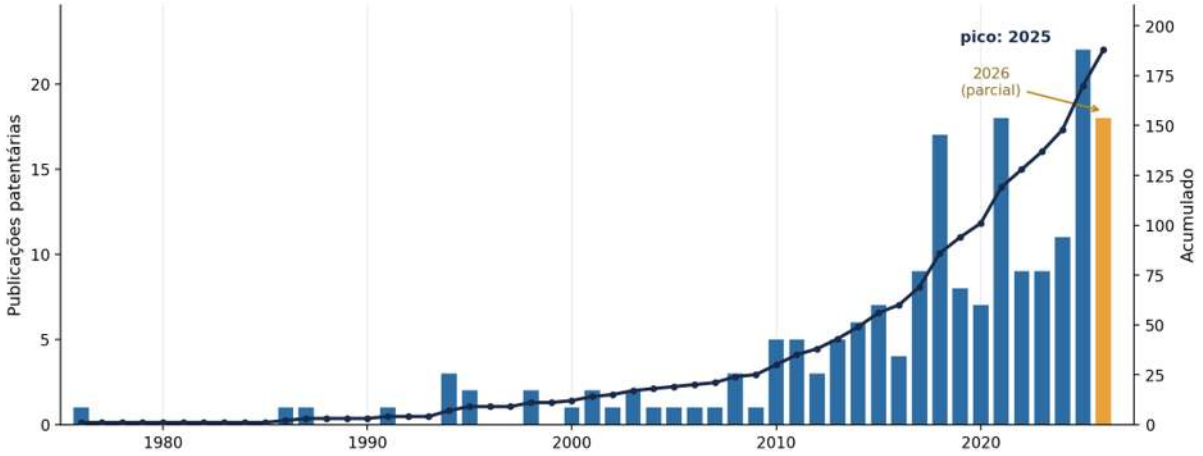
CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/08/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol:
DOI:
Pages: 1-36

científico dos documentos, padrão de diluição observado em escala global no período recente (ZHOU et al., 2025).

Figura 2 – Evolução anual e acumulada das publicações patentárias da base unificada



Fonte: Autor. Nota: contagens por ano de publicação (n = 188); a barra de 2026 corresponde a período parcial de coleta.

A Figura 2 evidencia o contraste entre o crescimento acumulado contínuo, que atinge os 188 registros da base, e a oscilação das contagens anuais, com mudança de escala a partir da década de 2010 e destaque para o pico de 2025; o valor de 2026 aparece diferenciado por se tratar de janela parcial.

3.3 Distribuição por jurisdição/autoridade de publicação

A distribuição por jurisdição de publicação é fortemente concentrada. A China responde por 127 registros (67,6% do conjunto), seguida pela Coreia do Sul, com 21 (11,2%), e pelos Estados Unidos, com 9 (4,8%); juntas, as três jurisdições reúnem 157 registros (83,5%), conforme a Tabela 2 e a Figura 3. As rotas internacional (WO, 4 registros) e regional europeia (EP, 2 registros) têm participação reduzida, o que sugere estratégias de proteção predominantemente domésticas, com baixa internacionalização das famílias.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/08/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol:
DOI:
Pages: 1-36

Tabela 2 – Distribuição dos registros por jurisdição de publicação

Jurisdição de publicação	Registros	Participação (%)
China (CN)	127	67,6
Coreia do Sul (KR)	21	11,2
Estados Unidos (US)	9	4,8
Rússia (RU)	6	3,2
Rota internacional (WO)	4	2,1
Japão (JP)	3	1,6
Itália (IT)	3	1,6
Alemanha (DE)	2	1,1
Escritório Europeu de Patentes (EP)	2	1,1
Canadá (CA)	2	1,1
França (FR)	2	1,1
Brasil (BR)	2	1,1
Hong Kong (HK)	2	1,1
Demais (NO, CZ, DD)	3	1,6
Total	188	100,0

Fonte: Autor. Nota: percentuais arredondados para uma casa decimal; por efeito de arredondamento, a soma dos valores exibidos pode diferir de 100,0%.

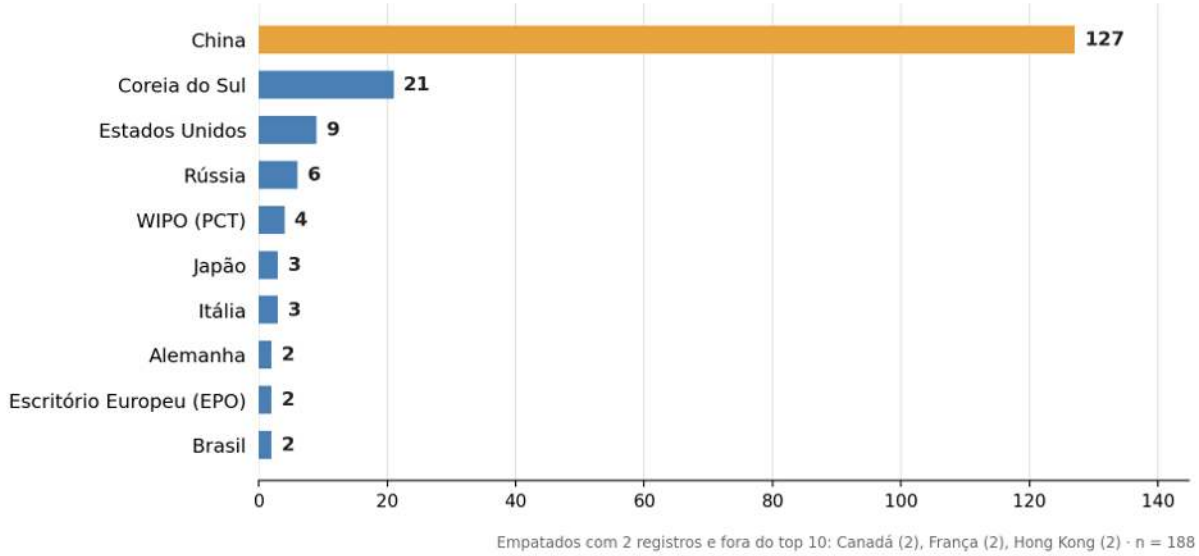
O peso da China, evidenciado na Figura 4, é coerente com a expansão geral dos depósitos domésticos chineses nas últimas décadas, impulsionada em parte por políticas industriais de estímulo e subsídio ao patenteamento, cujos efeitos sobre a qualidade e o valor dos depósitos são heterogêneos (QI et al., 2023; YAN; WANG; QIAO, 2022; LIN; WU; WU, 2021; HUANG et al., 2021; YUAN et al., 2025), mas deve ser lido considerando a composição documental descrita na seção 3.1, na qual quase um quinto dos registros chineses corresponde a modelos de utilidade, categoria de exame abreviado. A presença histórica do tema é registrada por um documento da antiga República Democrática Alemã (DD), e a participação brasileira restringe-se a dois registros, ambos associados à Petrobras e ao Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, discutidos na seção 3.4.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/08/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol:
DOI:
Pages: 1-36

Figura 3 – Publicações por jurisdição/autoridade de publicação (dez maiores contagens)



Fonte: Autor. Nota: Canadá, França e Hong Kong, empatados com 2 registros, ficam fora das dez maiores contagens (n = 188).

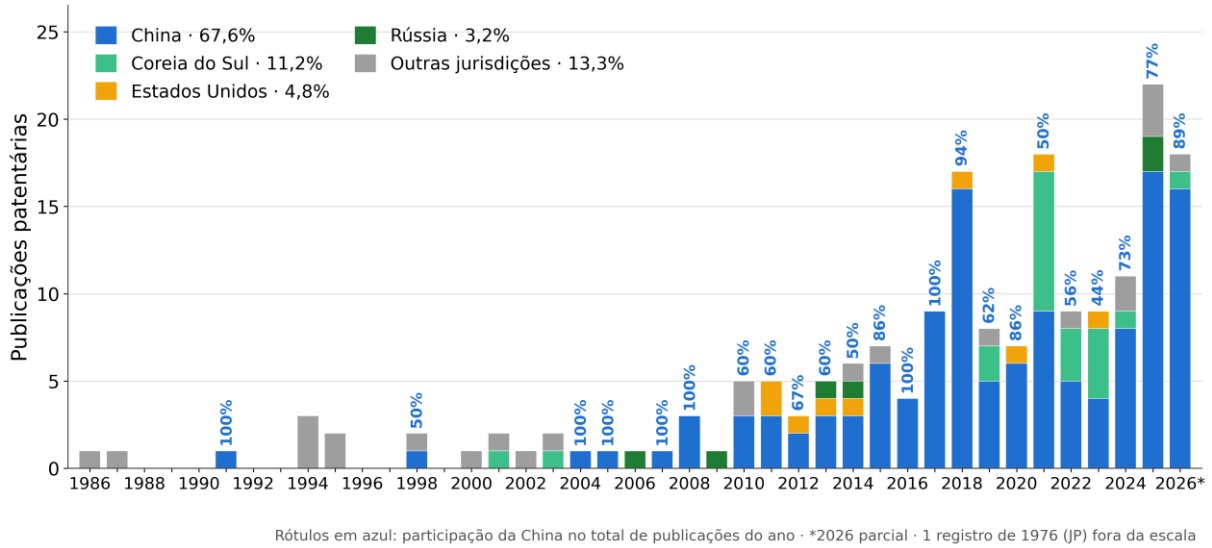
A Figura 3 destaca a assimetria da distribuição: a barra da China supera em seis vezes a da segunda jurisdição, e as demais autoridades aparecem com contagens de um dígito, o que reforça o caráter predominantemente doméstico da proteção no conjunto analisado.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/08/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol:
DOI:
Pages: 1-36

Figura 4 – Evolução anual das publicações por jurisdição de publicação



Fonte: Autor. Nota: rótulos indicam a participação da China no total de cada ano; 2026 corresponde a período parcial; um registro de 1976 (JP) está fora da escala.

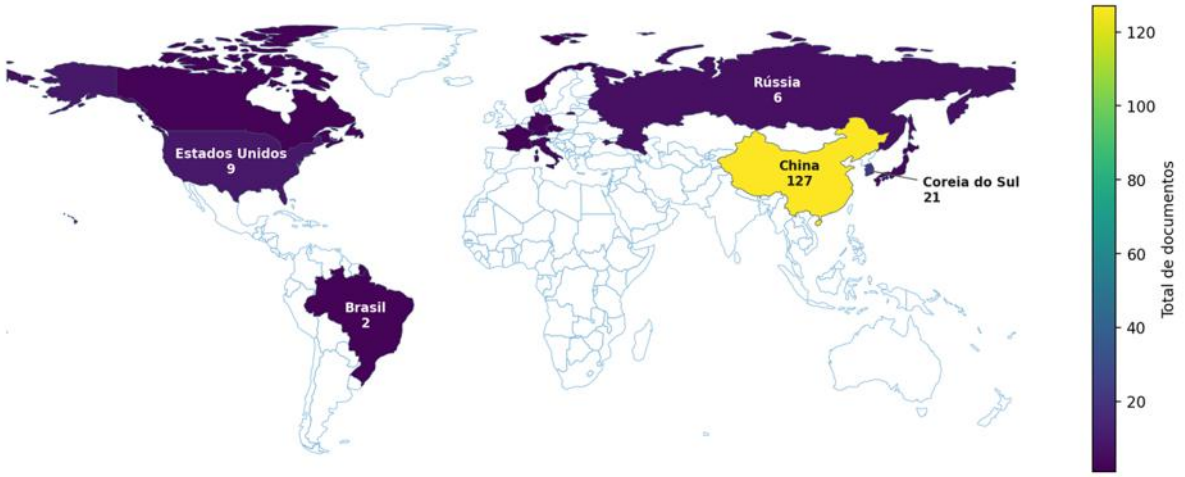
A Figura 4 decompõe a evolução anual por jurisdição e mostra que a aceleração a partir de 2016 é sustentada majoritariamente pelos depósitos chineses, cuja participação anual supera 70% na maior parte dos anos recentes, com contribuições pontuais da Coreia do Sul, dos Estados Unidos e da Rússia; a projeção geográfica dessas contagens é apresentada na Figura 5.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/08/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol:
DOI:
Pages: 1-36

Figura 5 – Distribuição geográfica dos registros por jurisdição de publicação



Fonte: Autor. Nota: por representar apenas territórios nacionais, o mapa não exibe as rotas WO e EP nem Hong Kong; escala de cor pelo total de documentos (n = 188).

A Figura 5 evidencia visualmente a concentração asiática: a China figura como único território na faixa superior da escala de cor, a Coreia do Sul ocupa posição intermediária e as demais jurisdições com registros pontuais, como Estados Unidos, Rússia e Brasil, permanecem na base da escala.

3.4 Principais depositantes, concentração e assimetria de apropriação

A estrutura de titularidade é fragmentada. As 150 denominações distintas de depositantes distribuem-se de forma dispersa: 134 titulares possuem um único registro, e os 16 titulares com dois ou mais registros somam 50 documentos (26,6% da base), conforme a Tabela 3; a Figura 6 apresenta o mesmo panorama pela contagem do primeiro depositante listado em cada registro. O grupo líder, formado pelos inventores-titulares Chung Ha Ik, Chung Yong Jin e Chung Yong Hoon, em associação com o Korea Institute of Industrial Technology (KITECH), reúne 13 registros (6,9%), consideradas as variantes de composição do campo e dois registros depositados apenas pelo KITECH. Quatro registros (2,1%) não informam depositante.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/08/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol:
DOI:
Pages: 1-36

Tabela 3 – Depositantes com dois ou mais registros na base unificada

Depositante (jurisdição predominante)	Registros
Chung Ha Ik, Chung Yong Jin, Chung Yong Hoon e KITECH (KR)	13
Hangzhou Yunfeng Industrial Design Co., Ltd. (CN)	5
Kunming University of Science and Technology (CN)	3
Lee Jong Young (KR)	3
OptoTrace (Suzhou) Technologies Inc. (CN)	3
University of Sydney (AU)	3
Shanghai Advanced Research Institute, CAS (CN)	2
Northwest Research Institute of Mining and Metallurgy (CN)	2
Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobras) e CBPF (BR)	2
Phase Scientific International Ltd. (HK)	2
A. N. Kostyakov Federal Scientific Center (VNIIGiM) (RU)	2
Schlumberger Technology Corp. (US)	2
Xinjiang Yunzhongtian Calcium Industry Co., Ltd. (CN)	2
Gilles Thoraval (FR)	2
Liu Liwen (CN)	2
Wang Kaijun e Liu Xiaoji (CN)	2
Total	50

Fonte: Autor. Nota: variantes de composição do campo de depositante foram agregadas; registros podem listar múltiplas entidades conjuntamente.

Diferentemente de domínios tecnológicos maduros, nos quais grandes portfólios corporativos concentram parcela expressiva dos documentos e cumprem funções estratégicas de bloqueio, barganha e preempção de rivais (COMINO; MANENTI, 2022; CAPPELLI et al., 2023), a interseção aqui analisada não apresenta depositante dominante: o grupo líder responde por 6,9% da base, e as únicas empresas do setor de petróleo entre os titulares recorrentes são a Schlumberger e a Petrobras, esta em parceria com o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, instituição que mantém pesquisa experimental ativa sobre nucleação, cristalização e inibição de incrustações de carbonato de cálcio (LAGES et al., 2025). A presença de universidades e institutos públicos de pesquisa (KITECH, Universidade de Ciência e Tecnologia de Kunming, Academia Chinesa de Ciências, Universidade de Sydney e VNIIGiM) sugere um campo em fase exploratória, no qual a apropriação privada em escala não se consolidou, e é coerente com a crescente convergência entre produção científica e patenteamento por inventores acadêmicos (WANG et al., 2025). Pela

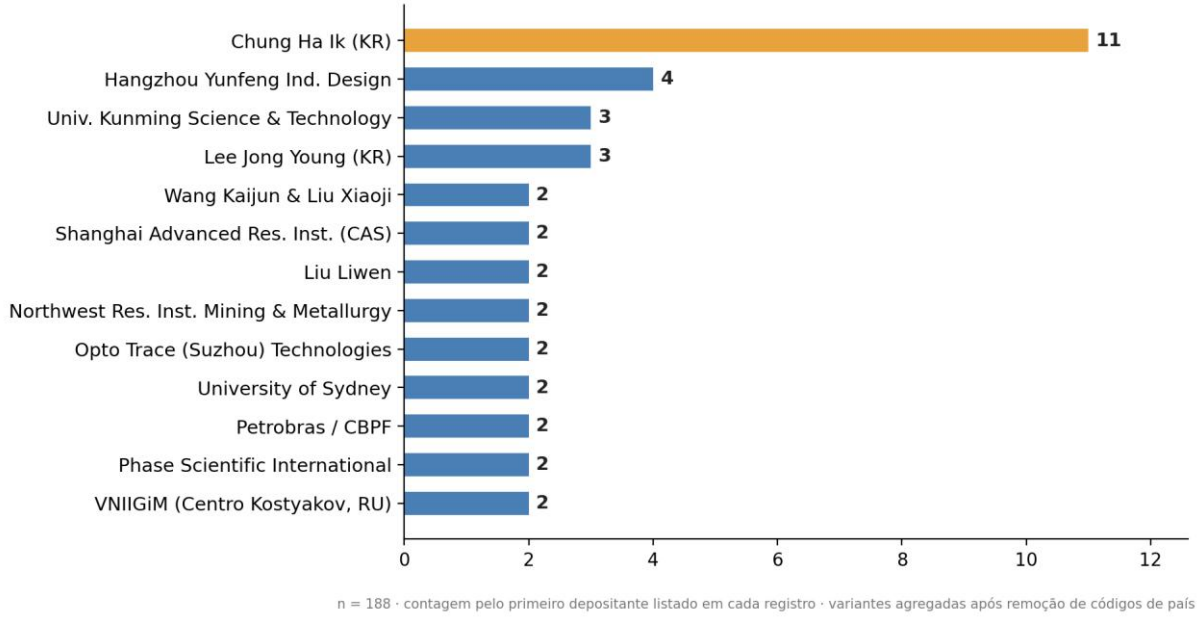
CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/08/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol:
DOI:
Pages: 1-36

unicidade de membros por família DOCDB (seção 3.1), os rankings por documento e por família coincidem nesse subconjunto. Ressalte-se que contagens e rankings não capturam o valor econômico individual dos documentos: mesmo entre invenções de alta qualidade tecnológica, criação e captura de valor podem divergir (MARCHESINI; VALENTINI, 2026). No plano individual, a produtividade dos inventores, apresentada na Figura 7, é liderada pelos integrantes do grupo familiar Chung, com 12, 11 e 10 documentos, seguidos por inventores chineses com três a cinco documentos, padrão coerente com a fragmentação observada entre os titulares. O campo de depositante pode consolidar múltiplas entidades em um único registro, de modo que as contagens expressam registros associados a cada denominação, e não portfólios auditados individualmente.

Figura 6 – Principais depositantes e titulares (dois ou mais registros)



Fonte: Autor. Nota: contagem pelo primeiro depositante listado em cada registro, com variantes agregadas após remoção de códigos de país (n = 188).

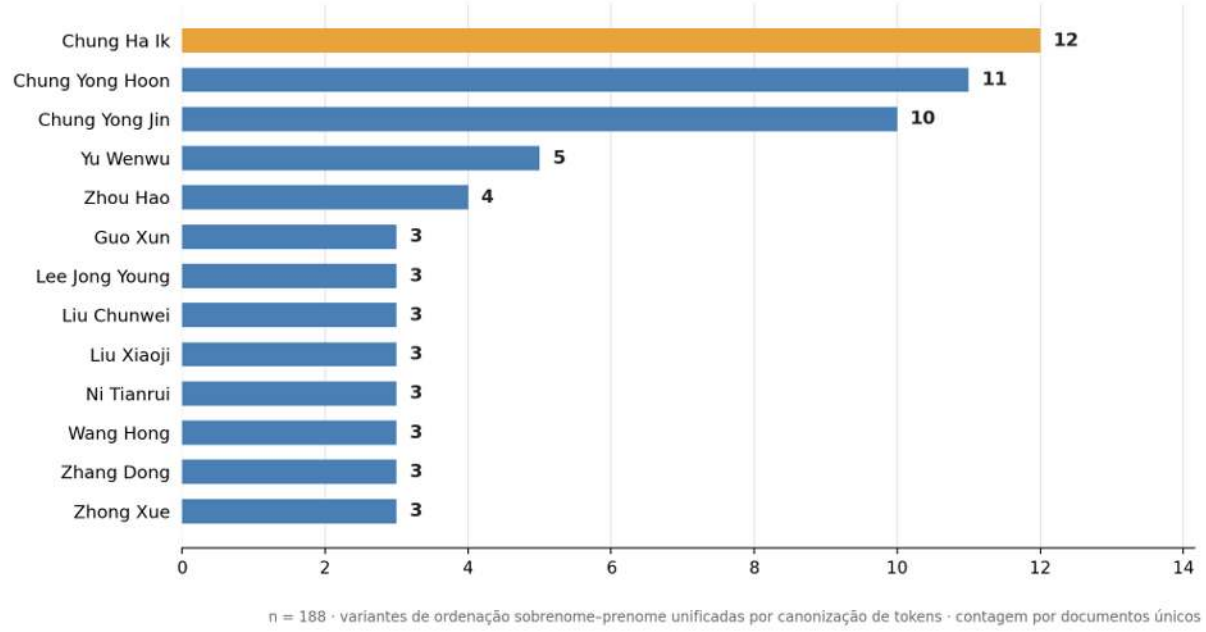
A Figura 6 confirma o quadro da Tabela 3 sob critério alternativo de contagem: mesmo considerando apenas o primeiro depositante listado, nenhum titular ultrapassa 11 registros, e a cauda com dois registros reúne universidades, institutos públicos e empresas de diferentes países; as pequenas diferenças em relação à Tabela 3 decorrem do critério de contagem e do agrupamento de variantes.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/08/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol:
DOI:
Pages: 1-36

Figura 7 – Inventores com maior número de documentos associados (três ou mais)



Fonte: Autor. Nota: variantes de ordenação sobrenome–prenome unificadas por canonização de tokens; contagem por documentos únicos (n = 188).

A Figura 7 detalha a liderança individual: os três inventores do grupo Chung encabeçam o ranking, associados aos registros sul-coreanos de tratamento magnético, enquanto os demais inventores com três ou mais documentos são majoritariamente chineses e possuem portfólios pequenos, o que corrobora a ausência de equipes dominantes de pesquisa e desenvolvimento no conjunto.

3.5 Triagem lexical de títulos e resumos, estratificação temática e recálculo dos indicadores

A triagem lexical exploratória examinou a ocorrência de expressões associadas aos três blocos conceituais da estratégia de busca e a contextos de aplicação correlatos em dois campos textuais: somente o título e o conjunto título e resumo, este último disponível para os 188 registros da base unificada. As listas completas de expressões de cada bloco, as regras de casamento e a definição formal dos estratos temáticos constam do Material Suplementar S7, que documenta a reprodução integral das contagens desta seção a partir da base unificada. A incorporação do resumo altera substancialmente o dimensionamento dos blocos: menções ao campo magnético passam de 45 títulos (23,9%) para 129 registros (68,6%); o contexto hídrico, de 33

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/08/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol:
DOI:
Pages: 1-36

(17,6%) para 111 (59,0%); o sistema carbonático, de 22 (11,7%) para 66 (35,1%); o contexto petrolífero, de 21 (11,2%) para 85 (45,2%); e o controle de incrustações, de 14 (7,4%) para 44 (23,4%), conforme a Tabela 4 e a Figura 8.

Tabela 4 – Triagem lexical por bloco conceitual e interseções: ocorrência no título e no conjunto título e resumo

Expressões	Título	Título + resumo
Campo magnético	45 (23,9%)	129 (68,6%)
Contexto hídrico	33 (17,6%)	111 (59,0%)
Sistema carbonático	22 (11,7%)	66 (35,1%)
Contexto petrolífero	21 (11,2%)	85 (45,2%)
Controle de incrustações	14 (7,4%)	44 (23,4%)
Magnético e contexto de aplicação	16 (8,5%)	97 (51,6%)
Magnético e carbonático	7 (3,7%)	55 (29,3%)
Magnético, carbonático e petrolífero	0 (0,0%)	30 (16,0%)

Fonte: Autor. Nota: categorias não mutuamente exclusivas; percentuais sobre os 188 registros da base unificada; contexto de aplicação designa a ocorrência de pelo menos um dos blocos petrolífero, hídrico ou de incrustações; mesmas regras lexicais aplicadas aos dois campos textuais.

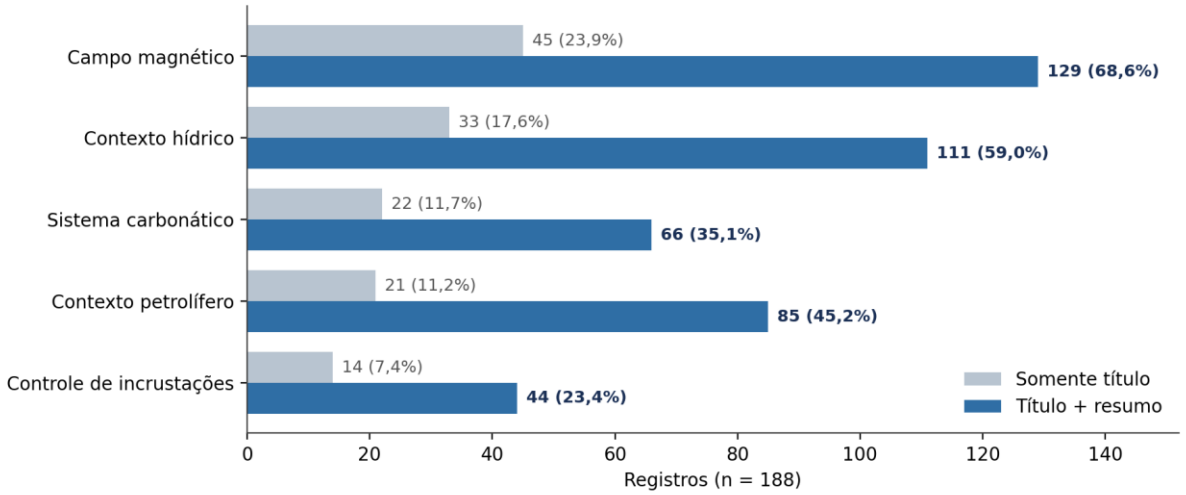
Na leitura da Tabela 4, cada linha corresponde a um bloco de expressões e as colunas comparam os dois campos textuais examinados. O ganho decorrente da incorporação do resumo não é uniforme entre os blocos: as menções ao campo magnético quase triplicam, o sistema carbonático triplica e o contexto petrolífero mais que quadruplica, enquanto as linhas de interseção, na parte inferior da tabela, dependem quase integralmente do resumo, uma vez que a coocorrência dos três blocos é inexistente nos títulos. Esse padrão indica que análises restritas aos títulos tenderiam a descartar a maior parte do corpus relevante, disparidade que a Figura 8 explicita visualmente ao confrontar os dois campos textuais.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/08/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol:
DOI:
Pages: 1-36

Figura 8 – Blocos conceituais: ocorrência no título versus título e resumo



Fonte: Autor. Nota: mesmas regras lexicais aplicadas aos dois campos textuais (n = 188).

O contraste entre os dois campos textuais confirma que os títulos subestimam sistematicamente a presença dos conceitos e altera qualitativamente a leitura do corpus. As interseções, raras ou inexistentes nos títulos, tornam-se mensuráveis quando o resumo é incorporado: 97 registros (51,6%) combinam o campo magnético com algum contexto de aplicação; 55 (29,3%) combinam os campos magnético e carbonático; e 30 (16,0%) reúnem simultaneamente os três blocos da busca, interseção que não aparecia em nenhum título. O subconjunto que associa campo magnético, sistema carbonático e controle de incrustações, mais próximo do fenômeno que motivou a busca, compreende 24 registros (12,8%). Os polimorfos do carbonato de cálcio permanecem pouco frequentes mesmo nos resumos, com 6 menções a calcita, 13 a aragonita e 4 a vaterita, o que reitera a necessidade de leitura especializada para uma classificação temática definitiva.

Com base nessa triagem, os registros foram estratificados em três classes mutuamente exclusivas, na linha da recomendação de transformar a filtragem temática em resultado da análise: (C1) núcleo magnético-carbonático, com coocorrência dos blocos magnético e carbonático em título e resumo (55 registros; 29,3%); (C2) tratamento magnético aplicado, com o bloco magnético associado a contexto petrolífero, hídrico ou de incrustações, sem menção carbonática explícita (48; 25,5%); e (C3) contexto periférico ou inespecífico, reunindo os demais registros (85;

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/08/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol:
DOI:
Pages: 1-36

45,2%), dos quais 26 mencionam o campo magnético sem contexto de aplicação identificável e 59 não apresentam menção magnética em título e resumo. A Tabela 5 apresenta os principais indicadores recalculados por estrato, e a Figura 9 decompõe a série de prioridades segundo as três classes.

Tabela 5 – Indicadores recalculados por estrato temático da base unificada

Indicador	C1 Núcleo magnético-carbonático	C2 Tratamento magnético aplicado	C3 Contexto periférico
Registros (%)	55 (29,3%)	48 (25,5%)	85 (45,2%)
Publicações na China (%)	49 (89,1%)	31 (64,6%)	47 (55,3%)
Prioridades a partir de 2016 (%)	38 (69,1%)	33 (68,8%)	54 (65,1%)
Ano de pico das prioridades	2025 (8)	2020 (6)	2021 (11)
Registros com IPC	46	38	70
Subclasses IPC dominantes	C02F (17); C01F (11)	C02F (17); B01J (5)	E04G (11); C02F (10)

Fonte: Autor. Nota: classes mutuamente exclusivas definidas por regras lexicais sobre título e resumo; percentuais de prioridade calculados sobre os registros de cada estrato com data de prioridade disponível (55, 48 e 83, respectivamente); subclasses IPC contadas por documento.

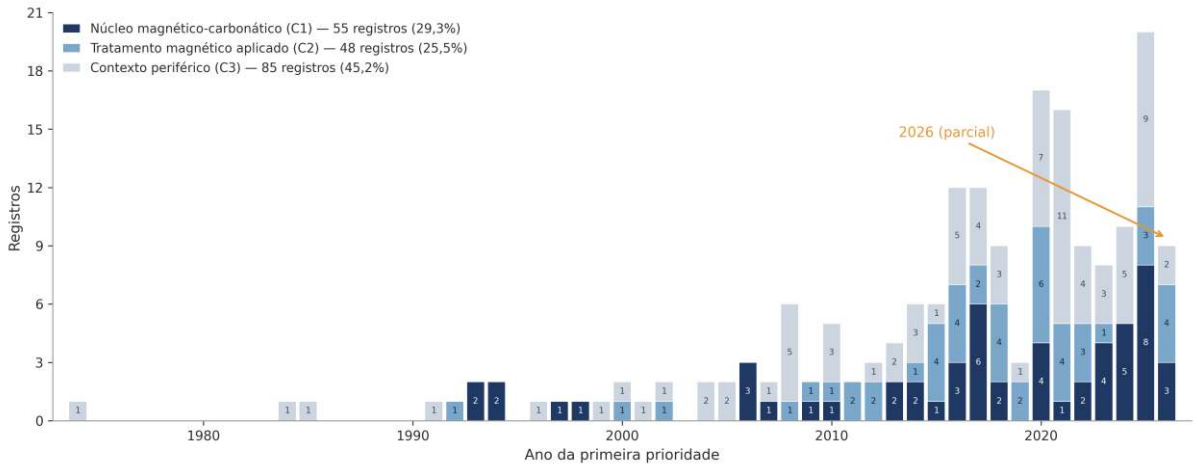
A Tabela 5 dispõe os indicadores em colunas correspondentes aos três estratos mutuamente exclusivos, permitindo a comparação direta de tamanho, composição geográfica, recência e perfil de classificação. Três aspectos orientam a leitura: a participação chinesa decresce do núcleo para a periferia (89,1%, 64,6% e 55,3%, respectivamente), enquanto a proporção de prioridades a partir de 2016 permanece próxima nos três estratos (entre 65,1% e 69,1%); os anos de pico diferem entre as classes (2025 no núcleo, 2020 e 2021 nas demais); e o perfil de classificação distingue os estratos, com a subclasse C02F dominante em C1 e C2 e a E04G à frente apenas no contexto periférico, aspecto retomado na seção 3.6.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/08/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol:
DOI:
Pages: 1-36

Figura 9 – Evolução anual das prioridades por estrato temático



Fonte: Autor. Nota: série ancorada na primeira prioridade (n = 186); a barra de 2026 corresponde a período parcial de coleta.

A estratificação modifica interpretações centrais das seções anteriores. O núcleo magnético-carbonático (C1) apresenta concentração chinesa mais acentuada que a da base completa (89,1% contra 67,6%) e perfil temporal recente, com 69,1% das prioridades a partir de 2016 e pico em 2025; a interseção trinária dos blocos da busca (30 registros) segue o mesmo padrão, com 27 publicações chinesas e 13 prioridades somente no período 2021–2026. A recomposição dos rankings confirma o efeito previsto pelo recálculo por subconjunto: o grupo líder da base completa, formado pelos inventores-titulares Chung e pelo KITECH, não possui registros no núcleo magnético-carbonático, no qual nenhum depositante ultrapassa dois registros; os titulares recorrentes do núcleo são majoritariamente universidades e institutos de pesquisa chineses, como a Universidade de Ciência e Tecnologia de Kunming, o Shanghai Advanced Research Institute (CAS) e o Northwest Research Institute of Mining and Metallurgy, ao lado de depositantes pessoas físicas. Já a Figura 9 mostra que a aceleração recente do corpus é compartilhada pelos três estratos, mas que a classe periférica responde pela maior parcela do crescimento de 2020–2021, enquanto o núcleo sustenta o pico de 2025.

Como a estratégia de busca consultou título, resumo e reivindicações, a triagem baseada em título e resumo ainda subestima conteúdos presentes apenas nas reivindicações, e a coocorrência lexical não garante que o efeito do campo magnético

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/08/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol:
DOI:
Pages: 1-36

sobre o carbonato de cálcio seja o objeto central da invenção. Trata-se, portanto, de resultado preliminar, que dimensiona e estratifica o núcleo lexical do conjunto sem equivaler a uma classificação de conteúdo; ainda assim, a comparação entre os dois campos textuais demonstra que o dimensionamento baseado apenas em títulos subestimava fortemente o núcleo temático, que passa de 7 para 55 registros na interseção magnético-carbonática. Em etapas futuras, abordagens de processamento de linguagem natural baseadas em embeddings de texto, como a proposta por Bekamiri, Hain e Jurowetzki (2021) para similaridade e classificação de patentes, podem superar os limites do casamento exato de termos adotado nesta triagem.

3.6 Domínios tecnológicos e classificação IPC e CPC

A classificação IPC está disponível para 154 registros (81,9% da base), correspondentes à parcela com origem no Espacenet, e os percentuais desta seção referem-se a essa parcela; a classificação CPC, disponível em 102 registros (54,3%), foi utilizada de forma complementar, em razão de sua cobertura parcial. A subclasse mais frequente é C02F (tratamento de água, águas residuais ou esgotos), presente em 44 registros (28,6%), seguida por B01D (processos de separação; 15 registros), C01F (compostos de metais alcalino-terrosos, grupo que inclui o carbonato de cálcio; 13), E04G e C22B (11 cada), E21B (perfuração de poços; 10), C09K e H01F (9 cada), C04B e B01J (8 cada) e B03C (separação magnética ou eletrostática; 7), conforme a Tabela 6; a Figura 10 apresenta as doze subclasses mais frequentes considerando as classificações IPC e CPC combinadas por documento.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/08/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol:
DOI:
Pages: 1-36

Tabela 6 – Subclasses IPC mais frequentes na base unificada

Subclasse IPC	Domínio técnico	Registros	Participação (%)
C02F	Tratamento de água, águas residuais ou esgotos	44	28,6
B01D	Processos de separação	15	9,7
C01F	Compostos de metais alcalino-terrosos	13	8,4
E04G	Construção civil (fôrmas, andaimes e afins)	11	7,1
C22B	Metalurgia extrativa	11	7,1
E21B	Perfuração de poços	10	6,5
C09K	Composições químicas de aplicação	9	5,8
H01F	Ímãs e eletroímãs	9	5,8
C04B	Cimentos, cerâmicas e materiais de construção	8	5,2
B01J	Processos químicos e catálise	8	5,2
B03C	Separação magnética ou eletrostática	7	4,5

Fonte: Autor. Nota: um registro pode conter múltiplas subclasses; percentuais sobre os 154 registros com IPC.

O perfil de classificação situa o centro de gravidade do conjunto no eixo hídrico-ambiental: C02F e B01D remetem ao tratamento e à separação de águas, aplicação típica do condicionamento magnético para controle de incrustações carbonáticas. O aparato magnético aparece de forma explícita em H01F (ímãs e eletroímãs) e B03C, e o eixo petrolífero, em E21B e C09K, associadas à perfuração e às composições químicas de aplicação em poços. C01F e C04B refletem a dimensão material do carbonato de cálcio, em compostos e em cimentos e cerâmicas. O quadro converge com a triagem lexical da seção 3.5: a interseção entre campo magnético e carbonato de cálcio concentra-se no tratamento de água e no controle de incrustações, e o recorte estritamente petrolífero constitui subconjunto minoritário do conjunto

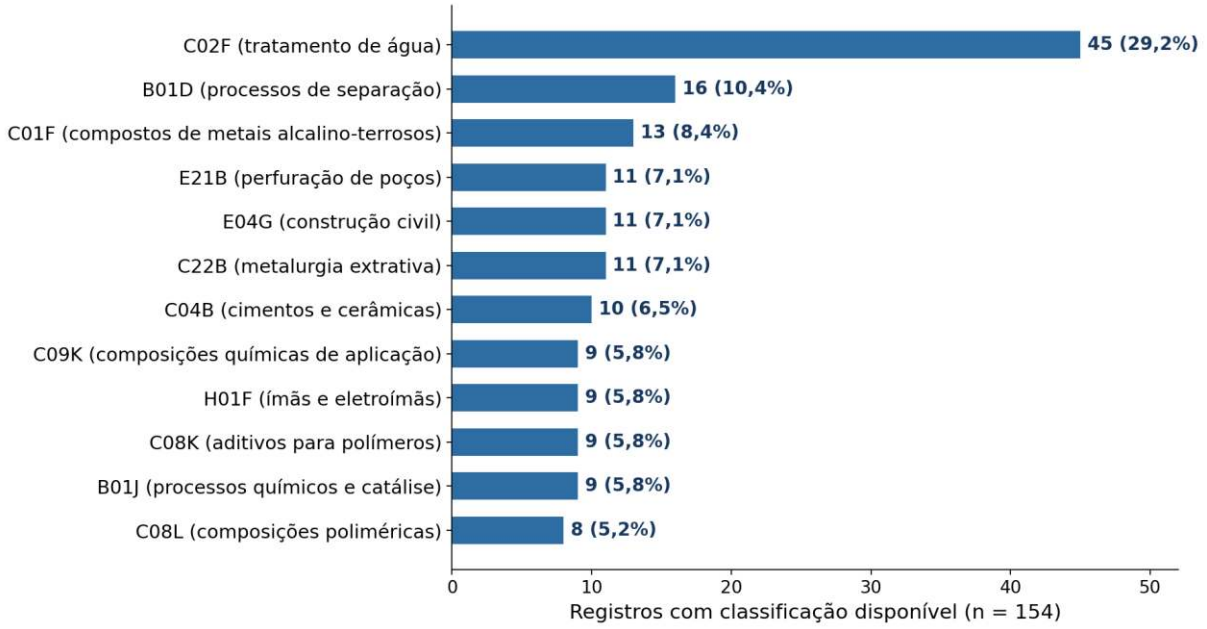
CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/08/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol:
DOI:
Pages: 1-36

recuperado. No núcleo magnético-carbonático delimitado na seção 3.5, essa convergência é ainda mais nítida: entre os 46 registros do núcleo com IPC disponível, C02F (17 registros) e C01F (11) dominam a classificação, seguidas de B01D, C22B e C21B, ao passo que E04G e as subclasses de polímeros concentram-se nos estratos periféricos.

Figura 10 – Domínios tecnológicos segundo as classificações IPC e CPC combinadas (doze subclasses mais frequentes)



Fonte: Autor. Nota: subclasses de quatro dígitos, IPC e CPC combinadas por documento; n = 154 registros com classificação disponível (origem Espacenet).

A Figura 10 corrobora a Tabela 6 e explicita o efeito da combinação das duas classificações: com a CPC agregada, C02F amplia a liderança (45 registros) e as subclasses de polímeros C08K e C08L, associadas a formulações com carga mineral, passam a figurar entre as mais frequentes; as demais posições preservam a ordenação observada na análise por IPC, com pequenas variações de contagem decorrentes da agregação.

3.7 Estrutura temática e evolução dos termos

A estrutura temática do conjunto foi explorada por meio de um mapa de coocorrência de termos gerado no VOSviewer (VAN ECK; WALTMAN, 2023),

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/08/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol:
DOI:
Pages: 1-36

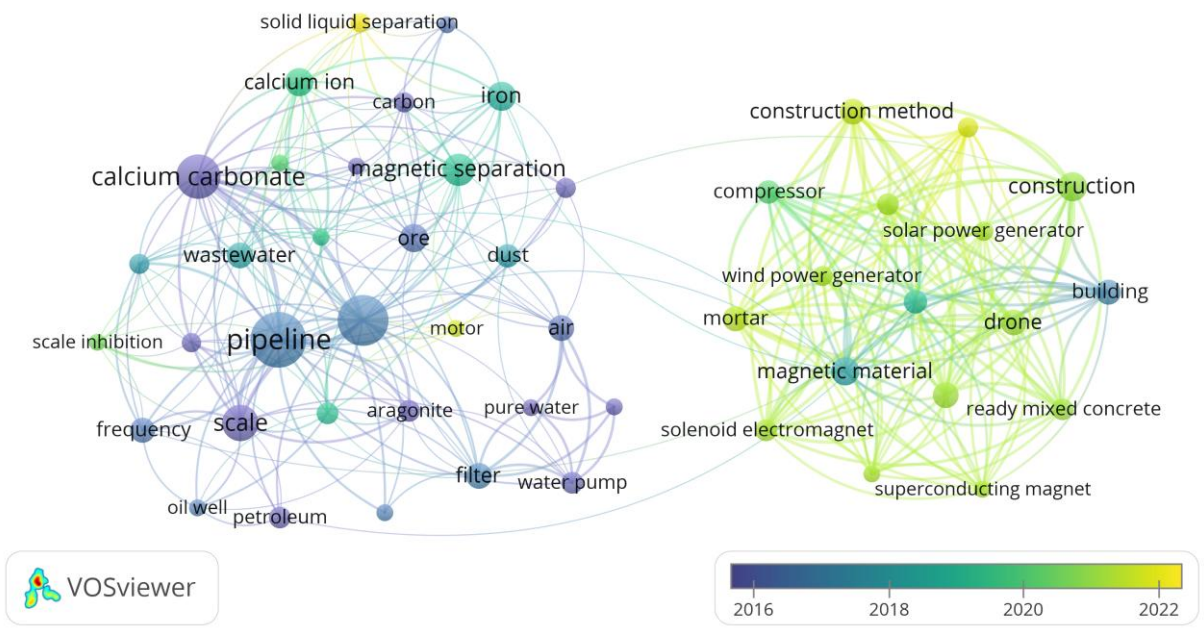
apresentado na Figura 11 em visualização de sobreposição temporal, na qual o tamanho dos nós expressa a frequência dos termos, a proximidade indica coocorrência nos mesmos documentos e a cor representa o ano médio da primeira prioridade dos registros em que cada termo ocorre, do azul (por volta de 2016) ao amarelo (2022 em diante). O mapa foi reconstruído após a aplicação do tesauro de exclusão e unificação descrito na seção 2.3, que retirou os rótulos genéricos do discurso patentário (como “present invention”, “method”, “equipment” e “product”) e agregou variantes lexicais de um mesmo conceito. Com isso, o vocabulário exibido passa a ser predominantemente técnico e o mapa organiza-se em dois polos quase desconexos. O primeiro concentra o vocabulário do condicionamento magnético de fluidos e do controle de incrustações: “pipeline”, “calcium carbonate”, “scale” e “magnetic separation” figuram entre os termos mais frequentes, acompanhados de “wastewater”, “aragonite”, “scale inhibition”, “petroleum” e “oil well”. O segundo polo é dominado pelo vocabulário de construção civil e de aparatos magnéticos de aplicação geral (“construction”, “ready mixed concrete”, “mortar”, “building”, “magnetic material”, “solenoid electromagnet”), correspondente ao bloco de depósitos sul-coreanos classificados em E04G identificado nas seções 3.4 e 3.5, e conecta-se ao primeiro sobretudo pelo vocabulário de ímãs. A articulação entre “calcium carbonate”, “pipeline” e “scale” no polo técnico é coerente com as seções 3.5 e 3.6, que situam o núcleo do conjunto no eixo hídrico-ambiental, no condicionamento magnético de fluidos e no controle de incrustações em tubulações; o termo genérico “water”, onipresente no corpus, é filtrado pela seleção por escore de relevância, permanecendo no mapa suas formas especificadas, como “wastewater” e “pure water”.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/08/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol:
DOI:
Pages: 1-36

Figura 11 – Mapa de coocorrência de termos com sobreposição temporal, após aplicação do tesauro de exclusão e unificação (VOSviewer)



Fonte: Autor.

Após a unificação de variantes, conceitos antes dispersos em formas de baixa frequência tornam-se mensuráveis: o polimorfo aragonita passa a figurar no mapa, e o vocabulário de incrustação (“scale” e “scale inhibition”) e o contexto petrolífero (“petroleum”, “oil well”), consolidado pela regra que agrega “oil” e “crude oil” a “petroleum”, superam o limiar mínimo de ocorrências. A dimensão temporal da Figura 11, na qual a cor expressa o ano médio dos registros em que cada termo ocorre, permite acompanhar o deslocamento do vocabulário ao longo da série, em consonância com a concentração de prioridades a partir de 2016 observada na seção 3.2. A separação nítida entre os dois polos dá expressão visual à estratificação da seção 3.5, com o vocabulário dos estratos C1 e C2 concentrado no polo técnico e o contexto periférico (C3) no polo de construção civil; a presença de “scale” entre os termos mais frequentes, ao lado do vocabulário de inibição de incrustações, indica que o mapa depurado recupera o fenômeno investigado com maior poder discriminante do que a extração bruta, na qual rótulos genéricos como “invention”, presente em 126 dos 188 documentos (67%), dominavam a estrutura; o recorte estritamente petrolífero,

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/08/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol:
DOI:
Pages: 1-36

contudo, permanece minoritário no conjunto, como apontado nas seções 3.5 e 3.6. Dado o tamanho moderado da base (n = 188), o mapa deve ser interpretado como instrumento exploratório, e não como taxonomia estabilizada dos temas.

3.8 Limitações do estudo

O estudo apresenta limitações que condicionam a leitura dos resultados. Quanto ao corpus, o conjunto de 188 registros é de tamanho moderado, e poucas unidades deslocam percentuais de forma expressiva; a cobertura dos metadados é desigual entre as origens, com classificação IPC ausente nos 34 registros exclusivos do Google Patents, CPC disponível em 54,3% da base e campo de data de publicação consolidando dois valores (pedido e concessão) em parte dos registros, o que motivou a ancoragem da série temporal na data de prioridade (seção 2.2). O campo de depositante pode consolidar múltiplas entidades em um único registro, e a normalização adotada agrega variantes gráficas sem reconstituir estruturas societárias.

Quanto aos procedimentos, a triagem temática da seção 3.5 baseia-se em regras lexicais simples, documentadas no Material Suplementar S7, aplicadas a títulos e resumos, sem incluir as reivindicações nem leitura especializada do conteúdo, de modo que a coocorrência dos termos não garante a centralidade tecnológica do fenômeno investigado. O tesauro de exclusão e unificação aplicado ao mapa de termos reflete decisões de classificação do analista, integralmente documentadas e versionadas no Material Suplementar (S5 e S6), e deve ser reavaliado a cada nova extração. A coleta realizada em 2026 implica janela parcial no último ano e censura à direita nos pontos finais da série. Os resultados dependem, ainda, das interfaces e dos algoritmos de indexação das bases consultadas, recomendando-se a reaplicação periódica do protocolo de busca e deduplicação para preservar a comparabilidade temporal (AKINYEMI; SIEGFORD, 2026). Por fim, a cobertura bibliográfica e textual das bases é desigual ao longo do tempo, com resumos e reivindicações de documentos antigos indexados de forma incompleta, o que pode subestimar a presença histórica do tema em buscas textuais.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/08/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol:
DOI:
Pages: 1-36

4 CONCLUSÃO

Este trabalho realizou uma análise patentométrica exploratória da interseção lexical entre “magnetic field”, “calcium carbonate” e “petroleum”, cumprindo o objetivo proposto com a consolidação de 188 registros únicos a partir de duas bases de acesso público, com equivalência dos campos consultados e deduplicação pelo número de publicação normalizado. O conjunto caracteriza-se como de tamanho moderado, geograficamente concentrado na China e temporalmente recente, com cerca de dois terços das prioridades a partir de 2016 e pico de atividade em 2025.

O principal achado é que a interseção investigada se organiza majoritariamente no eixo hídrico-ambiental: a subclasse C02F domina a parcela com classificação disponível, e o condicionamento magnético aparece associado sobretudo ao tratamento de água e ao controle de incrustações carbonáticas, enquanto o recorte estritamente petrolífero (E21B, C09K) constitui subconjunto minoritário. A triagem lexical de títulos e resumos delimita um núcleo magnético-carbonático de 55 registros, com concentração chinesa mais acentuada que a da base completa e prioridades majoritariamente posteriores a 2016; nesse núcleo, o grupo líder da base completa não está presente e nenhum titular ultrapassa dois registros, o que reforça o caráter emergente e fragmentado do campo. Na base como um todo, a estrutura de titularidade é dispersa, sem portfólios corporativos dominantes: universidades e institutos públicos de pesquisa têm presença destacada, e as únicas empresas do setor de petróleo entre os titulares recorrentes são a Schlumberger e a Petrobras, esta em parceria com o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas.

Do ponto de vista metodológico, os resultados reforçam que contagens documentais expressam estratégias de proteção e posicionamento tecnológico, e não medidas diretas de inovação, qualidade ou valor (SCHMITT, 2025). A ancoragem da série temporal na data de prioridade e a verificação da unicidade de membros por família DOCDB conferem robustez às contagens apresentadas, ao mesmo tempo em que explicitam a dependência dos indicadores em relação à qualidade dos metadados exportados pelas bases.

Como desdobramentos deste estudo, recomenda-se a ampliação da triagem temática para as reivindicações, com leitura especializada dos 55 registros do núcleo

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/08/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol:
DOI:
Pages: 1-36

magnético-carbonático; a reaplicação periódica do protocolo de busca e deduplicação, para acompanhamento da janela parcial de 2026; a qualificação do conjunto por indicadores de valor patentário, como renovações pagas, tamanho da família e citações recebidas (SVENSSON, 2022; CATIVELLI; PINTO; LASCURAIN-SANCHEZ, 2023), índices compostos de desempenho inovador (PONTA; PULIGA; MANZINI, 2021) e preditores de comercialização, como duração da manutenção e titularidade (KRISHNA; JAIN, 2025); e a construção e análise de redes de coinvenção, com os nomes de inventores normalizados, complementando os indicadores descritivos e o mapa temático aqui apresentados.

Dessa forma, o estudo fornece um panorama exploratório e reprodutível da interseção lexical entre campo magnético, carbonato de cálcio e petróleo no espaço patentário, delimitando um núcleo temático ainda restrito, disperso entre titulares e concentrado em jurisdições asiáticas, e oferece uma base consolidada e documentada para triagens temáticas mais finas e para o monitoramento contínuo dessa fronteira tecnológica.

REFERÊNCIAS

AKINYEMI, B. E.; SIEGFORD, J. M. A mixed-corpus scientometric dataset of precision livestock farming publications and patents, 2006-2025. **Data in Brief**, v. 66, art. 112886, 2026. DOI: 10.1016/j.dib.2026.112886.

ANG, Y. Y. et al. China's low-productivity innovation drive: evidence from patents. **Comparative Political Studies**, v. 57, p. 2011-2045, 2024.

ASCIONE, G. S.; STERZI, V. Presenting Terrorizer: an algorithm for consolidating company names in patent assignees. **arXiv**, 2024. arXiv:2403.12083.

BEKAMIRI, H.; HAIN, D. S.; JUROWETZKI, R. PatentSBERTa: a deep NLP based hybrid model for patent distance and classification using augmented SBERT. **arXiv**, 2021. arXiv:2103.11933.

CAPPELLI, R.; CORSINO, M.; LAURSEN, K.; TORRISI, S. Technological competition and patent strategy: protecting innovation, preempting rivals and defending the freedom to operate. **Research Policy**, v. 52, art. 104785, 2023. DOI: 10.1016/j.respol.2023.104785.

CATIVELLI, A. S.; PINTO, A. L.; LASCURAIN SANCHEZ, M. L. Construction of a Patent Value Index by measuring of indirect economic and technological value. **TransInformação**, v. 35, e220019, 2023. DOI: 10.1590/2318-0889202335e220019.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/08/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol:
DOI:
Pages: 1-36

COMINO, S.; MANENTI, F. M. Patent portfolios and firms' technological choices. **Journal of Economics**, v. 137, p. 97-120, 2022. DOI: 10.1007/s00712-022-00783-x.

HEGDE, D.; HERKENHOFF, K.; ZHU, C. Patent publication and innovation. **Journal of Political Economy**, v. 131, n. 7, p. 1845-1903, 2023. DOI: 10.1086/723636.

HUANG, K. G.-L.; HUANG, C.; SHEN, H.; MAO, H. Assessing the value of China's patented inventions. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 170, art. 120868, 2021. DOI: 10.1016/j.techfore.2021.120868.

KARATAŞ, A. R.; KAZAK, H.; AKCAN, A. T.; AKKAŞ, E.; ARIK, M. A bibliometric mapping analysis of the literature on patent analysis. **World Patent Information**, v. 77, art. 102266, 2024. DOI: 10.1016/j.wpi.2024.102266.

KRISHNA, V.; JAIN, S. K. Patent-based indicators for predicting patent commercialization: a study of the diffusion of pharmaceutical innovations. **The Journal of Technology Transfer**, v. 50, p. 114-137, 2025. DOI: 10.1007/s10961-024-10087-5.

LAGES, V. P.; GONÇALVES, R.; MEDEIROS, F.; BISATTO, R.; ROSSI, A. L.; BARRETO JUNIOR, A. G. Effect of scale inhibitors on the nucleation and crystallization of calcium carbonate. **Minerals**, v. 15, n. 9, art. 947, 2025. DOI: 10.3390/min15090947.

LERNER, J.; SERU, A. The use and misuse of patent data: issues for finance and beyond. **The Review of Financial Studies**, v. 35, n. 6, p. 2667-2704, 2022. DOI: 10.1093/rfs/hhab084.

LIN, J.; WU, H.-M.; WU, H. Could government lead the way? Evaluation of China’s patent subsidy policy on patent quality. **China Economic Review**, v. 69, art. 101663, 2021. DOI: 10.1016/j.chieco.2021.101663.

MARCHESINI, G.; VALENTINI, G. When creation and capture diverge: why breakthrough inventions do not break through alike. **Strategic Management Journal**, v. 47, n. 8, p. 2177-2207, 2026. DOI: 10.1002/smj.70086.

MARTTIN, E.; DERRIEN, A.-C. How to apply examiner search strategies in Espacenet: a case study. **World Patent Information**, v. 54, p. S33-S43, 2018. DOI: 10.1016/j.wpi.2017.06.001.

OBRIMAH, O. A. Measuring innovativeness: a ranking of the ordinal utility from consumption is more robust than either of 'outcomes of commercialization' or patent counts. **Economic Analysis and Policy**, v. 81, p. 603-616, 2024. DOI: 10.1016/j.eap.2023.12.024.

POEGE, F.; HARHOFF, D.; GAESSLER, F.; BARUFFALDI, S. Science quality and the value of inventions. **Science Advances**, v. 5, n. 12, eaay7323, 2019. DOI: 10.1126/sciadv.aay7323.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/08/2026 - **Accepted:** 31/08/2026
Vol:
DOI:
Pages: 1-36

PONTA, L.; PULIGA, G.; MANZINI, R. A measure of innovation performance: the Innovation Patent Index. **Management Decision**, v. 59, n. 13, p. 73-98, 2021. DOI: 10.1108/MD-05-2020-0545.

QI, S.; ZHANG, Y.; GU, H.; ZHU, F.; GAO, M.; LIANG, H.; ZHANG, Q.; GAO, Y. Machine learning and statistical models for analyzing multilevel patent data. **Scientific Reports**, v. 13, art. 12783, 2023. DOI: 10.1038/s41598-023-37922-3.

ROLF, J.; CAO, T.; HUANG, X.; BOO, C.; LI, Q.; ELIMELECH, M. Inorganic scaling in membrane desalination: models, mechanisms, and characterization methods. **Environmental Science & Technology**, v. 56, n. 12, p. 7484-7511, 2022. DOI: 10.1021/acs.est.2c01858.

SCHMITT, V. J. Disentangling patent quality: using a large language model for a systematic literature review. **Scientometrics**, v. 130, p. 267-311, 2025. DOI: 10.1007/s11192-024-05206-w.

SRIVASTAVA, M.; JAIN, K. Application of patent analysis in technology management: a scoping review. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 71, p. 14897-14914, 2024. DOI: 10.1109/TEM.2024.3470776.

SVENSSON, R. Patent value indicators and technological innovation. **Empirical Economics**, v. 62, p. 1715-1742, 2022. DOI: 10.1007/s00181-021-02082-8.

VAN ECK, N. J.; WALTMAN, L. **VOSviewer Manual**: version 1.6.20. Leiden: CWTS, Leiden University, 2023.

WANG, Y.; PEI, L.; SUN, J.; KANG, L. Trace on both sides: a two-step text mining method to identify academic inventors' patent-paper pairs. **Scientometrics**, v. 130, p. 833-860, 2025. DOI: 10.1007/s11192-024-05207-9.

YALCIN, H.; DAIM, T. Mining research and invention activity for innovation trends: case of blockchain technology. **Scientometrics**, v. 126, n. 5, p. 3775-3806, 2021. DOI: 10.1007/s11192-021-03876-4.

YAN, Y.; WANG, J.; QIAO, S. Effects of industrial policy on firms' innovation outputs: evidence from China. **SAGE Open**, v. 12, n. 3, p. 1-21, 2022. DOI: 10.1177/21582440221122988.

YUAN, X.; WU, Y.; LIN, M.; YUAN, X. Impact of China’s drug innovation policy on patent quantity and quality: evidence from a representative chemical pharmaceutical enterprise. **Pharmacoeconomics and Policy**, v. 1, p. 165-181, 2025. DOI: 10.1016/j.pharp.2025.11.001.

ZHOU, L.; CHEN, Y.; PENG, H.; KOCH, T. Is innovation slowing down? Insights from the AIMS framework of patent values. **Expert Systems with Applications**, v. 280, art. 127355, 2025. DOI: 10.1016/j.eswa.2025.127355.

CC BY