



## DISTRIBUIÇÃO TERRITORIAL DOS TÍTULOS MINERÁRIOS PARA USO AGRÍCOLA NO BIOMA CAATINGA

Thiago Rivaben **Lopes**<sup>1</sup>, Lucíola Alves **Magalhães**<sup>2</sup>, André Rodrigo **Farias**<sup>3</sup>

Nº 20515

**RESUMO** – O estudo objetivou a análise espacial da distribuição territorial dos títulos minerários inseridos no bioma Caatinga. Os dados foram provenientes dos registros de requerimentos disponibilizados pela Agência Nacional de Mineração. Foram discriminadas as diferentes fases, usos e substâncias registradas nos requerimentos, e integrados ao ambiente de sistema de informações geográficas (SIG) para mensuração de proporção e identificação de áreas potenciais fornecedoras de insumos agrícolas no bioma. Foi possível elencar a participação de requerimentos com uso não informado na exploração de fosfatos e calcários e destaque para as regiões do noroeste potiguar e o centro-leste da Bahia. Por fim, conhecimentos produzidos poderão ser integrados ao Sistema de Inteligência Territorial Estratégica (SITE) para o Desenvolvimento Sustentável da Agropecuária no bioma Caatinga, fomentando a organização de ações tanto públicas quanto privadas para a região.

**Palavras-chave:** Agricultura, fertilizantes, rochagem.

<sup>1</sup> Autor, Estagiário da Embrapa Territorial: Graduação em Geologia, Unicamp, Campinas-SP; thiago.rivaben@colaborador.embrapa.br.

<sup>2</sup> Orientadora: Analista da Embrapa Territorial, Campinas-SP; luciola.magalhaes@embrapa.br.

<sup>3</sup> Colaborador: Analista da Embrapa Territorial, Campinas-SP; andre.farias@embrapa.br.



**ABSTRACT** – *The study aimed the spatial analysis of the territorial distribution of mining titles inserted in the Caatinga biome. The data used came from the application records made available by the Brazilian National Mining Agency. Different phases, uses and substances registered in the requirements were broken down and integrated into the geographic information system (GIS) environment to measure the proportion and identify potential areas that supply agricultural inputs in the Biome. We were able to list the requirements that participate with uninformed use in the exploration of phosphates and limestones, with a highlight for the northwest region of Rio Grande do Norte and the central-east region of Bahia. Finally, the information produced can be integrated in the Strategic Territorial Intelligence System (SITE) for the Sustainable Development of Agriculture in the Caatinga Biome, and foster actions by both the public and private sectors in the region.*

**Keywords:** Agriculture, fertilizers, rockdust.

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o quarto maior consumidor de fertilizantes, principalmente os de macronutrientes (nitrogênio, fósforo e potássio), e 70% desses insumos é importado, segundo a Associação Nacional para Difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas (Brasil, 2014). Dessa forma, encontrar alternativas ao abastecimento desses tipos de suprimento torna-se estratégico visando a maior competitividade da agricultura brasileira, diminuindo os custos de produção e reduzindo a dependência diante de variáveis externas.

Uma alternativa aos fertilizantes é a rochagem ou petrofertilização, que é a aplicação de rochas moídas ou contendo finos naturais como material fertilizante de aplicação direta. Essa prática inspirou-se no processo de calagem do solo para correção da acidez e pode contribuir para a redução do consumo de fertilizantes industriais. Entre as funções que a rochagem pode desempenhar, estão: correção da acidez de solos, fertilização (remineralização) e insumo agrícola. Seu uso nos cultivos também apresenta importância socioeconômica na produção de alimentos, principalmente nas pequenas propriedades familiares (Lapido-Loureiro; Nascimento, 2009).

A exploração de fertilizantes alternativos, aptos à prática da rochagem, depende da geodiversidade das rochas e dos solos brasileiros, além da disponibilidade de áreas aptas à exploração. A aplicação dos materiais em cultivos depende do local de onde serão extraídos e dos processos legais para sua extração. A abertura ou declaração de interesse de exploração mineral,

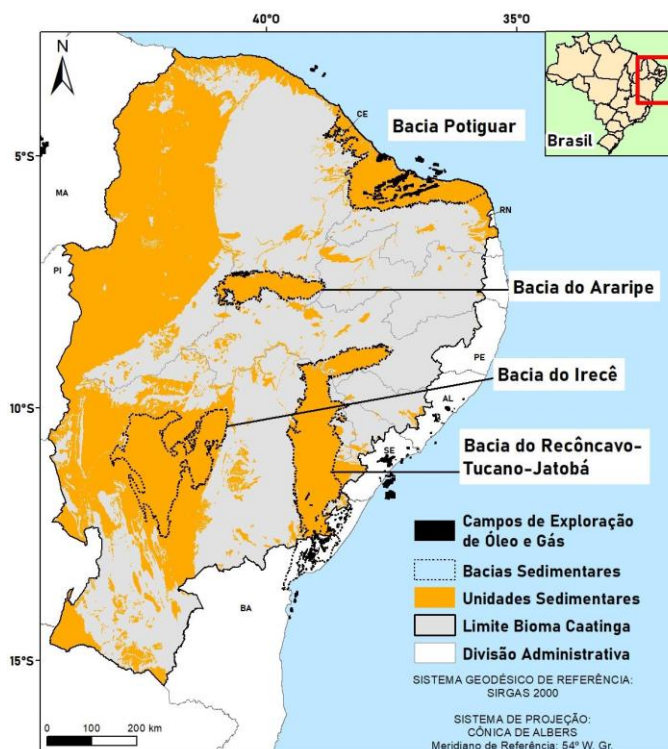


no Brasil, é feita por meio dos requerimentos minerários, processos em que se requisita a abertura de estudos de pesquisa e exploração à Agência Nacional de Mineração (ANM), para descoberta e extração de bens minerais para uso nos variados segmentos da indústria, construção civil, minerais valiosos e agricultura.

A análise da distribuição dos títulos minerários apresentada neste estudo tem como recorte territorial a área de abrangência do bioma Caatinga. Segundo o Ministério do Meio Ambiente, a Caatinga ocupa cerca de 11% do território brasileiro e engloba parcialmente os estados Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Piauí, Sergipe e a região norte de Minas Gerais. A avaliação da disponibilidade agromineral dessa região é relevante na medida em que a Caatinga concentra 1.818.647 estabelecimentos agropecuários, aproximadamente 36% do total para o Brasil. Desse conjunto de estabelecimentos, 79% são classificados como agricultura familiar e apenas 31% declararam utilizar algum tipo de adubação no cultivo, segundo dados do Censo Agropecuário de 2017. Desse modo, alternativas que visem reduzir o custo de aplicação de insumos agrícolas podem gerar um efeito positivo significativo na realidade econômica e social da região.

No que se refere à produção mineral e energética existente na Caatinga, o estado da Bahia apresenta significativa importância, ocupando a quarta posição no valor da produção mineral nacional, com destaque para a produção total de mais de um milhão de toneladas anuais na extração de minério bruto, principalmente nas cidades de Jacobina, Andorinha, Jaguarari e Barrocas. Já em relação à extração de recursos energéticos do bioma, o estado do Rio Grande do Norte destaca-se na produção de petróleo e gás natural (Brasil, 2020c), ocupando a sexta posição entre os estados e segunda entre as produções de petróleo em terra (*onshore*) no ano de 2018.

A Figura 1 exibe a localização dos campos produtores de óleo e gás da região Nordeste e as principais bacias sedimentares associadas. Destacam-se: Pernambuco, a maior produção nacional de gipsita (80,6%), na região chamada “polo gesseiro do Araripe” no extremo oeste pernambucano (Bacia do Araripe); Rio Grande do Norte, com 77% da produção total de sal (cloreto de sódio) do país e 95,3% da produção brasileira de sal marinho na Bacia Potiguar (Brasil, 2019b); e Bahia, com as bacias do Recôncavo-Tucano-Jatobá e Irecê, sendo a última importante na presença de depósitos de rochas fosfáticas (Blaskowski et al., 2016).



**Figura 1.** Mapa das principais unidades geológicas sedimentares presentes no bioma Caatinga, com destaque para as bacias sedimentares Potiguar, Araripe, Recôncavo-Tucano-Jatobá e Irecê. Destaca-se também a localização dos campos produtores de petróleo e gás (Brasil, 2020c).

Sob essa perspectiva, o objetivo deste estudo é a análise espacial da distribuição territorial dos títulos minerários no bioma Caatinga, com ênfase nas principais potencialidades e possibilidades da exploração mineral para uso na agricultura. Essa caracterização vincula-se ao projeto Sistema de Inteligência Territorial Estratégica (SITE) para o Desenvolvimento Sustentável da Agropecuária no bioma Caatinga, que visa integrar e analisar cinco dimensões territoriais representativas da região, sintetizadas pelos quadros natural, agrário, agrícola, de infraestrutura e socioeconômico, com o escopo de fornecer suporte para realização de análises de inteligência territorial para instituições públicas e privadas.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

No Brasil, o registro e a declaração de interesse na exploração mineral podem ser requeridos de quatro diferentes formas: regime de autorização e concessão; regime de licenciamento; regime de permissão de lavra garimpeira e regime de extração, segundo a página Guia do Minerador no site da ANM. Neste estudo, são de interesse principalmente os regimes de concessão de lavra e licenciamento, visto que a extração de substâncias com possibilidade de uso como fertilizante, insumo agrícola ou corretivo de solo efetivamente ocorre nesses dois estágios de outorga e empreendimento.



As informações de registro e de localização espacial dos requerimentos minerários foram obtidas por meio do Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE), portal on-line administrado pela Agência Nacional de Mineração, onde constam todos os requerimentos atualmente vigentes no Brasil. Os arquivos foram adquiridos em abril de 2020, sistematizados em projeção cartográfica de Albers, datum horizontal SIRGAS 2000.

O recorte territorial, em formato *shapefile*, da delimitação do bioma Caatinga utilizado neste trabalho é resultado de um ajuste cartográfico entre a divisão político-administrativa do Brasil e o limite físico do bioma. Esse ajuste, proposto por Garagorry e Chaib Filho (2008), visa alocar cada microrregião do Brasil e seus respectivos municípios a um bioma específico para fins operacionais da pesquisa, estabelecendo como critério a maior predominância do bioma em cada uma das regiões. Assim, se os biomas A, B e C ocupam, respectivamente, 35%, 40% e 25% da área de uma microrregião, os municípios dessa microrregião seriam alocados ao bioma B.

Para a análise, os *shapefiles* e dados coletados foram integrados em ambiente de sistema de informações geográficas (SIG), no software ArcGIS 10.5, que possibilita criar ferramentas de filtro e mensurar a proporção das diferentes categorias de requerimentos registrados entre si, correlacionando a dimensão quantitativa do número de títulos e suas representações espaciais.

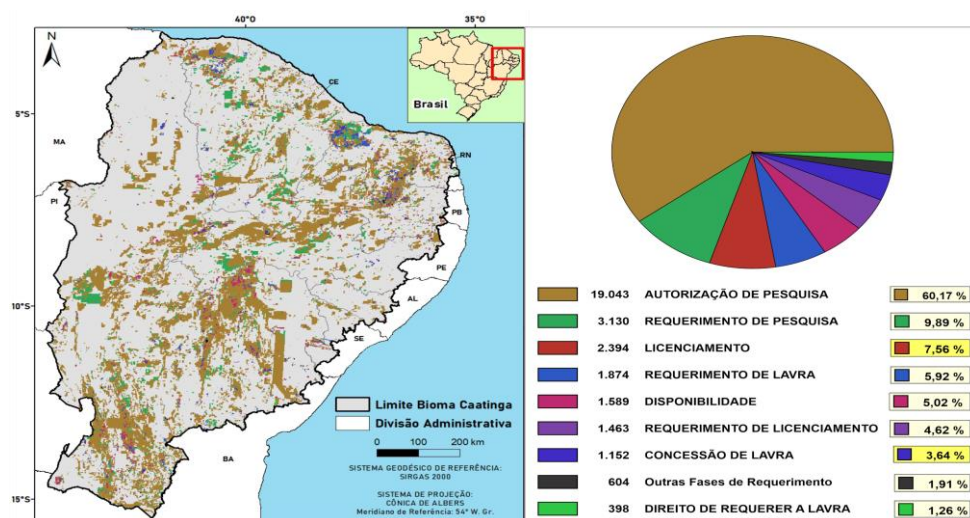
Cada requerimento minerário registrado na ANM apresenta três categorias principais de análise de caracterização da exploração no bioma: "fase", representando a atual situação legal da área requerida (concessão de lavra, licenciamento, etc.); "uso", que informa qual setor aquela exploração é destinada a abastecer (indústria, corretivo de solo, não informado, etc.); e "substância", que informa o mineral ou metálico explorado na área requerida (areia, calcário, fosfato, cobre, etc.). Para operacionalizar as análises, foram selecionados somente os requerimentos com uso destinado a aplicação agrícola, que serviu de referência para a seleção das fases para requerimentos em processo de exploração. No caso de títulos minerários sem identificação de uso nos registros, foram incluídos aqueles que se referiam às substâncias: fosfato, calcário, calcário dolomítico, apatita, calcário calcítico, turfa, dolomito, gipsita, gipso, fonolito e tufo, por apresentarem potencial de aplicação agrícola.

Os requerimentos considerados de uso agrícola foram aqueles registrados nas seguintes categorias: *corretivo de solo*, *insumo agrícola* e *fertilizantes*. Os requerimentos definidos como de exploração foram os que apresentaram as fases registradas como licenciamento e concessão de lavra, que representam áreas em processo ou em implementação de extração do bem mineral. Posteriormente, foram listadas as substâncias principais que ocorrem nos requerimentos de uso agrícola acima mencionados, e substâncias de uso não informado. Além disso, foram somados à lista de substâncias com possível emprego agrícola fonolitos e tufos, apontados como materiais

potenciais para aplicação como fertilizantes não convencionais (Brasil, 2010). Não foram investigadas neste estudo rochas que possam ser utilizadas como remineralizadores de solo.

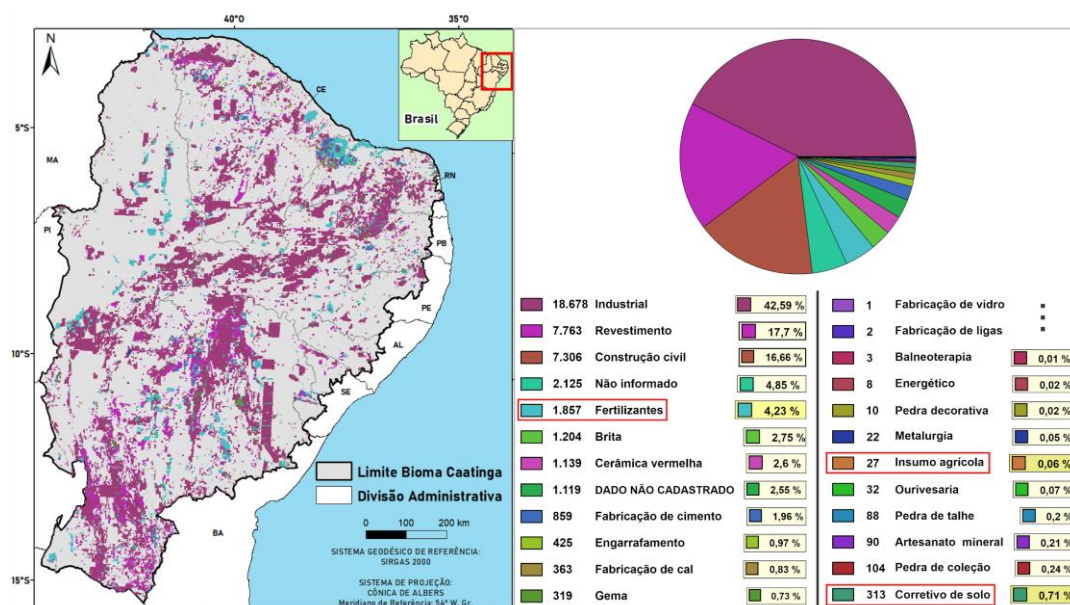
### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Atualmente a região da Caatinga tem 31.650 títulos minerários, mais de 70% nas fases requerimento de pesquisa e autorização de pesquisa (Figura 2), sem empreendimentos, somente trabalhos de campo e sondagem nas áreas delimitadas. Os requerimentos em fase de concessão de lavra e licenciamento compreendem 3,64% e 7,56% dos registros, respectivamente.



**Figura 2.** À esquerda, mapa das fases dos requerimentos registrados na região da Caatinga, limites estaduais e ajustado do bioma. À direita, gráfico mostrando a proporção das diferentes fases de requerimento registradas na ANM para a região da Caatinga.

Em relação ao uso, cerca de 77% dos títulos minerários são voltados para a indústria e construção civil, e apenas 5% têm uso destinado diretamente à agricultura, sendo 4,23% como fertilizantes, 0,71% como corretivos de solo e 0,06% como insumo agrícola (Figura 3). É possível observar, ademais, que a distribuição dos títulos é quase uniforme, e as regiões a oeste, noroeste e centro-leste apresentam menor densidade de ocorrências de títulos em função de condicionantes do quadro geológico que as caracteriza.

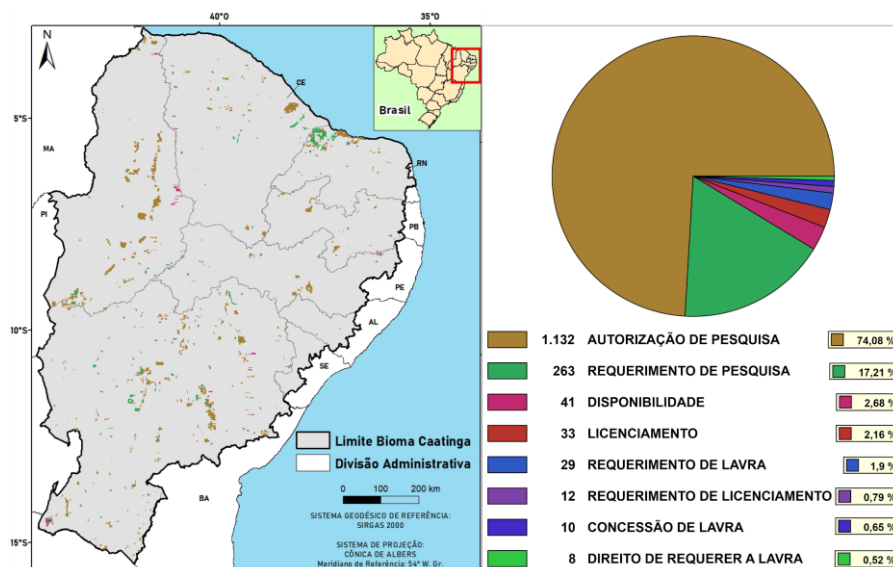


**Figura 3.** À esquerda, mapa dos usos dos requerimentos registrados na Caatinga, limites estaduais e ajustado do bioma. À direita, gráfico mostrando a proporção dos diferentes usos dos requerimentos registrados na ANM, com destaque para o número de requerimentos com uso associado a agricultura.

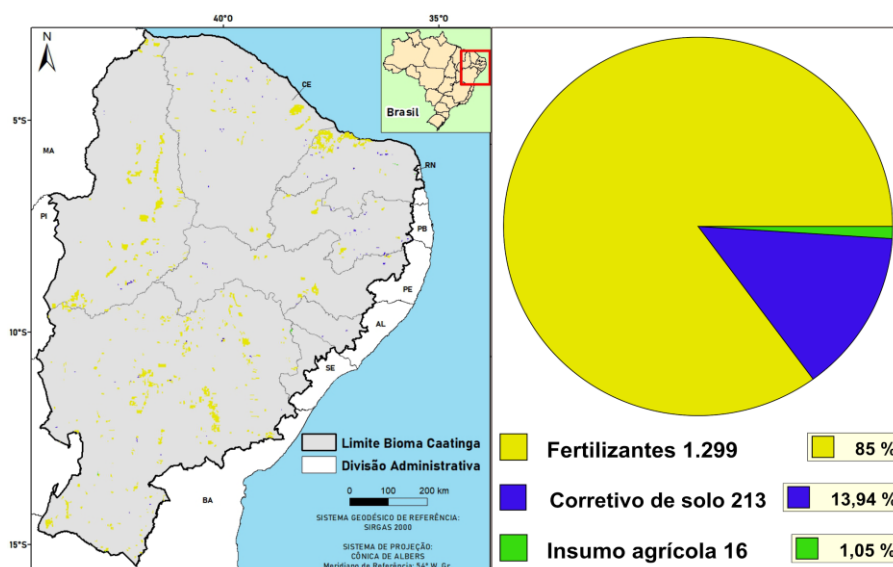
### 3.1 Títulos para uso agrícola

Atualmente a região da Caatinga tem 1.528 títulos (ou 5% do total para a região), com uso destinado à atividade agrícola (Figura 4). Destes, mais de 91% estão em fase de autorização e requerimento de pesquisa e apenas 43 títulos estão em fase de licenciamento (33 títulos) e concessão de lavra (10 títulos). Esse resultado demonstra que a exploração mineral para os usos abordados está em fase de prospecção, com o maior número de processos de requerimentos voltados ainda para pesquisa mineral.

Quanto ao "uso" dos requerimentos para aplicação agrícola, cerca de 85% são registrados como fertilizantes (Figura 5), e o fosfato é substância de interesse de grande parte deles. As categorias "corretivo de solo" e "insumo agrícola" somam, respectivamente, 213 e 16 títulos, com predomínio dos calcários (calcário e calcário calcítico) como principais substâncias.



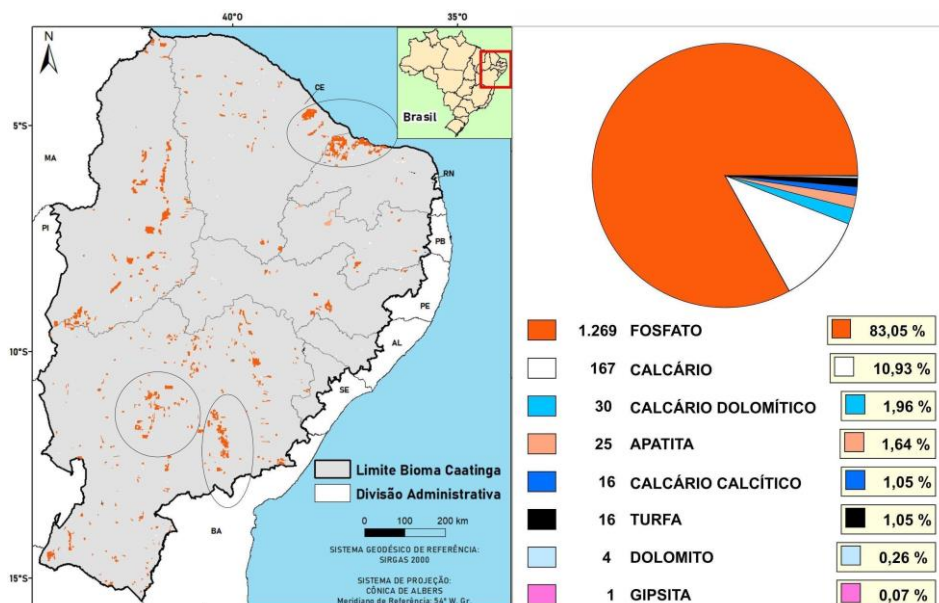
**Figura 4.** À esquerda, mapa das fases dos requerimentos para uso agrícola registrados na região da Caatinga, limites estaduais e ajustado do bioma. À direita, gráfico mostrando a proporção das diferentes fases de requerimentos para uso agrícola registradas na ANM para a região da Caatinga.



**Figura 5.** À esquerda, mapa dos usos dos requerimentos com destino aplicação agrícola registrados na região da Caatinga, limites estaduais e ajustado do bioma. À direita, gráfico mostrando a proporção dos usos de requerimentos com destino ao emprego agrícola registradas na ANM para a região da Caatinga.

Algumas regiões apresentam concentrações dos requerimentos, como noroeste do Ceará e nordeste do Rio Grande do Norte. Esta área é importante devido à ocorrência da Bacia Potiguar, onde há grande número de requerimentos para exploração de fosfato (Figura 6), e da região de Guimarães, relevante na produção de óleo e gás. Outra região com relativa concentração é a porção centro-nordeste do estado da Bahia, onde está a Bacia de Irecê, formação geológica onde ocorrem calcarenitos fosfáticos, próxima aos municípios de Irecê e Jaguarari (Blaskowski et al., 2016), e as bacias do Recôncavo-Tucano-Jatobá (destaques Figuras 1 e 5).



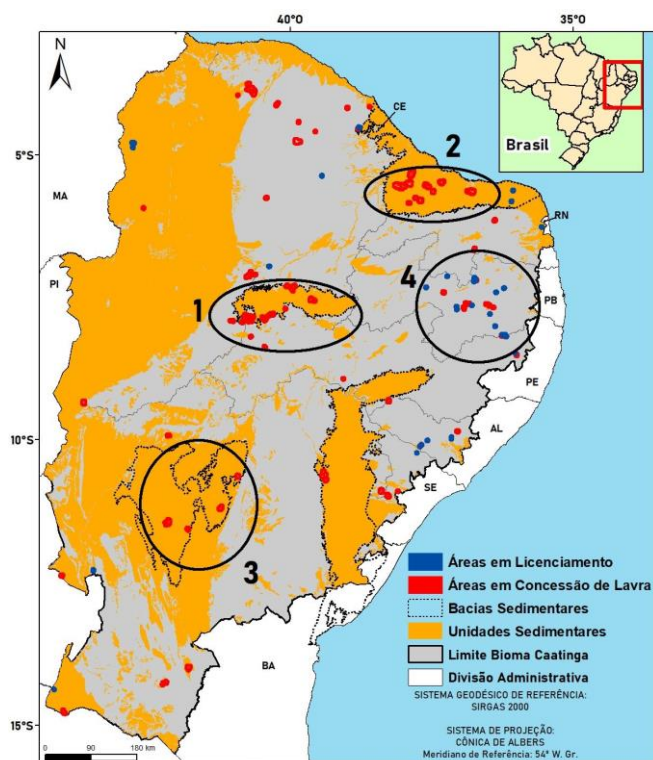


**Figura 6.** À esquerda, mapa da distribuição dos títulos minerários com uso agrícola para as diferentes substâncias, registradas na ANM para a região da Caatinga, com destaque para as regiões noroeste potiguar e centro-nordeste baiano, limites estaduais e ajustado do bioma. À direita, gráfico mostrando a proporção das diferentes substâncias dos títulos minerários, registradas na ANM para a região da Caatinga.

### 3.2 Títulos para uso agrícola em fase de exploração

Na análise dos títulos minerários em fase de exploração (licenciamento e/ou concessão de lavra) com uso agrícola e substâncias de aplicação agrícola, destacam-se regiões com potencial de fornecimento de insumos para os cultivos e propriedades agrícolas. Entre essas, são relevantes: a região oeste de Pernambuco, com o Polo Gesseiro do Araripe (Figura 7, destaque 1), onde há exploração de gipsita; noroeste do Rio Grande do Norte, com a Bacia Potiguar (Figura 7, destaque 2); a Bacia do Irecê, na região centro-sul do bioma, com as explorações de fosfato sedimentar (Figura 7, destaque 3); e a região da Província Borborema, onde há concentração de requerimentos em fase de licenciamento na exploração de mármore e rochas calciossilicáticas para extração de calcários e dolomitos (Figura 7, destaque 4); além de ocorrência pontuais em outros locais da região.

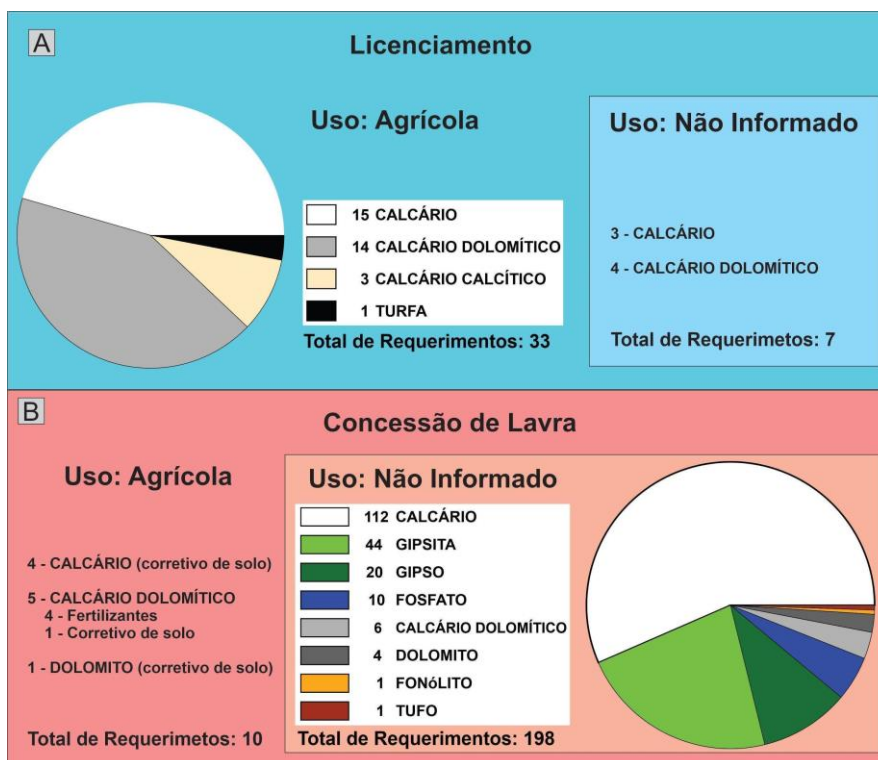
Outro aspecto importante a ressaltar é a predominância de requerimentos em fase de concessão de lavra ante os de licenciamento. Pode-se inferir que esse fenômeno decorre do emprego de processos de beneficiamento de certas substâncias, como o fosfato, o que não proporciona ao requerente a possibilidade de inclusão no regime de licenciamento, visto que tal condição é permitida apenas para substâncias de emprego direto na agricultura, como é o caso dos corretivos de solo.



**Figura 7.** Distribuição territorial dos requerimentos na região da Caatinga em "fase" de "licenciamento" e "concessão de lavra", com "uso" e "substâncias" de aplicação agrícola, registrados na ANM. Destacam-se importantes unidades sedimentares ocorrentes no bioma e com concentração de requerimentos no nível regional: noroeste potiguar, com a Bacia do Potiguar; oeste e noroeste de Pernambuco, com a Bacia do Araripe (polo gessoiro); e a Bacia do Irecê, no centro-nordeste baiano.

Há 40 títulos de requerimentos em fase de licenciamento, e pode-se apontar que a maioria dos processos de exploração de substâncias com aplicação na agricultura refere-se ao uso como corretivo de solo, seguido por fertilizante e insumo agrícola, totalizando 33 requerimentos, além de 7 requerimentos com uso não informado. Com relação às substâncias, quase todos os requerimentos visam explorar calcário, calcário dolomítico e calcário calcítico (Figura 8A).

No que se refere aos requerimentos em fase de concessão de lavra, há 208 títulos, e pode-se apontar que a maioria absoluta dos usos registrados enquadra-se na categoria "não informado" (198), sendo que 10 requerimentos foram registrados na condição de uso agrícola (Figura 8B). Com relação às substâncias, os requerimentos que foram registrados com uso agrícola apresentaram exploração para calcário, calcário dolomítico e dolomito. Já as substâncias com uso não informado, considerando emprego agrícola, foram: fosfato, calcário, calcário dolomítico, apatita, calcário calcítico, turfa, dolomito e gipsita, fonolitos e tufos.



**Figura 8.** (A) À esquerda, proporção das substâncias requeridas em fase de licenciamento com uso agrícola e à direita, as substâncias discriminadas requeridas com uso não informado em fase de licenciamento, registradas na ANM para a região da Caatinga. (B) À esquerda, as substâncias discriminadas requeridas com uso agrícola em fase de concessão de lavra e, à direita, proporção das substâncias requeridas com uso não informado em fase de concessão de lavra, registradas na ANM para a região da Caatinga.

#### 4 CONCLUSÃO

As informações e análises apresentadas de fases, usos e substâncias dos títulos minerários mostram um relevante potencial mercado fornecedor de materiais para insumos, fertilizantes e corretivos para uso na agricultura em âmbito regional, em que a exploração mineral pode vir a desempenhar importante papel. Essa relevância decorre tanto de aspectos econômicos, como na diminuição dos custos com importação de insumos agrícolas, quanto de aspectos sociais, propiciando maior acesso a produtos para incremento do rendimento agrícola por parte dos produtores da agricultura familiar, tipo de propriedade rural majoritária no bioma.

A distribuição dos requerimentos no bioma Caatinga permite traçar alguns mapas de regiões mais favoráveis a usufruir da riqueza geológica presente nas imediações, fornecendo subsídios para a compreensão das relações espaciais entre a exploração mineral e a agricultura, contribuindo para ampliação das análises dentro do Sistema de Inteligência Territorial Estratégica da Caatinga. Essas áreas estratégicas ocorrem nas porções nordeste, central e sudoeste do bioma, com as explorações nas bacias do Potiguar, Araripe e Irecê, respectivamente. Isso mostra a área de abrangência, de norte a sul, para o potencial fornecimento regional de materiais para insumo agrícola vindo da



atividade mineral, beneficiando propriedades agrícolas familiares. Uma próxima etapa do trabalho será analisar as unidades geológicas potenciais para uso como remineralizadores, buscando uma visão mais sistêmica do potencial da região.

## 5 AGRADECIMENTOS

À Embrapa Territorial, ao analista André Farias e à minha orientadora Lucíola Alves Magalhães, pelo suporte, apoio e confiança na realização deste trabalho, e ao Banco do Nordeste (BNB), pelo financiamento do projeto Sistema de Inteligência Territorial Estratégica do Bioma Caatinga.

## 6 REFERÊNCIAS

BLASKOWSKI, A. E. BERGMANN, M. CAVALCANTE, O. A. **Projeto agrominerais da região de Irecê – Jaguarari**: estado da Bahia. Salvador: CPRM, 2016. 105 p. ISBN 978-85-7499-306-5. Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/17699>. Acesso em: 06 ago. 2020.

BRASIL. Agência Nacional de Mineração. **Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE)**. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/assuntos/aceso-a-sistemas/sistema-de-informacoes-geograficas-da-mineracao-sigmine>. Acesso em: 06 ago. 2020b.

BRASIL. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Anuário estatístico brasileiro do petróleo, gás natural e biocombustíveis**. Rio de Janeiro: ANP, 2019c. 262 p. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/publicacoes/anuario-estatistico/5237-anuario-estatistico-2019>. Acesso em: 06 ago. 2020.

BRASIL. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Shapefile de dados**: campos de produção. Disponível em: [www.anp.gov.br/exploracao-e-producao-de-oleo-e-gas/dados-tecnicos/shape-file-de-dados](http://www.anp.gov.br/exploracao-e-producao-de-oleo-e-gas/dados-tecnicos/shape-file-de-dados). Acesso em: 11 ago. 2020c.

BRASIL. Associação Nacional para Difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas. **Anuário estatístico do setor de fertilizantes**: 2014. São Paulo, 2014. 176 p.

BRASIL. Ministério de Ciência e Tecnologia. Centro de Tecnologia Mineral. **Agrominerais para o Brasil**. Rio de Janeiro: CETEM; MCT, 2010. 297 p.

GARAGORRY, F. L.; CHAIB FILHO, H. **Elementos de agrodinâmica**. Brasília, DF: Embrapa SGE, 2008. Disponível em: <http://www22.sede.embrapa.br/web/sge01/estatisticaagricola/dinamica/relatorioagrodinamica.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2020.

LAPIDO-LOUREIRO, F. E. de V.; NASCIMENTO, M. Importância e Função dos Fertilizantes numa Agricultura Sustentável e Competitiva. In: LAPIDO-LOUREIRO, F. E. de V.; MELAMED, R.; FIGUEIREDO NETO, J. de (Ed.). **Fertilizantes**: agroindústria e sustentabilidade. Rio de Janeiro: CETEM, 2009. p. 81-132.