Revista Econômica do Nordeste
ISSN eletrônica (on line) 2357-9226

Suplemento Especial
Minerais no Nordeste | Out/Dez de 2026

REGISTROS DE AGROMINERAIS NO NORDESTE: LACUNAS CADASTRAIS E PRIORIDADES PARA PESQUISA REGIONAL

Agricultural mineral records in Northeast Brazil: information gaps and priorities for regional research

Dennis Oliveira Galdino[1]
William de Paiva[2]
Eder de Souza Martins[3]

1 Matemático e tecnólogo em Construção de Edifícios. Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental e Doutorando em Engenharia Ambiental. Professor do Departamento de Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Patos. Endereço institucional: Acesso à Rodovia PB-110, s/n, bairro Alto Tubiba, Patos, Paraíba, Brasil. *dennis.galdino@ifpb.edu.br*

2 Engenheiro Civil e Matemático. Doutor em Engenharia Civil. Professor do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba. Endereço institucional: Rua Baraúnas, 351, bairro Universitário, Campina Grande, Paraíba, Brasil. *w.paiva@servidor.uepb.edu.br*

3 Graduado em Geologia e Doutor em Geologia. Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, unidade Embrapa Cerrados. Endereço institucional: Rodovia BR-020, km 18, Caixa Postal 08223, Planaltina, Distrito Federal, Brasil. *eder.martins@embrapa.br*

Contribuição dos Autores

Dennis Oliveira Galdino: Conceitualização; metodologia; investigação; curadoria de dados; análise formal; software; validação; visualização; administração do projeto; redação — elaboração do rascunho original; redação — revisão e edição.

William de Paiva: Supervisão.

Eder de Souza Martins: Redação — revisão e edição.

Resumo: O planejamento de pesquisas sobre agrominerais requer distinguir registros minerais de materiais com aptidão agrícola demonstrada. Este estudo analisa o cadastro público do Serviço Geológico do Brasil (SGB) nos nove estados do Nordeste, articulando qualidade documental, agricultura e comércio de fertilizantes. Foram examinados 15.875 registros pontuais do módulo de Recursos Minerais (RECMIN) do SGB, selecionados 146 da classe "Insumos para agricultura" e testada a sensibilidade do filtro por termos associados. A busca adicional identificou 1.845 registros externos ao recorte principal, sem demonstrar aptidão agrícola. A classificação documental separou 117 registros sem informação sobre a rocha, 18 com documentação de origem incompleta, um com campos básicos preenchidos e posição por carta/mapa e dez com esses campos e GPS informado. As importações do Capítulo 31 (Adubos — fertilizantes) atribuídas às unidades federativas nordestinas somaram US$ 2,48 bilhões em 2024 e US$ 2,65 bilhões em 2025, sem representar consumo final regional. Áreas de milho, soja, cana-de-açúcar e algodão contextualizaram a atividade agrícola. A contribuição consiste em identificar vieses de seleção e necessidades de informação para orientar verificações, ensaios e avaliação econômica. O aproveitamento regional depende de caracterização, segurança, desempenho, situação jurídica e custos, não da contagem de ocorrências.

Palavras-chave: fertilizantes, planejamento territorial, dependência externa, qualidade da informação.

Abstract: Regional research planning for agricultural minerals requires distinguishing mineral records from materials with demonstrated agricultural suitability. This study examines the Geological Survey of Brazil registry in the nine states of Northeast Brazil, integrating documentary quality, agriculture and fertilizer trade. We examined 15,875 point records from the Mineral Resources module (RECMIN), selected 146 classified as "Inputs for agriculture" and tested filter sensitivity using related terms. The additional search identified 1,845 records

Este manuscrito é aberto (*Open access*) e está disponível gratuitamente sob a licença *Creative Commons Attribution 4.0*. Esta permite o uso, a distribuição e a reprodução em qualquer meio ou formato, desde que a sua autoria seja devidamente citada.

Recebido em: 00/00/2026
Aceito em: 00/00/2026

outside the main subset without establishing agricultural suitability. Documentary profiles separated 117 records lacking occurrence-rock information, 18 with incomplete source documentation, one with basic fields completed and map-based positioning, and ten with these fields and reported Global Positioning System (GPS) positioning. Chapter 31 (Fertilizers) imports attributed to Northeastern states totalled US$2.48 billion in 2024 and US$2.65 billion in 2025; these values do not represent final regional consumption. Planted areas of maize, soybean, sugarcane and cotton provided agricultural context. The contribution is to identify selection biases and information requirements for verification, trials and economic assessment. Regional use depends on material characterisation, safety, performance, legal status and costs rather than occurrence counts.

Keywords: fertilizers, territorial planning, import dependence, information quality.

1 INTRODUÇÃO

Agrominerais são matérias-primas minerais de interesse para o manejo da fertilidade do solo. Incluem fontes fosfatadas, materiais carbonáticos empregados em corretivos e rochas silicáticas que podem originar remineralizadores. Sua importância para o Nordeste decorre da possibilidade de desenvolver cadeias regionais de insumos, desde que a composição, o desempenho, a segurança e os custos sejam demonstrados. Esses materiais desempenham funções distintas: a existência de uma ocorrência não assegura um produto utilizável nem substituição equivalente de fertilizantes.

A dependência externa atribui relevância econômica à pesquisa. O Plano Nacional de Fertilizantes divulgado em 2022 adotou como referência uma dependência estimada de 85%, percentual que não constitui medição de 2026 (Brasil, 2022). Consultas oficiais realizadas neste estudo indicaram importações do Capítulo 31 (Adubos — fertilizantes) atribuídas às unidades federativas nordestinas de US$ 2,48 bilhões em 2024. Esse valor dimensiona operações comerciais, não consumo local ou demanda insatisfeita. A agricultura de grãos e fibras nos Cerrados de Bahia, Piauí e Maranhão e a produção canavieira justificam investigar alternativas adequadas a diferentes sistemas produtivos.

Os mapas prospectivos de unidades geológicas já orientam pesquisas de materiais silicáticos (Magalhães *et al*., 2024). Permanece a questão de como transformar registros pontuais heterogêneos em necessidades verificáveis de informação para o planejamento regional. Este estudo acrescenta uma análise de sensibilidade do filtro cadastral e perfis documentais ligados a ações de pesquisa, articulados com dados econômicos e agrícolas. O objetivo é analisar a distribuição, a seleção e a qualidade documental dos registros de interesse agrícola do módulo de Recursos Minerais (RECMIN), integrante do GeoSGB e mantido pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB), nos nove estados do Nordeste e estabelecer prioridades de obtenção de evidências para sua avaliação produtiva regional.

2 METODOLOGIA

2.1 Recorte territorial, fontes e unidade de análise

O recorte abrange Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia. Adotou-se a feição pontual — objeto geográfico representado por um ponto e associado aos atributos de uma ocorrência mineral — do cadastro de

ocorrências minerais do GeoSGB, mantido pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB), como unidade observacional. A camada consultada foi “Ocorrências minerais”, camada 0, do módulo de Recursos Minerais (RECMIN). As respostas obtidas em 5 de outubro de 2026 foram preservadas por unidade da federação (UF), com identificadores OBJECTID e ID_OCORRENCIA, atributos e geometria solicitada em longitude/latitude no sistema WGS 84, código EPSG:4326 (SGB, 2026).

As consultas UF='sigla' retornaram 15.875 feições. Conferiram-se a contagem indicada pelo serviço, a inexistência de limitação de transferência nas respostas e a unicidade de OBJECTID. Foram preservados requisições, data de captura e resumos criptográficos SHA-256, que permitem verificar a integridade dos arquivos. As contagens descrevem o instantâneo consultado; diferenças entre UFs podem decorrer da geologia, da história dos levantamentos e das práticas de classificação. Registros separados por identificador não foram fundidos como se representassem jazidas independentes ou uma única operação de mineração.

2.2 Seleção principal, busca textual e sensibilidade

A seleção principal manteve as feições cujo campo CLASSES_UTILITARIAS contém a expressão literal “Insumos para agricultura”. Foram identificadas 146 feições, todas com essa classe como valor integral. Uma segunda seleção converteu o texto para minúsculas, retirou acentos e normalizou espaços: os mesmos 146 identificadores foram recuperados. Neste instantâneo, diferenças de grafia ou múltiplas classes não alteraram o conjunto; isso não assegura estabilidade em versões futuras. A expressão de consulta e as regras textuais estão no Apêndice A.

Na análise das substâncias do recorte principal, aplicou-se normalização Unicode NFKD, retirada de diacríticos e comparação por substring, e não por palavra completa. “fosfor” identifica menções a fósforo; o grupo carbonático reúne “calcario”, “calcita”, “dolomito”, “marmore” e “magnesita”. Também se buscaram “vermiculita”, “potassio”, “uranio” e “asbesto”. As marcações não são mutuamente exclusivas e descrevem nomes cadastrados, não teores, composição mineralógica determinada ou disponibilidade às plantas.

Para testar a limitação da classe utilitária, pesquisou-se o universo de 15.875 feições nos campos CLASSES_UTILITARIAS, SUBSTANCIAS e ROCHAS, após a mesma normalização. Utilizaram-se “fosfor” ou “fosfat”, “calcario”, “potass”, “vermiculit” e “remineraliz”. Para cada grupo, contaram-se registros no universo, no recorte principal e fora dele; a união foi deduplicada por OBJECTID. Os resultados adicionais permaneceram separados: uma menção a calcário, por exemplo, pode representar uso industrial ou construção civil. O teste examina sensibilidade textual, não estabelece um inventário exaustivo de materiais silicáticos ou aptidão agrícola.

2.3 Qualidade documental e verificação espacial

Foram analisados UF, município, topônimo, substâncias, importância, situação econômica, rochas, rochas hospedeiras, descrição, projeto e método de geoposicionamento. Considerou-se preenchido um campo não nulo e com conteúdo após a retirada de espaços. Campo vazio indica ausência de informação nessa extração, não inexistência de caracterização em relatórios externos. A indicação do sistema global de posicionamento

(GPS) foi identificada pelo prefixo “GPS ” no método registrado; essa indicação não fornece erro posicional individual.

Os 146 registros foram classificados em quatro perfis documentais mutuamente exclusivos. D1 reúne ausência de ROCHAS; D2 exige ROCHAS preenchido, mas ausência de DESCRICAO ou PROJETO; D3 exige esses três campos preenchidos e método diferente de GPS; D4 reúne esses campos preenchidos e GPS informado. A ordem das condições evita dupla contagem e associa cada perfil a uma necessidade inicial de investigação. São categorias de informação, não níveis validados de potencial mineral, segurança ou viabilidade. Todos os materiais ainda dependem de verificação de origem, amostragem e ensaios específicos.

A verificação territorial utilizou a malha original de UFs do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), edição 2024, em SIRGAS 2000, código EPSG:4674, substituindo os contornos simplificados da versão anterior. Transformaram-se as geometrias oficiais de EPSG:4326 para EPSG:4674, com ordem longitude/latitude, e aplicou-se a operação covers: o polígono da UF deve conter o ponto ou sua fronteira. Não se aplicou buffer nem tolerância angular. Caso houvesse ponto exterior, sua distância ao limite seria registrada em metros na projeção SIRGAS 2000/Brasil Policônica, EPSG:5880. O procedimento controla coerência estadual, não a precisão de afloramentos ou a coincidência municipal. O mapa usa grade geográfica e escala geodésica local aproximada (IBGE, 2025).

2.4 Comércio exterior e contexto agrícola

As importações foram obtidas no módulo Dados Gerais da API Comex Stat, do Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC), em 8 de outubro de 2026. Selecionaram-se todos os códigos da Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM) pertencentes ao Capítulo 31, “Adubos (fertilizantes)”, nos anos completos de 2024 e 2025. Utilizaram-se detalhamento por UF e NCM, peso líquido e valores de mercadoria, frete e seguro em dólares correntes. O termo volume físico é empregado na acepção comercial de quantidade importada, expressa em toneladas de massa líquida, e não em metros cúbicos. Esse recorte aduaneiro não inclui todos os corretivos ou remineralizadores, classificados também fora do Capítulo 31, nem equivale a uma série homogênea de nutrientes.

O valor CIF (Cost, Insurance and Freight), que inclui mercadoria, frete e seguro, foi conferido linha a linha pela soma das três parcelas. Para cada ano, uma consulta nacional independente, sem detalhamento, validou o total das agregações por UF e NCM. A participação das nove UFs no valor nacional foi calculada como 100 vezes a razão entre os dois totais CIF. Quilogramas foram divididos por mil para expressar toneladas de produto, sem conversão para N, P_2O_5 ou K_2O. Os valores são nominais, não deflacionados e não incluem custos internos até a fazenda (Brasil, 2026a).

A interpretação territorial segue a pergunta frequente do MDIC atualizada em 2024, que define a UF do produto, nas importações do módulo Dados Gerais, pelo domicílio fiscal da empresa importadora, independentemente do destino interno. Essa orientação difere da descrição de destino no manual mais antigo do sistema. Por essa razão, adotou-se “importações atribuídas às UFs” e não consumo estadual, demanda ou dependência regional medida. A ausência de linhas para uma UF representa zero operação no recorte consultado, não ausência de aquisição por produtores dessa UF (Brasil, 2024).

O contexto agrícola utilizou área plantada de milho em grão, soja em grão, cana-de-açúcar e algodão herbáceo em caroço, em 2024, na Produção Agrícola Municipal (PAM). A tabela 1612 do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA), variável 109, categorias 2711, 2713, 2696 e 2689, forneceu 36 observações: quatro culturas em nove UFs (IBGE, 2026). O símbolo "–" significa zero absoluto, conforme a legenda SIDRA, e foi convertido em zero, preservando-se o valor original na planilha. Escolheu-se 2024 como referência comum às estatísticas produtivas da Agência Nacional de Mineração (ANM); 2025 foi incluído para atualizar o contexto comercial. As áreas são apresentadas separadamente, sem soma como território físico exclusivo. A seleção de milho, soja e algodão representa sistemas de grãos e fibras do Cerrado; a cana amplia a discussão para outros sistemas agrícolas regionais (Embrapa, 2026).

2.5 Integração das evidências

A análise é descritiva e documental. Não foram estimadas correlações entre contagens minerais e áreas plantadas, porque fontes, datas, unidades e mecanismos de seleção são diferentes. Informações oficiais da ANM e documentos de empreendimentos foram utilizados para contextualizar cadeias produtivas e conferir se a descrição cadastral permite inferir situação econômica atual. A coincidência de município ou topônimo não foi considerada prova de identidade entre feição, processo minerário, frente de lavra, amostra ou produto.

Resultados experimentais externos ao cadastro somente podem ser associados às ocorrências mediante identificação comprovada do local de coleta, da amostra e do lote ensaiado. A ausência desse vínculo impede transferir respostas de crescimento vegetal ou liberação de nutrientes para as feições analisadas. Por isso, os ensaios do grupo com milho não integram esta análise. Uma integração futura deve registrar os códigos das amostras, sua caracterização e os protocolos experimentais.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Escala econômica das importações de fertilizantes

O total CIF do Capítulo 31 atribuído às nove UFs alcançou US$ 2.477.326.523 em 2024 e US$ 2.645.143.344 em 2025. Os totais nacionais correspondentes foram US$ 14.998.580.442 e US$ 16.725.914.391; a participação das UFs nordestinas foi, respectivamente, 16,52% e 15,81%. O volume físico importado atribuído à região passou de 7,52 para 7,58 milhões de toneladas de produtos. O valor cresceu 6,77%, enquanto o volume físico aumentou 0,90%. Essa diferença pode refletir preços e composição da pauta, mas duas agregações anuais não identificam suas causas (Tabela 1).

Tabela 1 – Importações do Capítulo 31 atribuídas às UFs nordestinas

UF	CIF 2024 (US$ milhões)	CIF 2025 (US$ milhões)	Volume físico 2024 (mil t)	Volume físico 2025 (mil t)
MA	1.235,74	1.293,09	3.879,0	3.810,9
PI	5,66	8,51	20,9	29,6
CE	43,09	60,13	100,5	127,7

UF	CIF 2024 (US$ milhões)	CIF 2025 (US$ milhões)	Volume físico 2024 (mil t)	Volume físico 2025 (mil t)
RN	0,82	1,13	1,4	1,3
PB	0,00	0,00	0,0	0,0
PE	82,82	90,77	278,1	256,5
AL	52,89	68,20	168,7	201,1
SE	98,55	61,91	258,2	172,5
BA	957,76	1.061,40	2.808,7	2.983,4
Total	**2.477,33**	**2.645,14**	**7.515,5**	**7.583,1**

Fonte: Comex Stat/MDIC (Brasil, 2026a), consultas de 8 out. 2026. Notas: valores nominais; volume físico expresso em toneladas de produtos, não de nutrientes nem em metros cúbicos; UF estatística não representa consumo final. PB sem linhas no recorte anual. Arredondamentos podem gerar diferenças nas somas exibidas.

Maranhão e Bahia concentraram os maiores valores nas duas consultas, ao passo que a Paraíba não apresentou linhas no recorte. A distribuição reflete operações atribuídas a importadores, não a localização de todas as lavouras atendidas. Estoques, processamento e circulação interestadual impedem tratar esses valores como despesa final de produtores ou como déficit de oferta regional. O valor CIF de 2024 incluiu US$ 249,23 milhões de frete internacional; esse montante evidencia uma parcela logística das operações, mas não estima a economia obtida pela produção local, que também exige transporte e beneficiamento.

A composição da pauta limita o argumento de substituição. Em 2024, as posições 3102 (nitrogenados), 3103 (fosfatados), 3104 (potássicos) e 3105 (outros adubos, incluindo formulações) responderam por diferentes segmentos do valor regional; os valores completos estão na planilha. Uma oportunidade para fontes de K, Ca ou Mg não permite aplicar o valor de todo o Capítulo 31 como mercado substituível por pós de rocha. Rochas silicáticas não são substitutos gerais de fertilizantes nitrogenados. Para estimar substituição parcial, é necessário delimitar nutriente, produto, efeito, dose e horizonte de liberação.

A relevância estratégica está na exposição comercial e na possibilidade de diversificar fontes adequadas, não em uma demanda insatisfeita demonstrada. O Plano Nacional de Fertilizantes organiza essa preocupação como política de longo prazo (Brasil, 2022). Vos *et al.* (2025) mostram que o choque global de 2021–2022 afetou preços e rentabilidade de forma heterogênea. Esses mecanismos justificam investigar alternativas regionais; os dados deste artigo não medem o efeito desses choques na margem de cada cultura nordestina.

3.2 Sistemas agrícolas e interpretação territorial

As áreas plantadas de 2024 somaram, separadamente, 2.753.162 ha de milho, 4.361.450 ha de soja, 911.660 ha de cana-de-açúcar e 399.559 ha de algodão herbáceo (Tabela 2). As quatro culturas foram escolhidas por representarem sistemas produtivos com necessidades de manejo da fertilidade e diferentes configurações territoriais, não como amostra de toda a agricultura regional. O milho inclui condições produtivas mais heterogêneas do que o recorte de soja e algodão.

Tabela 2 – Área plantada de quatro culturas nas UFs nordestinas, 2024 (ha)

UF	Milho em grão	Soja em grão	Cana-de-açúcar	Algodão herbáceo
MA	496.073	1.302.915	46.022	32.637
PI	442.105	1.080.496	18.010	23.924
CE	572.432	3.546	8.838	2.379
RN	70.955	100	64.678	956
PB	106.853	0	110.981	726
PE	184.168	0	262.084	167
AL	52.459	5.054	274.550	33
SE	178.893	0	51.477	0
BA	649.224	1.969.339	75.020	338.737
Total	**2.753.162**	**4.361.450**	**911.660**	**399.559**

Fonte: IBGE (2026), PAM/SIDRA, tabela 1612, variável 109. Notas: algodão em caroço; símbolo "–" de soja em PB, PE e SE e algodão em SE convertido em zero absoluto, preservado no banco. Não somar culturas como área física exclusiva.

Bahia, Maranhão e Piauí reuniram 99,80% da área de soja e 98,93% da área de algodão contabilizada nas nove UFs. A concentração é consistente com a importância dos Cerrados do Oeste baiano e das porções agrícolas de Maranhão e Piauí no território do Matopiba, que também inclui Tocantins e não é sinônimo de todo o Nordeste (Embrapa, 2026). As áreas estaduais não localizam cada talhão nem demonstram acesso a materiais minerais. Na cana, Pernambuco e Alagoas apresentaram áreas expressivas, compondo um contexto produtivo diferente do dos grãos e fibras. O planejamento deve reconhecer essa diversidade em vez de propor um único insumo ou protocolo para a região.

A conexão com a pesquisa mineral é uma questão verificável: quais materiais caracterizados podem atender determinada necessidade agronômica, em qual horizonte e a que custo posto no local de aplicação? Dados de lavouras orientam a seleção de sistemas para ensaio, enquanto registros minerais orientam a busca de fontes e documentos. A articulação exige análises de solo, estradas, distâncias, disponibilidade comercial e doses. Não se multiplicaram hectares por uma dose genérica de pó para criar uma demanda artificial, nem se usou proximidade visual do mapa como evidência de viabilidade logística.

3.3 Distribuição cadastral e efeito do filtro

A classe principal reuniu 146 registros, com concentração cadastral na Bahia (70) e no Piauí (30). O Rio Grande do Norte apresentou 3.156 feições no universo, mas nenhuma na classe aplicada (Tabela 3). Esse resultado é informativo sobre a classificação do cadastro e não indica inexistência de materiais de interesse agrícola no estado. A transformação de textos para minúsculas sem acentos preservou integralmente os identificadores da seleção literal.

Tabela 3 – Registros RECMIN por UF e seleção principal

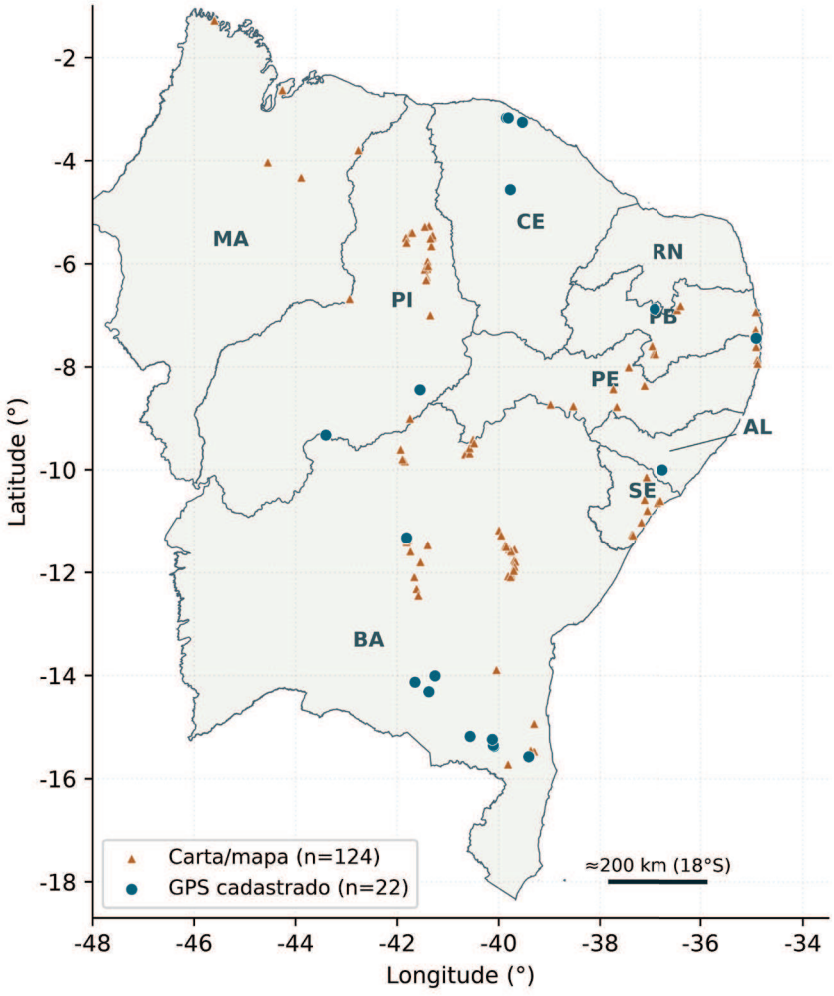
UF	Universo (n)	Classe principal (n)	GPS no principal (n)
MA	969	7	0
PI	681	30	1
CE	1.697	5	5
RN	3.156	0	0
PB	1.969	15	3

UF	Universo (n)	Classe principal (n)	GPS no principal (n)
PE	1.349	10	0
AL	353	1	1
SE	210	8	0
BA	5.491	70	12
Total	**15.875**	**146**	**22**

Fonte: SGB (2026), instantâneo de 5 out. 2026. Nota: zero na classe não indica ausência física de materiais. As contagens são de feições, não jazidas independentes.

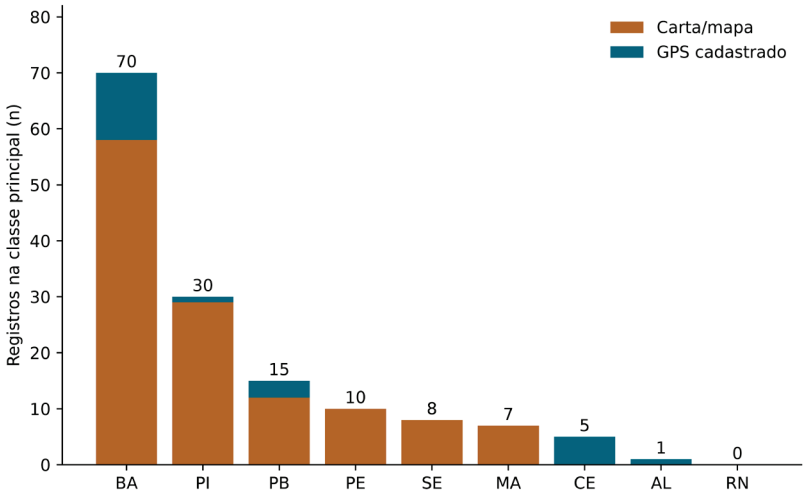
As 146 geometrias foram contidas pelos limites de suas UFs na malha original IBGE 2024, sem tolerância. A Figura 1 apresenta localizações e métodos registrados; a Figura 2 destaca a distribuição estadual. Vinte e dois registros informavam GPS e 124 indicavam carta/mapa. A conferência estadual não transforma a precisão desigual em uma mesma exatidão de campo. Símbolos coincidentes ou próximos podem se sobrepor no mapa; os identificadores, coordenadas e métodos permanecem individualizados no banco.

Figura 1 – Feições RECMIN da classe principal e método de posicionamento



Fonte: SGB (2026); malha original IBGE 2024 (IBGE, 2025). Nota: pontos podem se sobrepor; GPS é informação cadastral, não precisão medida. Escala geodésica aproximada à latitude indicada.

Figura 2 – Registros da classe principal por UF e método cadastrado



Fonte: SGB (2026). Nota: contagem de registros, não abundância mineral ou recursos disponíveis.

A busca de sensibilidade recuperou 124 registros com termos fosfatados, 1.721 com calcário, cinco com potássio e 129 com vermiculita; "remineraliz" não apareceu nos três campos pesquisados (Tabela 4). A união deduplicada dessas buscas reuniu 1.968 feições, das quais 123 estavam no conjunto principal e 1.845 fora dele. Considerando o principal e a busca adicional, o universo documental para consultas posteriores totaliza 1.991 identificadores distintos. Esse total não é uma estimativa de jazidas de agrominerais.

Tabela 4 – Sensibilidade textual do filtro no universo RECMIN

Grupo de busca	Universo (n)	No principal (n)	Fora do principal (n)
Fosfatados	124	103	21
Calcário	1721	15	1706
Potássio	5	5	0
Vermiculita	129	11	118
Remineralizador	0	0	0
União sem duplicações	1968	123	1845

Fonte: elaboração a partir de SGB (2026). Notas: substring em CLASSES_UTILITARIAS, SUBSTANCIAS e ROCHAS normalizados; regras no Apêndice A. Grupos se sobrepõem; apenas a união é deduplicada. Resultados não demonstram aptidão agrícola.

Os 1.706 registros adicionais com calcário tornam visível o efeito de uma classificação orientada por uso. Muitos podem corresponder a outras cadeias minerais; não se demonstrou sua conformidade como corretivos agrícolas. No Rio Grande do Norte, a busca adicional recuperou 283 registros fora da classe principal, mostrando por que um zero cadastral não deve sustentar conclusões de escassez geológica. Por outro lado, a ausência de "remineraliz" não indica ausência de produtos registrados no estado: a camada é de ocorrências minerais e não o cadastro de produtos do órgão agrícola.

A sensibilidade não resolve todas as omissões. Rochas silicáticas com interesse potencial podem aparecer por nomes como basalto, diabásio, fonolito ou xisto e não

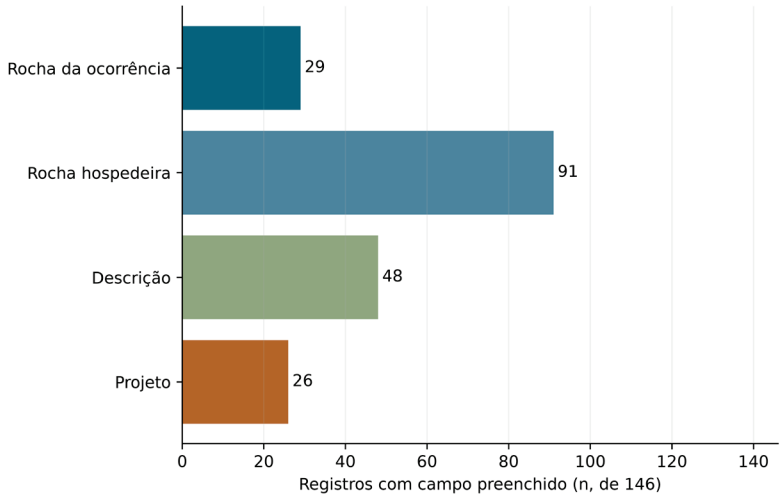
conter os termos selecionados. O teste explicita a fragilidade do filtro, mas não substitui uma classificação prospectiva por litotipos. Magalhães *et al.* (2024) trabalharam com unidades geológicas e 520 designações de rochas, unidade de análise diferente da feição pontual. A contribuição aqui é tornar mensurável o efeito de seleção no cadastro e manter rastreável o caminho entre cada identificador e a informação que falta.

3.4 Completude documental e necessidades de investigação

Fósforo foi mencionado em 103 registros; o grupo carbonático, em 35; vermiculita, em 11; e potássio, em cinco. As categorias se sobrepõem. O conjunto abrange matérias-primas com funções diferentes, não apenas remineralizadores silicáticos. Ocorrências fosfatadas podem interessar à cadeia de fertilizantes; carbonatos podem interessar a corretivos; materiais silicáticos exigem avaliação própria de mineralogia e reatividade. A nomenclatura de uma substância não estabelece o produto final nem o enquadramento regulatório.

O campo ROCHAS estava preenchido em 29 registros, ROCHAS_HOSPEDEIRAS em 91, DESCRICAO em 48 e PROJETO em 26 (Figura 3). Rocha hospedeira pode contextualizar a mineralização, mas não identifica necessariamente o lote que seria beneficiado e aplicado. A falta de ROCHAS em 117 registros, equivalente a 80,14% do principal, evidencia uma necessidade documental anterior à interpretação agronômica. A pesquisa não converteu descrições genéricas em faixas químicas estimadas.

Figura 3 – Completude dos campos no conjunto principal de 146 registros



Fonte: SGB (2026). Nota: preenchimento de campo não equivale a amostra, ensaio ou validação do material.

A classificação documental transformou essas lacunas em quatro conjuntos de trabalho: D1 reuniu 117 registros; D2, 18; D3, um; e D4, dez (Tabela 5). Mesmo no último perfil, os campos preenchidos não comprovam coleta recente, amostra representativa ou composição adequada. O resultado indica qual informação inicial recuperar, permitindo dimensionar uma agenda de verificação sem atribuir pontuações arbitrárias de aptidão.

Tabela 5 – Perfis documentais e necessidade inicial de investigação

Perfil	Registros (n)	Regra documental	Ação inicial
D1	117	Sem ROCHAS	Recuperar a descrição do material e a fonte original.
D2	18	Com ROCHAS; sem DESCRICAO ou PROJETO	Completar identificação documental e origem.
D3	1	Três campos preenchidos; sem GPS	Conferir posição em campo e registrar método.
D4	10	Três campos preenchidos e GPS	Verificar documentos e planejar amostragem rastreável.

Fonte: elaboração a partir de SGB (2026). Notas: classificação sequencial e exclusiva; três campos = ROCHAS, DESCRICAO e PROJETO. As ações não dispensam etapas posteriores nem constituem ranking de aptidão.

As dez feições D4 distribuíram-se entre Bahia (seis), Ceará (três) e Piauí (uma). No Maranhão, sete registros tinham informação em ROCHAS, mas integravam D2 por lacunas em descrição ou projeto. Na Paraíba, as 15 feições estavam em D1. Esses padrões orientam tarefas de recuperação documental e conferência, não um ranking de investimentos entre UFs. Uma ausência no campo consultado pode ser suprida por relatório técnico existente; verificar isso é uma ação de pesquisa, não motivo para descartar uma área.

Onze registros mencionaram urânio e um mencionou asbesto. São sinais para investigação especializada, não resultados de concentração ou de risco calculado. A verificação de segurança deve incluir constituintes relevantes para cada material, sua forma mineralógica e exposição no beneficiamento e uso. A Instrução Normativa nº 5/2016 estabelece critérios específicos para remineralizadores; não se deve estendê-los automaticamente a todo agromineral ou confundir matéria-prima com produto agrícola regularizado (Brasil, 2013; Brasil, 2016).

3.5 Aproveitamento mineral e situação econômica documentada

O Sumário Mineral 2025 da Agência Nacional de Mineração informa produção brasileira de 7.004.459 t de concentrado de fosfato em 2024. Para potássio, a Tabela 2 registra 398.537 t de K_2O contido, com Sergipe como estado produtor do concentrado e operação em Rosário do Catete pela Mosaic. O mesmo documento distingue a produção nacional de 349.245 t de rochas potássicas para rochagem/remineralizadores, sem atribuí-la integralmente ao Nordeste. Esses produtos e unidades não foram somados nem comparados diretamente às toneladas de fertilizantes do Comex (ANM, 2025a, p. 35, 65).

A dimensão econômica também possui conceitos específicos. No quarto trimestre de 2024, a ANM registrou valores nacionais de operação associados às declarações da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM) de R$ 1.052.141.025 para fosfato e R$ 130.396.704 para potássio. São valores trimestrais de operação, não valor anual da produção nordestina, arrecadação de CFEM ou investimento em pesquisa. A separação dessas métricas evita converter um número nacional de comercialização em benefício econômico de uma ocorrência local (ANM, 2025b, Tabela 2).

Quadro 1 – Casos regionais e limites da ligação entre cadastro e empreendimento

Caso	Evidência e situação temporal	Controle por OBJECTID / ID_OCORRENCIA
Taquari-Vassouras, SE	ANM: operação em Rosário do Catete; produção de K documentada para 2024.	104375 / 33869: topônimo Taquari-Vassouras/ Santa Rosa de Lima, município Siriri, status "Mina". Não vincula automaticamente as duas áreas à operação.
Irecê, BA	ANM: nova fase da unidade de fosfato com Licença de Instalação. Não usar capacidade prevista como produção.	Caso externo de contextualização. Não foi estabelecida correspondência de processo com as feições selecionadas.
Santa Quitéria/ Itataia, CE	ANM 2025 e ANSN 2026: projeto fosfato–urânio em licenciamento.	125675 / 56926 e 125676 / 56927: Fazenda Itataia, status "Mina". O rótulo não comprova operação atual.
Angico dos Dias, BA	Cadastro RECMIN: Campo Alegre de Lourdes, registros com diferentes status; situação atual não verificada por processo.	113199 / 17026: "Não explotado"; 123310 / 65480, 123315 / 65485 e 123316 / 65486: "Mina". Não somar como quatro minas.

Fonte: SGB (2026); ANM (2025a, p. 38, 65, 67); ANSN (2026). Nota: topônimos e status são transcrições cadastrais; não foi confirmada identidade jurídica entre ocorrência, operação e título ativo.

Taquari-Vassouras representa uma cadeia de potássio já produtiva documentada para 2024; a produção de fosfato e seus projetos têm exemplos na Bahia e no Ceará. O Sumário registra nova fase da unidade de Irecê com Licença de Instalação, enquanto Santa Quitéria é apresentado em licenciamento. A Autoridade Nacional de Segurança Nuclear ainda documentava adequações de licenciamento em fevereiro de 2026 (ANM, 2025a, p. 38; ANSN, 2026). Esses estágios não são intercambiáveis. Capacidades projetadas não foram usadas como produção realizada, nem foram afirmados títulos minerários ativos por coincidência de município ou substância.

O quadro mostra como a leitura econômica pode divergir da leitura literal de um cadastro geológico. Fazenda Itataia, em Santa Quitéria, consta em duas feições com status "Mina"; a fonte regulatória recente descreve o empreendimento no processo de licenciamento. Angico dos Dias apresenta topônimos relacionados com status "Não explotado" e "Mina" no mesmo município. Já o registro que reúne Taquari-Vassouras/Santa Rosa de Lima informa Siriri, ao passo que a ANM localiza a operação produtiva em Rosário do Catete. Essas diferenças requerem compatibilização temporal, espacial e jurídica; não autorizam fundir identificadores ou atribuir a cada feição um volume produzido.

O Anuário Mineral Brasileiro interativo e as bases de Relatórios Anuais de Lavra, Cadastro Mineiro, Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE) e Declaração de Investimento em Pesquisa Mineral permitem aprofundar esse diagnóstico. Contudo, não foram vinculados números de processos a cada feição, nem validados investimentos ou títulos atuais dessas áreas. Quantificar processos de pesquisa ou lavra sobrepostos requer polígonos, data de consulta, fase jurídica e confirmação documental. O resultado atual identifica a necessidade dessa ligação e mantém distintos a ocorrência SGB, o processo ANM e o produto agrícola regularizado (ANM, 2026).

3.6 Implicações para o planejamento regional de pesquisa

A contribuição para o desenvolvimento regional consiste em articular exposição a importações, diversidade agrícola e requisitos de informação sobre fontes minerais. Os perfis documentais organizam a recuperação de relatórios e a verificação de locais;

as evidências econômicas dimensionam operações comerciais e situam a pesquisa de insumos na agenda regional. Essa articulação não foi utilizada para selecionar automaticamente uma jazida ou quantificar retorno financeiro. Propõe-se uma sequência de quatro etapas com produtos de informação verificáveis (Quadro 2).

Quadro 2 – Sequência de pesquisa e evidências para a decisão regional

Etapa	Produto de informação	Decisão sustentada
1. Identificação	ID, relatório, posição verificada, acesso e situação no Cadastro Mineiro.	Definir fonte e local antes de coletar ou financiar ensaios.
2. Material e segurança	Amostras/lotes rastreáveis; química, mineralogia, granulometria, liberação e constituintes perigosos.	Delimitar produto possível, restrições e protocolo de ensaio.
3. Desempenho agrícola	Solo, cultura, dose, controles, duração, resposta e efeitos adversos.	Comparar função agronômica, não apenas teores totais.
4. Economia e logística	Custos observados, frete até uso, regularidade, oferta, alternativa e horizonte do benefício.	Avaliar complementaridade ou substituição parcial com desempenho e custos demonstrados.

Fonte: elaboração do estudo, articulada à legislação (Brasil, 2013; Brasil, 2016), aos perfis documentais e à literatura citada. Nota: sequência proposta, não avaliação de projetos reais de investimento.

A primeira etapa relaciona o identificador ao relatório, ao local e à situação minerária. Na segunda, a amostragem rastreável deve representar o material destinado ao beneficiamento, inclusive a variabilidade de lotes. A terceira verifica resposta agronômica em solos, culturas, doses e durações definidos. A quarta utiliza esses resultados para comparar custos de extração, beneficiamento, transporte, licenciamento, controle de qualidade e aplicação com alternativas acessíveis ao produtor. Para uma fonte de nutrientes, o denominador econômico relevante é o nutriente efetivamente disponibilizado ou o efeito agronômico demonstrado, e não apenas a tonelada de pó.

A metanálise de Swoboda *et al.* (2026) identifica benefícios de pós de rocha em ensaios brasileiros e apresenta análise econômica conservadora de uma safra, com possibilidade de equilíbrio para materiais e condições examinados. Essa evidência reforça que oportunidades podem ser testadas; não valida os registros deste artigo. A revisão de Swoboda *et al.* (2022) mostra que composição, granulometria, reatividade, solo e duração condicionam os resultados. Levy *et al.* (2024) discutem a necessidade de monitorar impactos ambientais do intemperismo acelerado. Essas evidências orientam desenho experimental e controle de qualidade, não garantias universais de eficácia ou segurança.

A substituição de importações deve ser tratada como hipótese específica e parcial. Para material e produto legalmente aptos, podem-se comparar custo entregue, desempenho, disponibilidade temporal de nutrientes e risco de fornecimento com uma fonte convencional. Esse cálculo requer preços e distâncias de cada cadeia, além de ensaios e oferta comprovada; os dados atuais não fornecem toneladas substituíveis, emprego gerado, economia de divisas ou taxa de retorno. Também são necessários cuidados com água, energia, poeira e licenciamento. A proximidade regional pode favorecer uma alternativa logística, mas só custos observados e resultados agronômicos permitem decidir.

3.7 Limitações e disponibilidade das evidências

O RECMIN não é amostra aleatória nem cadastro de produção ou de produtos agrícolas. Sua distribuição reflete registros produzidos em épocas e projetos distintos; os status econômicos podem estar desatualizados. A sensibilidade abrange termos definidos e não esgota as litologias de interesse. A operação espacial controla apenas compatibilidade com a UF. Ausência de campos não prova inexistência de laudo externo, e coincidência de topônimo não vincula automaticamente amostra, processo ou empreendimento. As áreas da PAM e os valores Comex não medem recomendação de dose, consumo final, procura não atendida ou acessibilidade econômica.

As respostas originais, requisições, identificadores, malha IBGE, indicadores, scripts e planilha por registro foram compilados no material técnico que acompanha a versão para avaliação. A planilha distingue o recorte principal, a sensibilidade, os dados agrícolas e as operações comerciais. Os arquivos e seus hashes preservam o instantâneo utilizado; os portais oficiais permanecem as fontes públicas originais. O conjunto derivado não possui DOI ou repositório público nesta versão, e não se afirma a existência de depósito. Autoria, identificação e eventuais declarações deverão seguir o fluxo de avaliação e editoração da Revista Econômica do Nordeste (REN).

4 CONCLUSÕES

O estudo identificou uma diferença substantiva entre a classe cadastral escolhida e os registros recuperáveis por termos associados: 146 feições no principal e 1.845 adicionais fora dele. A normalização de grafia não alterou a classe, mas a análise de sensibilidade mostrou que essa seleção não representa um inventário completo de agrominerais. A resposta para o planejamento é explicitar o recorte e rastrear as fontes, e não fixar uma quantidade de jazidas.

Os perfis documentais permitem organizar necessidades iniciais de investigação: 117 registros exigem informação sobre a rocha, 18 requerem complementação da origem documental, um demanda conferência de posição por carta/mapa com campos básicos preenchidos e dez permitem planejar verificação e amostragem a partir de documentação e GPS informados. Essa diferenciação, sem equivaler a aptidão, constitui um resultado aplicável à organização de pesquisas regionais.

As importações atribuídas às UFs nordestinas, de US$ 2,48 bilhões em 2024 e US$ 2,65 bilhões em 2025, e a diversidade de sistemas agrícolas conferem relevância econômica à investigação de fontes regionais. Não demonstram demanda insatisfeita nem economia potencial equivalente. O desenvolvimento produtivo depende da articulação entre identificação territorial, regularidade jurídica, caracterização e segurança, resposta agronômica e custo entregue. O cadastro e a análise documental definem perguntas e etapas para testar oportunidades, sem antecipar seus resultados.

REFERÊNCIAS

ANM - AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. Sumário Mineral 2025: ano-base 2024. Brasília, DF: ANM, 2025a. p. 34–38, 64–67. Disponível em: https://www.gov.br/anm/pt-br/assuntos/economia-mineral/publicacoes/sumario-mineral/sumario-mineral-brasileiro-2025/sumario-2025.pdf. Acesso em: 8 out. 2026.

_____. Informe Mineral: 4º trimestre de 2024. Brasília, DF: ANM, 2025b. Tabela 2. Disponível em: https://www.gov.br/anm/pt-br/assuntos/economia-mineral/publicacoes/informe-mineral/informe-04tri2024. Acesso em: 8 out. 2026.

_____. Bases de dados: AMB, Cadastro Mineiro, SIGMINE e DIPEM. Brasília, DF: ANM, 2026. Página institucional consultada em 8 out. 2026. Disponível em: https://www.gov.br/anm/pt-br/acesso-a-informacao/dados-abertos/bases-de-dados. Acesso em: 8 out. 2026.

ANSN - AUTORIDADE NACIONAL DE SEGURANÇA NUCLEAR. ANSN discute adequações no licenciamento do Complexo Minero-Industrial de Santa Quitéria. Brasília, DF, 2 fev. 2026. Disponível em: https://www.gov.br/ird/pt-br/assuntos/noticias/noticias-2026/ansn-discute-adequacoes-no-licenciamento-do-complexo-minero-industrial-de-santa-quiteria. Acesso em: 8 out. 2026.

BRASIL. Lei nº 12.890, de 10 de dezembro de 2013. Altera a Lei nº 6.894/1980 para incluir os remineralizadores como insumo destinado à agricultura. Brasília, DF: Presidência da República, 2013. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/lei/l12890.htm. Acesso em: 8 out. 2026.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 5, de 10 de março de 2016. **Estabelece regras sobre remineralizadores e substratos para plantas**. Brasília, DF, 2016. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/legislacao/in-5-de-10-3-16-remineralizadores-e-substratos-para-plantas.pdf. Acesso em: 8 out. 2026.

_____. Ministério de Minas e Energia. **Governo Federal lança Plano Nacional de Fertilizantes para reduzir importação dos insumos**. Brasília, DF, 11 mar. 2022. Disponível em: https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/governo-federal-lanca-plano-nacional-de-fertilizantes-para-reduzir-importacao-dos-insumos. Acesso em: 8 out. 2026.

_____. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. **Perguntas frequentes: diferenças entre estatísticas por UF e por município**. Brasília, DF, 2024. Atualizado em 4 jul. 2024. Disponível em: https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/comercio-exterior/estatisticas/perguntas-frequentes-faq/12-por-que-a. Acesso em: 8 out. 2026.

_____. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. Comex Stat: importações do Capítulo 31 por UF e NCM, 2024 e 2025. Brasília, DF, 2026a. Extrações em 8 out. 2026. Disponível em: https://api-comexstat.mdic.gov.br/docs. Acesso em: 8 out. 2026.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Matopiba: sobre o tema.** Brasília, DF: Embrapa, 2026. Página temática consultada em 8 out. 2026. Disponível em: https://www.embrapa.br/tema-matopiba/sobre-o-tema. Acesso em: 8 out. 2026.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Malha territorial: unidades da federação, edição 2024**. Rio de Janeiro: IBGE, 2025. Arquivo BR_UF_2024.zip, disponibilizado em 29 abr. 2025. Disponível em: https://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/municipio_2024/Brasil/BR_UF_2024.zip. Acesso em: 8 out. 2026.

_____. Produção Agrícola Municipal: área plantada, milho, soja, cana-de-açúcar e algodão herbáceo, 2024. SIDRA, tabela 1612, variável 109. Rio de Janeiro: IBGE, 2026. Disponível em: https://apisidra.ibge.gov.br/values/t/1612/n3/21,22,23,24,25,26,27,28,29/v/109/p/2024/c81/2689,2696,2711,2713?formato=json. Acesso em: 8 out. 2026.

LEVY, C. R. *et al.* Enhanced rock weathering for carbon removal–monitoring and mitigating potential environmental impacts on agricultural land. Environmental **Science & Technology**, v. 58, p. 17215–17226, 2024. DOI: https://doi.org/10.1021/acs.est.4c02368.

MAGALHÃES, L. A. *et al.* Mapas prospectivos de ocorrência potencial de agrominerais silicáticos no Brasil. Campinas, SP: Embrapa Territorial, 2024. (Comunicado Técnico, 46). Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1169916/1/6286.pdf. Acesso em: 8 out. 2026.

SGB - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. GeoSGB/RECMIN: ocorrências minerais, camada 0. Brasília, DF: SGB, 2026. Instantâneo consultado em 5 out. 2026. Disponível em: https://geoportal.sgb.gov.br/server/rest/services/geologia/ocorrencias/MapServer/0. Acesso em: 5 out. 2026.

SWOBODA, P. *et al.*Remineralizing soils? The agricultural usage of silicate rock powders: a review. **Science of the Total Environment**, v. 807, art. 150976, 2022. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150976.

SWOBODA, P. *et al.* A meta-analysis of the agronomic benefits of silicate rock powders in Brazil in the context of a novel classification. **Geoderma Regional**, v. 46, art. e01103, 2026. DOI: https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2026.e01103.

VOS, R. *et al.* Global shocks to fertilizer markets: impacts on prices, demand and farm profitability. **Food Policy**, v. 133, art. 102790, 2025. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2024.102790.

APÊNDICE A – FILTROS E REGRAS REPRODUZÍVEIS

A extração utilizou o endpoint https://geoportal.sgb.gov.br/server/rest/services/geologia/ocorrencias/MapServer/0/query, com where=UF='sigla', outFields com os atributos documentados no script, returnGeometry=true, outSR=4326 e f=json. Foram realizadas consultas para as nove UFs. O filtro principal equivalente em SQL é: UF IN ('MA','PI','CE','RN','PB','PE','AL','SE','BA') AND CLASSES_UTILITARIAS LIKE '%Insumos para agricultura%'. Na análise executada sobre os arquivos, a expressão literal foi pesquisada por contenção, com preservação de maiúsculas e acentos. Não se afirma que essa expressão seja um cadastro oficial específico de remineralizadores.

A normalização textual converteu as cadeias com casefold, aplicou Unicode NFKD, removeu caracteres diacríticos e reduziu espaços consecutivos. Na sensibilidade, os três campos CLASSES_UTILITARIAS, SUBSTANCIAS e ROCHAS foram concatenados e comparados por substring com: fosfor ou fosfat; calcario; potass; vermiculit; remineraliz. Um identificador pode corresponder a vários grupos, mas aparece uma vez na união. O agrupamento carbonático do principal, mais amplo que a busca adicional por calcário, incluiu calcario, calcita, dolomito, marmore e magnesita. Essa diferença é intencional e explica por que os totais de carbonatos e da busca por calcário não são equivalentes.

A consulta comercial utilizou flow=import, monthDetail=false, filtro chapter com valor 31, details=['state','ncm'], métricas metricFOB, metricFreight, metricInsurance, metricCIF e metricKG, e períodos anuais completos de 2024 e 2025. A validação nacional repetiu a consulta com details=[]. Na PAM, foram usados n3=21,22,23,24,25,26,27,28,29; v=109; p=2024; c81=2689,2696,2711,2713. Scripts, respostas JSON, critérios documentais e versões das bibliotecas constam do pacote de replicação.