

**CMG RODRIGO MYNSSEN FONSECA DOS SANTOS
CIMARA FRANCISCA MONTEIRO**

**SEGURANÇA ALIMENTAR: A IMPORTÂNCIA DA EXPLOTAÇÃO DE
MINERAIS ESTRATÉGICOS DE FÓSFORO E POTÁSSIO NA AMAZÔNIA
AZUL, AMAZÔNIA E FAIXA DE FRONTEIRA PARA A PRODUÇÃO DE
FERTILIZANTES**

Trabalho de Conclusão de Curso – artigo científico – apresentado à Comissão de Avaliação de TCC da Escola Superior de Defesa, como exigência parcial para obtenção do certificado de Especialista em Altos Estudos em Defesa.

Orientador: CMG RM1 Carlos Radicchi

Brasília
2022

Os TCC, nos termos da legislação que resguarda os direitos autorais, são considerados propriedade da Escola Superior de Defesa (ESD). É permitida a transcrição parcial de textos do trabalho ou mencioná-los para comentários e citações, desde que sem propósitos comerciais e que seja feita a referência bibliográfica completa. Os conceitos expressos nos TCC são de responsabilidade dos autores e não expressam necessariamente qualquer orientação institucional da ESD.



CMG RODRIGO MYNSSEN FONSECA DOS SANTOS



CIMARA FRANCISCA MONTEIRO

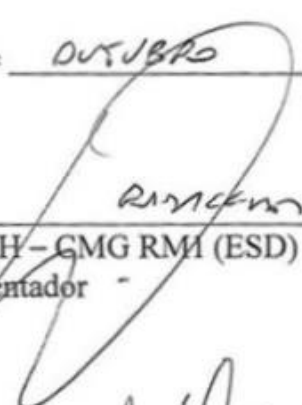
**RODRIGO MYNSSEN FONSECA DOS SANTOS
CIMARA FRANCISCA MONTEIRO**

**SEGURANÇA ALIMENTAR: A IMPORTÂNCIA DA EXPLOTAÇÃO
MINERAIS ESTRATÉGICOS DE FÓSFORO E POTÁSSIO NA AMAZÔNIA
AZUL, AMAZÔNIA E FAIXA DE FRONTEIRA PARA A PRODUÇÃO DE
FERTILIZANTES**


Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Escola Superior de Defesa,
como exigência parcial para obtenção do
título de Especialista em Altos Estudos
em Defesa.

Trabalho de Conclusão de Curso **APROVADO**:


Brasília, DF, 18 de OUTUBRO de 2022



CARLOS RADICCHI – CMG RMI (ESD)
Orientador



FÁBIO ALBERGARIA DE QUEIROZ - Prof. Dr. (ESD)
Membro 1



JOÃO FRANSWILLIAM BARBOSA – CMG (ESD)
Membro 2

Segurança alimentar: a importância da exploração de minerais estratégicos de fósforo e potássio na Amazônia Azul, Amazônia e faixa de fronteira para a produção de fertilizantes

Rodrigo Mynssen Fonseca dos Santos¹
Cimara Francisca Monteiro²

RESUMO

A insegurança alimentar e nutricional moderada a severa atingiu, em 2021, 28,1% da população mundial. No Brasil, esse patamar atingiu 30,7% dos brasileiros, dos quais 15,5% conviviam com a fome. Em um cenário contrastante, no mesmo ano, o saldo da balança comercial do agronegócio alcançou valor recorde de US\$ 105,1 bilhões, 2,4 vezes superior ao déficit total registrado pelos demais setores da economia. O Brasil é o quinto país que mais exporta alimentos no mundo, ficando atrás dos Estados Unidos, Holanda, Alemanha e França, sendo o maior produtor e exportador mundial de soja, café, açúcar e suco de laranja. Toda essa produção agrícola exigiu demanda também recorde de fertilizantes, o que fez com que o Brasil consumisse 8,3% desse insumo produzido no mundo, ocupando o quarto lugar. O Brasil importou 95% de todo o potássio utilizado como matéria-prima para a fabricação de fertilizantes do Canadá, Rússia e Bielorrússia e 72% de todo o fósforo e rocha fosfática do Egito, China e Peru. No entanto, o país possui depósitos dessas substâncias em áreas sensíveis, como a Amazônia, Amazônia Azul e Faixa de Fronteira, capazes de minimizar a dependência do mercado internacional, que precisam ser viabilizados com sustentabilidade e responsabilidade ambiental e social. Há décadas, o Brasil vem investindo em projetos de mapeamento geológico e pesquisa mineral que propiciem novas descobertas de depósitos de P e K, mas ainda de forma insuficiente. Outras ações governamentais foram implementadas, mas ainda há muito por fazer para garantir a produção dessas matérias-primas em solo brasileiro.

Palavras-chave: fósforo; potássio; fosfato; Amazônia; Amazônia Azul; faixa de fronteira.

Food security: the importance of exploiting strategic minerals of phosphorus and potassium in the Blue Amazon, Amazon and frontier strip for the production of fertilizers

ABSTRACT

Moderate to severe food and nutrition insecurity reached, in 2021, 28.1% of the world population. In Brazil, this level reached 30.7% of Brazilians, of which 15.5% lived with hunger. In a contrasting scenario, in the same year, the agribusiness trade balance reached a record value of US\$ 105.1 billion, 2.4 times greater than the total deficit registered by other sectors of the economy. Brazil is the fifth largest food exporter in the world, behind the United States, Holland, Germany and France, being the world's largest producer and exporter of soy, coffee, sugar and orange juice. All this agricultural production also required a record demand for fertilizers, which made Brazil consume 8.3% of this input produced in the world, ranking fourth. Brazil imported 95% of all potash used as a raw material for the

¹ Capitão de Mar e Guerra. Ajudante da Divisão de Assuntos Marítimos e Meio Ambiente do Estado Maior da Armada.

² Doutora em geologia econômica e prospecção, pesquisadora em geociências e assessora no Serviço Geológico do Brasil-CPRM.

manufacture of fertilizers from Canada, Russia and Belarus and 72% of all phosphorus and phosphate rock from Egypt, China and Peru. However, the country has deposits of these substances in sensitive areas, such as the Amazon, Blue Amazon and Border Range, capable of minimizing dependence on the international market, which need to be made possible with sustainability and environmental and social responsibility. For decades, Brazil has been investing in geological mapping and mineral research projects that lead to new discoveries of P and K deposits, but still insufficiently. Other government actions have been implemented, but much remains to be done to guarantee the production of these raw materials on Brazilian soil.

Keywords: *Phosphorus, Potash, Phosphate, Amazon, Blue Amazon, Boundary Zone.*

1 INTRODUÇÃO

A trajetória para o Brasil se tornar o principal fornecedor de alimentos ao mundo passa pelo aumento de produtividade, avanço tecnológico diversificação de sistemas de produção sustentáveis e ampliação da pauta ESG (Environmental, Social, Governance). Até 2050, estima-se que o crescimento da produção agrícola brasileira seja da ordem de 40% para atender satisfatoriamente à demanda global, considerando as estimativas de crescimento populacional. O Brasil será, portanto, peça fundamental para a segurança alimentar mundial. Para realmente cumprir esse papel, são necessários ganhos de produtividade significativos que permitam produzir cada vez mais na mesma área. E um dos fatores fundamentais para este crescimento vem da inovação, da pesquisa e da produção de fertilizantes. Os fertilizantes são insumos indispensáveis e estratégicos à produção agropecuária brasileira. Nos últimos 10 anos, ocorreu forte aumento nas importações de adubos e houve redução na produção nacional de matérias-primas minerais (Nitrogênio-N, Fósforo-P, Potássio-K e Enxofre-S) para a fabricação de fertilizantes. Estima-se que hoje o País importe aproximadamente 80% dos fertilizantes utilizados. Para o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), a dependência se agrava quando se pensa que o Brasil deverá responder por quase metade da produção mundial de alimentos, aumentando de maneira proporcional a demanda por fertilizantes (BRASIL, 2021a).

Nas últimas cinco décadas, o agronegócio, impulsionado inicialmente pela industrialização, se consolidou como setor econômico fundamental para o crescimento brasileiro. Segundo Alves, Contini e Gasques (2008), na década de 70, o desafio era garantir a segurança alimentar da crescente população urbana e diversificar as exportações de produtos de origem agropecuária, angariando recursos para a importação de bens de capital para a indústria. Desde então, o agronegócio brasileiro vem sistematicamente contribuindo para o crescimento econômico do Brasil, o que se reflete no equilíbrio das contas externas do País. A produção de culturas agrícolas voltadas para exportação, como soja e milho, vem crescendo exponencialmente nas últimas décadas de acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (2022a). No entanto, as áreas plantadas com arroz e feijão, itens básicos da alimentação diária do brasileiro têm tido redução, em função da desvantagem econômica em relação às commodities tradicionalmente comercializadas, o que impacta diretamente na

segurança alimentar interna em períodos de recessão econômica (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2022a).

Entre 2004 e 2013, segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Avançada (IPEA), havia uma trajetória crescente dos indicadores de segurança alimentar tanto no campo, quanto na cidade, no entanto, em 2018 houve reversão dessa tendência, com redução dos indicadores, inclusive em relação ao ano de 2004 (VALADARES, 2022). Os impactos socioeconômicos provocados pela pandemia de Covid-19 agravaram o crescimento da fome. Até outubro de 2021, mais da metade da população brasileira já tinha sido submetida a algum grau de insegurança alimentar e nutricional³ e cerca de 19 milhões de pessoas já passavam fome, de acordo com dados da Rede Brasileira de Pesquisa em Soberania e Segurança Alimentar e Nutricional (2021).

De acordo com o recente relatório da Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO, do International Fund for Agricultural Development (IFAD), da United Nations Children’s Fund (UNICEF), do United Nations World Food Programme (WFP) e da World Health Organization (WHO), mesmo neste momento, onde o Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil em 2021 foi o décimo maior do mundo, o problema brasileiro da fome volta a atingir significativa parcela da população (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 2022). Com base em dados de 2019 a 2021, aproximadamente 61 milhões de pessoas foram enquadradas em situação de insegurança alimentar e nutricional (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 2022). Cerca de ¼ desse total está submetida a condições graves, ou seja, ficaram sem comida, passaram fome e chegaram a ficar sem comida por um dia ou mais (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 2022). A pandemia de Covid-19, coincidente com o período analisado pela FAO (2022), e a consequente crise financeira instalada devido à imperativa necessidade de isolamento social, não apenas no Brasil, mas em todo o mundo, acarretou um aumento dos custos de produção e da inflação, além da perda de muitos empregos, piorando ainda mais o cenário delineado pelo IPEA, de acordo com VALADARES (2022).

³ De acordo com a Lei nº 11.346, de 15 de setembro de 2006, “a segurança alimentar e nutricional consiste na realização do direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, tendo como base práticas alimentares promotoras de saúde que respeitem a diversidade cultural e que sejam ambiental, cultural, econômica e socialmente sustentáveis”.

Por outro lado, desde 1995, enquanto os demais setores da economia acumularam déficits comerciais de até US\$ 91,8 bilhões, como em 2013, o agronegócio continuou apresentando superávits e na última década os ganhos do setor mais que superaram o déficit comercial dos demais setores da economia brasileira e, desde 2016, compensaram tais déficits, segundo a Confederação Nacional da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA, 2021a). Em 2021, o Produto Interno Bruto (PIB) do Agronegócio cresceu 8,4% em relação a 2020, frente ao crescimento de 4,6% do PIB brasileiro e, com isso, a participação do agronegócio alcançou patamar de 27,4% do PIB, superada apenas em 2004, quando fez 27,53% (CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA, 2022). Segundo essas instituições, o crescimento foi puxado principalmente pela produção agrícola, que teve aumento real dos preços das commodities, acarretando em acréscimo de 15,88% do PIB agrícola em 2021, frente a 2020, em função de significativas interrupções da produção de importantes culturas, que foram submetidas a condições climáticas adversas.

Há, portanto, dois cenários contrastantes no País: um de crescimento econômico a reboque da produção agrícola, em franca ascensão, e outro, em que a insegurança alimentar da população brasileira volta a assumir níveis preocupantes. Salvaguardados os demais complexos fatores, que perpassam desde a gestão pública, a dificuldade de manejo adequado do solo até a limitação dos recursos hídricos, o acesso a insumos agrícolas, como fertilizantes e condicionadores de solo, é uma questão de fundamental preocupação tanto para grandes e pequenos produtores que atuam com alto ou baixo grau de desempenho em termos de emprego tecnológico e técnicas de gestão nos mais variados tipos de cultura. Ambos os cenários envolvem questões alinhadas à segurança alimentar, desenvolvimento econômico e, em um acirramento extremo da crise por falta de fertilizantes, também à defesa do País.

Neste artigo serão descritas as possibilidades de exploração de minerais estratégicos de P e K, dos quais o Brasil depende de importação em alto percentual para o suprimento de setores vitais da economia. A expansão da exploração, responsável e sustentável, de minerais estratégicos de P e K para áreas ambiental e socialmente sensíveis é inevitável para a garantia não apenas alimentar, mas também para a continuidade do desenvolvimento econômico do País, que se associam a aspectos da soberania brasileira. Serão descritas e analisadas as áreas geoestratégicas que compreendem a Amazônia Azul, a Amazônia e a Faixa de Fronteira.

Este artigo tem como objetivo geral analisar a importância da exploração de minerais estratégicos de P e K na produção de fertilizantes para o Agronegócio Brasileiro na

Amazônia Azul, Amazônia e Faixa de Fronteira, visando a Segurança Alimentar do Brasil. São objetivos específicos: demonstrar a relação entre a produção de fertilizantes e a segurança alimentar, visando estabelecer sua importância estratégica, a fim de prover à população acesso físico e monetário a quantidades de alimentos segura, suficiente e nutricionalmente adequada, objetivando suas necessidades nutricionais para a vida ativa e saudável, tal como recomenda a FAO (2022); apresentar o cenário internacional e nacional da indústria de fertilizantes, determinando a importância do Agronegócio para a economia do País, objetivando apontar como este pode ser afetado com a restrição da oferta internacional de fertilizantes, quais são os gargalos existentes que limitam esta produção e sua relação com a área de segurança, desenvolvimento e defesa (SDD); apresentar o diagnóstico das reservas de P e K no mundo e no Brasil; e, descrever as possibilidades de exploração de minerais estratégicos para a produção de fertilizantes na Amazônia Azul, Amazônia e Faixa de Fronteira, de forma sustentável, comparando situações semelhantes no Brasil e no mundo, para sugerir quais ações governamentais seriam adequadas ao setor.

1.1 METODOLOGIA DA PESQUISA

De forma a atingir os objetivos previstos, foi utilizada técnica de pesquisa qualitativa com coleta de dados, a qual abrangeu pesquisa bibliográfica, documental e de legislação, buscando referenciais para determinar o contexto econômico do agronegócio brasileiro, sua dependência externa de fertilizantes e a ligação direta com a segurança alimentar brasileira e mundial e com o desenvolvimento econômico do País.

Foi feito levantamento dos depósitos de minerais estratégicos de P e K com base em dados públicos do Serviço Geológico do Brasil-Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (SGB-CPRM) em seu site “cprm.gov.br”. Como estudo de caso, foram escolhidos: na Faixa de Fronteira, dois depósitos de fosfato – Três Estradas, no Rio Grande do Sul (RS), e Jauru, no Mato Grosso (MT) – e uma mina de fosfato – Ressaca, no Mato Grosso do Sul (MS); na Amazônia, dois depósitos de fosfato – Maecuru, no Amazonas (AM), e Santana, no Pará (PA) –, uma mina de fosfato – Sapucaia, no PA – e três depósitos de potássio – Fazendinha, Arari e depósito potassífero de Autazes, no AM; e, na Amazônia Azul, foram escolhidas três ocorrências de fosfato na margem continental brasileira.

Foram consultados mapas geológicos, mapas de recursos minerais e relatórios de pesquisa do SGB-CPRM, disponíveis no site da instituição, além de artigos científicos,

relatórios de empresas privadas atuantes nos depósitos, legislações, dissertações, teses e monografias disponíveis na internet, por meio do buscador Google. Os termos pesquisados foram “mineração”, “fosfato”, “potássio”, “Faixa de Fronteira”, “Amazônia Azul”, “Amazônia” e “Sustentabilidade e Responsabilidade Ambiental e Social”, quer individualmente ou de forma conjugada.

Visando propor novas ações e concluir o artigo, foram também pesquisados exemplos de boas práticas na mineração nacional e internacional e quais ações governamentais de estímulo ao desenvolvimento do setor mineral o Brasil já empreendeu.

2 A RELAÇÃO ENTRE SEGURANÇA ALIMENTAR E O USO DE FERTILIZANTES NO BRASIL

Segundo a FAO (2022, p. 202), a segurança alimentar é definida como uma “situação na qual todas as pessoas, em todos os momentos, têm acesso físico, social e econômico a recursos suficientes, seguros e alimentos nutritivos que atendam às suas necessidades dietéticas e preferências alimentares para uma vida ativa e saudável”. Não é o que ocorre para cerca de 28,1% da população mundial, que passa por situação de insegurança alimentar moderada a severa, segundo dados levantados entre 2019 e 2021, que refletem aumento da fome em 6,3% em relação ao período de 2014 a 2016 (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 2022). O continente africano, segundo mais populoso do mundo e que aumenta sua população velozmente, é o que mais sofre com insegurança alimentar moderada a severa, com 55,5% de sua população identificada nessa situação entre 2019 e 2021, seguido pela América Latina e Caribe, que possuem 37,3% do povo nas mesmas condições e período (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 2022). Dados da FAO (2022) mostram que países como Congo, Serra Leoa, Sudão do Sul, Haiti, República Africana Central, Malawi e Libéria possuem mais de 80% de sua população em situação de insegurança alimentar moderada a severa.

Em 2022, a Rede PENSSAN realizou o II Inquérito Nacional sobre Insegurança Alimentar no Contexto da Pandemia da Covid-19 no Brasil. Os resultados do inquérito mostram que entre novembro de 2021 e abril de 2022, 40% dos domicílios estavam em situação de segurança alimentar e nutricional, 4,8% a menos do que na pesquisa anterior feita pela mesma instituição em 2020 e 58,7% se encontravam em algum tipo de situação de insegurança alimentar e nutricional, refletindo aumento de 3,5% em relação a 2020. Dentre

os 58,7%, 30,7% viviam em situação de insegurança alimentar e nutricional moderada a grave e, destes, 15,5% conviviam com a fome, número 6,5% maior que na pesquisa anterior (REDE BRASILEIRA DE PESQUISA EM SOBERANIA E SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL, 2021; 2022). Pior situação foi verificada, surpreendentemente, na área rural, onde a fome atingiu 18,6% dos domicílios, o que representa aumento de 6,6% a mais que o identificado na pesquisa anterior, correspondendo ao maior aumento dentre todas as categorias avaliadas (REDE BRASILEIRA DE PESQUISA EM SOBERANIA E SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL, 2021; 2022). Corroborando com estes dados, a FAO (2022), no período de 2019 a 2021, indicou que 28,9% dos brasileiros conviviam com condições de insegurança alimentar moderada a grave, contra 18,3% entre 2014 e 2016.

Segundos dados da CONAB (2022a), a produção agrícola brasileira de grãos em 2021 (algodão, arroz, feijão, milho, soja e trigo) foi de 265,4 milhões de toneladas, puxada pela soja e milho, que são as commodities mais exportadas, mas também as mais consumidas internamente. Com relação ao arroz e feijão, quase toda a produção nacional destina-se ao consumo próprio, e quanto ao trigo, o consumo interno é aproximadamente 25% maior do que a produção, dependendo de importação para complemento (Tabela 1). Os dados relativos ao café e a cana-de-açúcar foram tratados pela CONAB (2021; 2022b; 2022c) em documentos diferentes, totalizando produções de 2.862.960 e 585.179.400 toneladas, respectivamente em 2021.

Tabela 1 – Parâmetros de produção dos principais cultivares brasileiros na safra 2021/2022.

Cultura	Área plantada (ha)	Produtividade (kg/ha)	Estoque inicial (t)	Produção (t)	Importação (t)	Consumo interno (t)	Exportação (t)
Arroz	1.619.800	6.669	2.514.500	10.803.200	1.000.000	10.800.000	1.300.000
Feijão	2.821.500	1.102	117.500	3.110.800	100.000	2.850.000	200.000
Trigo	2.921.400	3.092	488.300	9.031.600	6.500.000	12.269.400	2.500.000
Milho	21.665.800	5.338	7.781.800	115.662.700	1.700.000	77.187.500	37.500.000
Soja	40.950.600	3.029	6.171.200	124.047.800	900.000	51.243.000	75.232.000
Algodão	1.601.200	1.741	1.388.900	2.787.200	1.000	750.000	2.050.000
Café ⁴	1.808.500	1.584	-	2.862.960	2.420 ⁵	1.290.000 ⁶	2.544.000 ⁷
Cana-de-açúcar ⁸	8.317.300	70.357	-	585.179.400	-	-	-

Fonte: COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (2022a).

⁴ CONAB (2021). Safra 2021. Dados de janeiro a novembro de 2021.

⁵ COMEX STAT (2022). Dado de 2021.

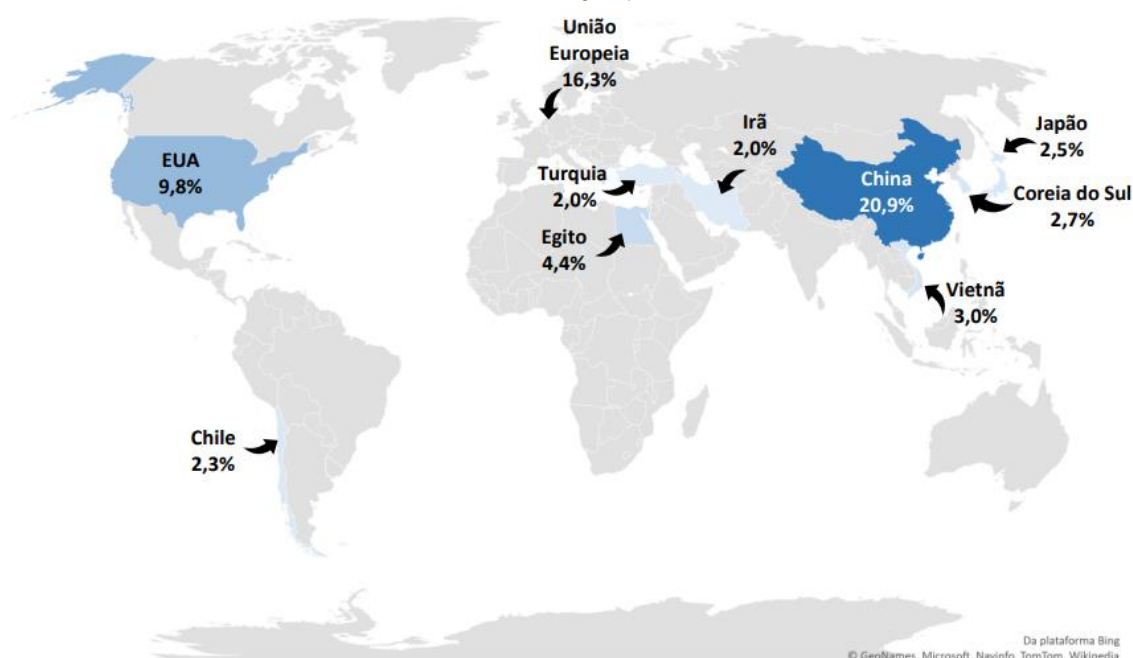
⁶ ABIC (2022) – Associação Brasileira da Indústria de Café. Novembro de 2020 a outubro de 2021.

⁷ CONAB (2022b). Dados de janeiro a dezembro de 2021.

⁸ CONAB (2022c). Safra 2021/2022. Da produção total de cana-de-açúcar, 260.454.700 de toneladas foram destinadas à fabricação de açúcar e 324.724.800 toneladas para fabricação de etanol.

Segundo dados da FAO (2022), o Brasil é o quinto país que mais exporta alimentos no mundo, ficando atrás dos Estados Unidos, Holanda, Alemanha e França. É o maior produtor e exportador mundial de soja, café, açúcar e suco de laranja (CNA, 2021a). Os principais países de destino dos produtos agrícolas brasileiros são a China, União Europeia e Estados Unidos (Figura 1). Neste contexto, os fertilizantes e a nutrição das culturas desempenham papel fundamental na realização do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) nº 2 da Agenda da ONU 2030, que busca acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e a melhoria da nutrição e promoção da agricultura sustentável.

Figura 1 – Principais destinos das exportações do agronegócio brasileiro em dezembro de 2021.



Fonte: CNA (2022).

Os dados demonstram que a produção agrícola brasileira tem caráter estratégico do ponto de vista social e econômico, sendo considerada um sustentáculo para a segurança alimentar e nutricional brasileira e mundial. O crescimento populacional, estimado em 9,7 bilhões de pessoas até 2050, concentrado principalmente em países africanos e na Índia, Paquistão, Indonésia e Estados Unidos, segundo dados da Organização das Nações Unidas (UNITED NATIONS, 2022), e os recursos minerais e naturais finitos, como fósforo e potássio utilizados na fabricação de fertilizantes, ainda sem substitutos, e água e terra disponível para lavouras são imensos obstáculos à segurança alimentar e nutricional no mundo. Garantir que a produtividade potencial seja alcançada sem danos maiores ao meio

ambiente é o grande desafio e, para tanto, a utilização de agroquímicos, como defensivos e fertilizantes, máquinas agrícolas e tecnologias biológica e de informação tornaram-se uma necessidade, assim como diminuir as perdas nas lavouras (ADAMI, 2021).

Um dos grandes empecilhos ao aumento da produtividade agrícola brasileira é a disponibilidade de fertilizantes químicos, categorizados em fosfatados, potássicos, nitrogenados e mistos.

São fertilizantes fosfatados o fosfato diamônico (DAP – no mínimo 45% de P_2O_5), fosfato monoamônico (MAP – no mínimo 48% de P_2O_5), superfosfato triplo (TSP – no mínimo 41% de P_2O_5) e superfosfato simples (SSP – no mínimo 18% de P_2O_5), sendo que os dois primeiros contêm também N. Os fertilizantes potássicos comumente utilizados são o cloreto de potássio (60% de K_2O), sulfato de potássio (50% de K_2O), sulfato duplo de potássio e magnésio (22% de K_2O) e nitrato de potássio (44% de K_2O).

Dentre os fertilizantes nitrogenados destacam-se a ureia (44% de N), o nitrato de amônio (32% de N) e o cloreto de amônio (25% de N). Os fertilizantes mistos utilizam formulações contendo N, P e K em quantidades variáveis, como NPK 4-14-8 e NPK 4-30-16. Na fabricação dos fertilizantes, além dos macronutrientes N, P e K, se fazem necessários Cálcio-Ca, Magnésio-Mg e Enxofre-S e micronutrientes como Cloro-Cl, Manganês-Mn, Boro-B, Zinco-Zn, Ferro-Fe, Cobre-Cu, Níquel-Ni, Cobalto-Co e Molibdênio-Mo. O principal nutriente aplicado no Brasil é o potássio, com 38%, seguido por fósforo, com 33%, e nitrogênio, com 29%.






A preocupação com a disponibilidade de fertilizantes motivou o Governo Federal, em 2021, a elaborar o Plano Nacional de Fertilizantes 2050 – PNF 2050 (BRASIL, 2022). O PNF 2050 informa que o Brasil é responsável, atualmente, por cerca de 8% do consumo global de fertilizantes, ocupando a quarta posição, atrás apenas da China, Índia e dos Estados Unidos. Soja, milho e cana-de-açúcar respondem por mais de 73% do consumo de fertilizantes no País. O plano acrescenta que os alimentos historicamente destinados ao abastecimento do mercado interno (como feijão e arroz) ainda apresentam grande margem para ganhos de produtividade agrícola, mas são mais suscetíveis à volatilidade dos preços de insumos agrícolas no mercado internacional. E ressalta ainda que, mais de 85% dos fertilizantes utilizados no País são importados, evidenciando elevado nível de dependência externa em um mercado dominado por poucos fornecedores. Essa dependência deixa a economia brasileira, fortemente apoiada no agronegócio, vulnerável às oscilações do mercado internacional de fertilizantes (BRASIL, 2022).

3 CENÁRIOS INTERNACIONAL E NACIONAL DA INDÚSTRIA DE FERTILIZANTES E SUA RELAÇÃO COM SEGURANÇA, DESENVOLVIMENTO E DEFESA

3.1 CENÁRIO INTERNACIONAL

A crescente necessidade de expansão das áreas de plantio no mundo implica aumento do consumo de fertilizantes, fazendo-se necessária a criação de novos estímulos para a produção desse insumo agrícola em larga escala global. Em 2020, o nitrogênio foi produzido principalmente na China, na Rússia e nos Estados Unidos, enquanto os fertilizantes fosfatados foram, sobretudo, provenientes da China, Estados Unidos e Marrocos, sendo que Canadá, Rússia e Bielorrússia responderam pelas maiores produções de fertilizantes potássicos (GlobalFert, 2021) (Figura 2).

Figura 2 – Países que mais produzem fertilizantes no mundo.

Maiores produtores de fertilizantes			
	Nitrogênio N	Fósforo P	Potássio K
1º	China 	China 	Canadá 
2º	Rússia 	EUA 	Rússia 
3º	EUA 	Marrocos 	Bielorrússia 

Fonte: GlobalFert (2021).

Em 2020, China, Índia, Estados Unidos e Brasil responderam por mais da metade do consumo global de fertilizantes (58%). A China foi a principal consumidora de nitrogênio, fósforo e potássio, sendo responsável por 24% de todo consumo global, enquanto o Brasil ocupou o quarto lugar com consumo de 8,3% do fertilizante produzido no mundo (Globalfert, 2021) (Figura 3).

Durante 2020, a pandemia de Covid-19 afetou os fluxos globais de comércio, dificultando a logística, entrega, exportação e importação de fertilizantes. Essas restrições foram mitigadas por decisões governamentais – em diversos países, as atividades econômicas relacionadas à cadeia de fertilizantes foram consideradas essenciais. Em 2021, o preço médio dos fertilizantes, que em algumas culturas respondem por um terço do custo

operacional, aumentou em mais de 100%, pressionado pelo câmbio, aumento do frete internacional e pela escassez de matéria-prima (CNA, 2021b).

Figura 3 – Países que mais consomem fertilizantes no mundo.

Maiores consumidores de fertilizantes			
	Nitrogênio N	Fósforo P	Potássio K
1º	China 	China 	China 
2º	Índia 	Índia 	Brasil 
3º	EUA 	Brasil 	EUA 
4º	Brasil 	EUA 	Índia 

Fonte: GlobalFert (2021).

A pandemia de Covid-19 demonstrou o risco de se depender fortemente da importação de produtos essenciais para a sustentação de um dos setores mais profícuos da economia nacional. Mais recentemente, esse temor voltou à tona devido a guerra da Rússia contra a Ucrânia. As sanções econômicas impostas à Rússia e Bielorrússia, grandes fornecedores de fertilizantes potássicos para o Brasil, e os gargalos logísticos podem restringir ou mesmo interromper o fluxo exportador desses países. Por outro lado, a China e, recentemente, a Rússia, limitaram as exportações de fertilizantes em 2021/22, com o objetivo de garantirem o abastecimento local desses insumos e a manutenção de preços ao produtor rural interno para, com isso, proteger as suas economias contra a falta de matéria-prima para produção de fertilizantes, garantindo sua segurança alimentar e evitando a elevação dos preços dos alimentos (BRASIL, 2022).

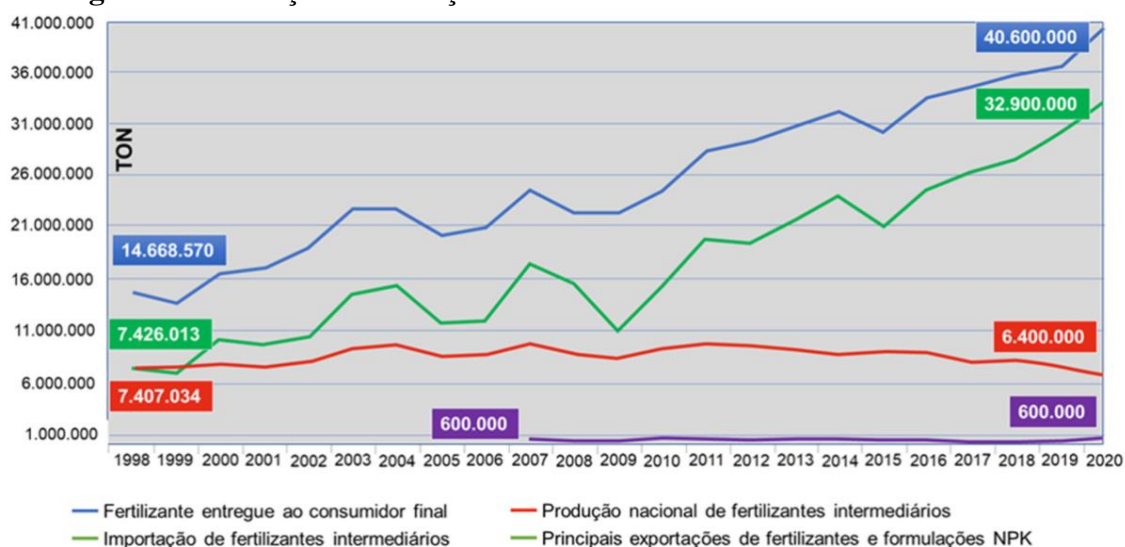
3.2 CENÁRIO NACIONAL

A maioria dos solos brasileiros, principalmente no Cerrado e em parte das regiões sul e sudeste, é ácida e pobre em nutrientes e, conseqüentemente, possuem baixa fertilidade natural para sustentar produtividades ótimas das principais culturas consumidas internamente e também das culturas exportáveis produzidas no País (ALVES; CONTINI; GASQUES, 2008). Estima-se, a partir de dados de produção das culturas, de área plantada e das quantidades médias de N, P e K utilizadas, que a fertilização do solo para aumento da

produtividade de soja, cana-de-açúcar, milho, arroz, feijão e algodão, tenha poupado cerca de 50 milhões de hectares entre os anos de 1990 e 2018 (BRASIL, 2022).

Entre 1998 e 2020, a entrega de fertilizantes ao consumidor final cresceu cerca de 177% (Figura 4) e esses quantitativos devem aumentar, considerando as estimativas apresentadas pelo BRASIL (2021), de que a produção de grãos atingirá 333,1 milhões de toneladas nos próximos dez anos. Em relação ao que o País produziu em 2020/2021, o acréscimo na produção até 2030/2031 deverá ser de 71 milhões de toneladas, alta de 27,1%, a uma taxa de crescimento de 2,4% ao ano, sendo que soja, milho de segunda safra e algodão devem continuar puxando o crescimento (BRASIL, 2021a). No entanto, a produção de fertilizantes no Brasil é deficiente sob os aspectos técnico e econômico. Destacam-se gargalos ligados ao mapeamento geológico e à descoberta e desenvolvimento de novas jazidas de matérias-primas, como P e K, dificultadas por questões logísticas, excesso de burocracia na liberação de licenciamento ambiental de jazidas, questões territoriais envolvendo indígenas e outros povos tradicionais, falta de financiamento para pequenas e médias mineradoras, questões tributárias e desenvolvimento de tecnologias.

Figura 4 – Evolução da balança nacional de fertilizantes NPK de 1998 a 2020.

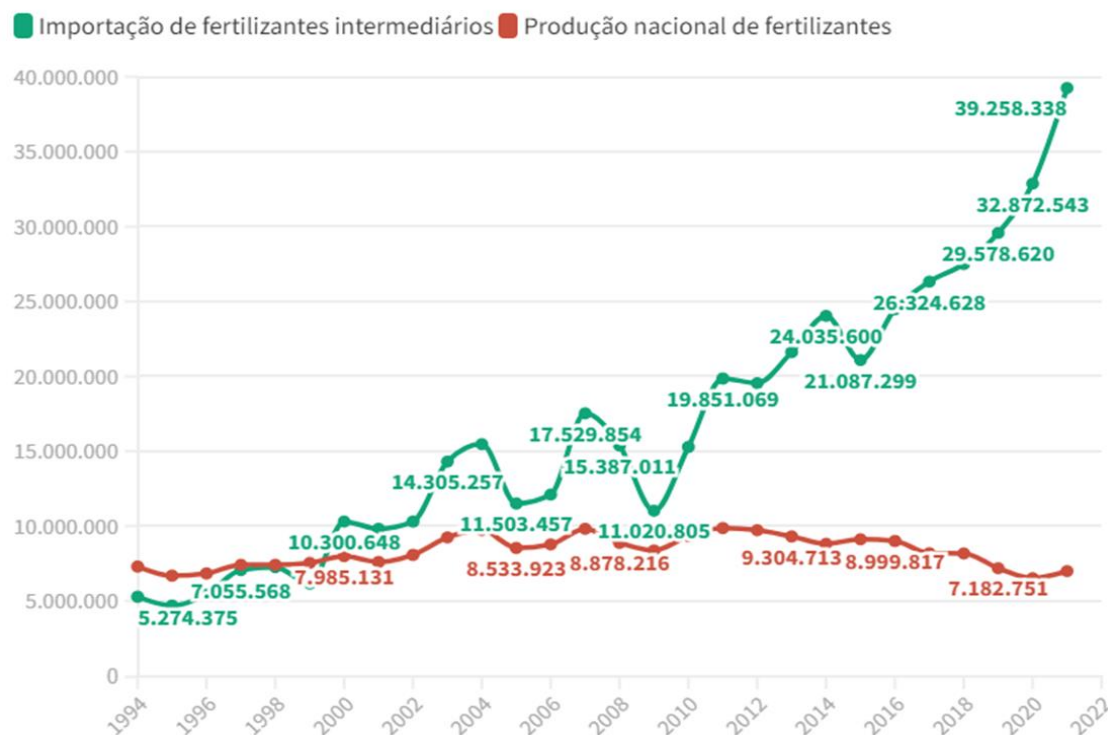


Fonte: BRASIL, 2022.

Com as dificuldades de produção própria de fertilizantes, o País depende das importações para suprir o mercado interno e esse fenômeno tem se agravado nos últimos anos (Figura 5). Dentre os fertilizantes mais importados, destacam-se o cloreto de potássio, atingindo patamar de importação superior a 95% do consumo interno e rocha fosfática e

derivados, dos quais o País depende da importação de cerca de 72% do total utilizado (ANDA, 2022).

Figura 5 – Histórico da produção e importação de fertilizantes pelo Brasil entre 1994 e 2021, em toneladas.



Fonte: IBGE/Anda

Os dados de importação de fertilizantes intermediários de 2001, 2003 e 2005 foram tirados da Secretaria de Comércio Exterior do Governo Federal

Fonte: GHIRALDELLI; FREUA (2022).

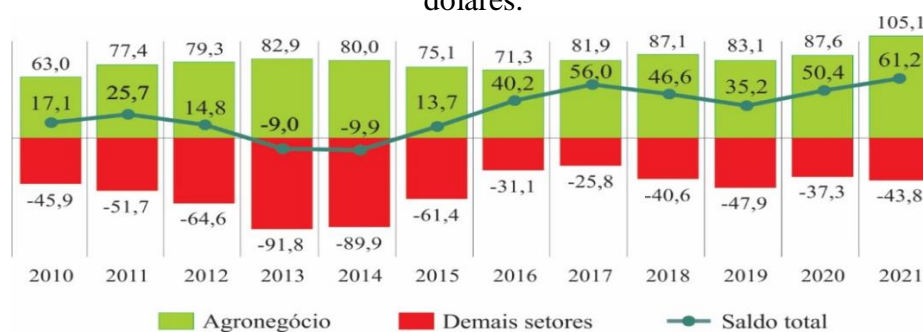
Segundo dados de Estatísticas de Comércio Exterior do Ministério da Economia (COMEXSTAT-ME) (2022), em 2021, o Brasil importou 3.441.274 toneladas de fertilizantes fosfatados – aumento de 55% em relação a 2019, pré-pandemia de Covid-2019 – e 13.175.345 toneladas de fertilizantes potássicos – 23% a mais que 2019 –, que corresponderam, respectivamente, a US\$ FOB 929 milhões e US\$ FOB 4,262 bilhões, além de 1.821.727 milhões de toneladas de rocha fosfática *in natura* – 25% menos que em 2019 – ao custo de US\$ FOB 144,8 milhões. Os fertilizantes potássicos foram importados principalmente do Canadá, Rússia e Bielorrússia. As importações de fertilizantes fosfatados foram principalmente do Egito e da China, enquanto o maior exportador de rocha fosfática para o Brasil foi o Peru. No ano de 2021, o consumo aparente (fertilizante entregue ao consumidor final) foi de 45,9 milhões de toneladas, enquanto as importações de fertilizantes

intermediários foram de 39,3 milhões de toneladas e a produção nacional de fertilizantes intermediários foi de 7 milhões de toneladas (ANDA, 2022).

Com a criticidade relacionada à disponibilidade de fertilizantes, o Brasil vê ameaçados sua segurança alimentar e desenvolvimento econômico. Sem o agronegócio, o Brasil registraria déficits recorrentes em sua balança comercial (Figura 6). Em 2021, o saldo da balança comercial do agronegócio foi de US\$ 105,1 bilhões, 2,4 vezes superior ao déficit total registrado pelos demais setores da economia. A pujança do setor também fica demonstrada pela quantidade de empregos gerados. Em dezembro de 2019, o agronegócio empregava cerca de 18,25 milhões de brasileiros.

A agricultura de pequena escala ou agricultura familiar, tem papel fundamental nesse cenário. Em 2017, de acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia (IBGE, 2017), apenas a agricultura familiar empregava 10,1 milhões de pessoas, distribuídas por 77% dos estabelecimentos produtivos do País, que ocupavam 80,9 milhões de hectares, concentrados nas regiões norte e nordeste, atingindo valor de produção de R\$ 107 bilhões de reais, equivalente a 23% da produção agropecuária brasileira naquele ano.

Figura 6 – Saldo da balança comercial brasileira e do agronegócio em bilhões de dólares.



Fonte: atualizado de CNA (2021a).

Logo, a diminuição da produção agrícola, frente ao desabastecimento de fertilizantes, poderia, além de trazer de volta a necessidade de importar alimentos em maior escala, provocar recessão econômica, dificultando ainda mais todo o quadro geral. A Política Nacional de Defesa (PND) de 2016 incorpora aspectos relacionados a este cenário e aborda a importância dos recursos naturais, da garantia de disponibilidade de alimentos e da atenção que se deve dar às regiões de faixa de fronteira, Amazônia e Amazônia Azul. Neste contexto, a PND traz que:

O expressivo aumento das atividades humanas decorrente dos crescimentos econômico e populacional mundiais tem resultado na urbanização desordenada e na ampliação da demanda por recursos naturais. Dessa forma, não se pode negligenciar a intensificação de disputas por áreas marítimas, pelo domínio espacial e por fontes de água doce, de alimentos e de energia. Tais questões poderão levar a ingerências em assuntos internos ou a controvérsias por interesses sobre espaços sujeitos à soberania dos Estados, configurando possíveis quadros de conflito (BRASIL, 2016, p. 18)...

...Do ponto de vista da Defesa, além das regiões onde se concentram os poderes político e econômico, deve-se dar prioridade à faixa de fronteira, à Amazônia e ao Atlântico Sul (BRASIL, 2016, p. 13).

Entende-se que, o uso sustentável de recursos minerais para a garantia da segurança alimentar e desenvolvimento econômico brasileiro pode ser enquadrado como fundamental à promoção da segurança e desenvolvimento e, também, da defesa nacional, caso haja acirramento extremo da crise de dependência de fertilizantes. No que tange aos recursos minerais P e K, focos deste artigo pelo seu caráter prospectivo, há no Brasil reservas já delineadas de minerais de fosfato (P_2O_5 – do qual se extrai o P) e de cloreto de potássio (KCl – do qual se obtém o K, na forma de K_2O), que podem ser exploradas visando a diminuição da dependência externa por fertilizantes, mas que estão localizadas em áreas sensíveis e estratégicas como Amazônia, Amazônia Azul e faixa de fronteira, com complexos obstáculos socioambientais.

4 DIAGNÓSTICO DAS RESERVAS DE P E K NO MUNDO

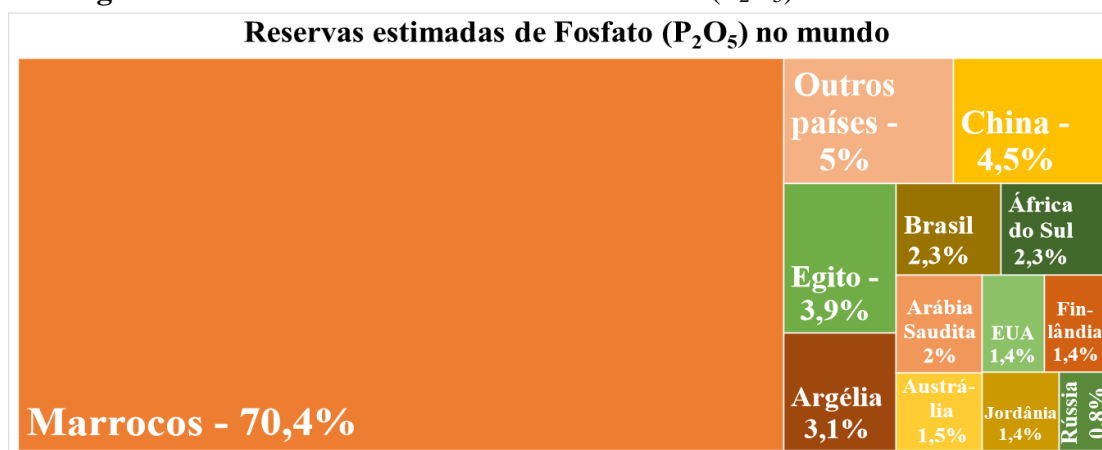
O P, obtido de rochas com altos conteúdos de fosfato (rochas fosfáticas) principalmente de origem sedimentar marinha e, subordinadamente, de origem ígnea, é extraído a partir do P_2O_5 (fosfato) (USGS, 2022). Segundo dados do United States Geological Survey (USGS, 2022), referentes a 2021, as maiores reservas de rochas fosfáticas do mundo são encontradas no Marrocos, no oeste africano, as quais compreendem cerca de 70,4% do total, enquanto o Brasil com apenas 2,3% das reservas (Figura 7). A situação do Brasil se torna mais delicada, porque, ao contrário do que ocorre no mundo, cerca de 80% das reservas de fosfato brasileiras estão associadas às rochas magmáticas, de mais difícil beneficiamento e com menores teores, quando comparadas às rochas sedimentares (DARDENNE; SCHOBENHAUS, 2000).

Atualmente, a reserva oficial brasileira de rochas fosfáticas (reservas medidas + indicadas) é da ordem de 5,2 bilhões de t, correspondendo a 460 milhões de t de P_2O_5 contido, dos quais a reserva lavrável é de 2,9 bilhões de t de rocha fosfática (com teor médio

em torno de 10% de P_2O_5), compreendendo 317 milhões de t de P_2O_5 contido (BRASIL, 2022). Essas reservas não incluem o dimensionamento de ocorrências de fosforitos na plataforma continental (Amazônia Azul). O Brasil possui potencial geológico favorável para a expansão de suas reservas de fosfato em todas as regiões do País. Atualmente, a produção de fosfato ocorre nos estados de Minas Gerais (MG), Goiás (GO), São Paulo (SP), Bahia (BA), Mato Grosso do Sul (MS) e Pará (PA).

Não se conhece elemento químico que substitua o fósforo na agricultura, o que o torna imprescindível para a produção de alimentos. Estima-se que em meados de 2050 a demanda mundial por fósforo duplique, em contraponto ao possível esgotamento das reservas mundiais de rochas fosfáticas nos próximos 50-100 anos, o que é questionado por estudos que preveem que a depleção deste recurso poderá demorar séculos (PANTANO *et al.*, 2016). Fato é que, antes do esgotamento, a qualidade das reservas estará seriamente comprometida e a demanda será maior que a oferta (PANTANO *et al.*, 2016). Isso já começa a ocorrer com a busca por novas tecnologias que permitam a extração de fosfato de minerais de difícil beneficiamento, como aqueles que contêm fosfato de alumínio em sua composição.

Figura 7 – Reservas estimadas de rocha fosfática (P_2O_5) no mundo em 2021.



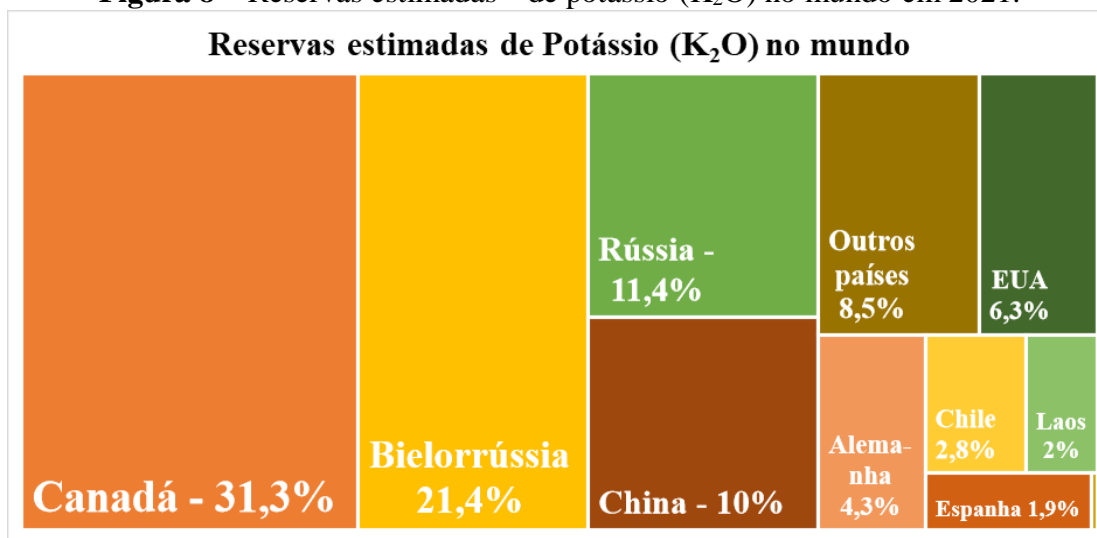
Fonte: USGS (2022).

O K extraído de sais de cloreto de potássio (KCl) é formado em ambiente marinho sob condições extremas de aridez (MOHRIAK; SZATMARI, 2008). As maiores reservas mundiais de KCl ocorrem no Canadá (31,3%), Bielorrússia (21,4%), Rússia (11,4%) e China (10%) (Figura 8), cabendo ao Brasil reservas ínfimas que representam apenas 0,1% do total (USGS, 2022). As principais reservas brasileiras de sais de potássio são estimadas em 16,8 bilhões de toneladas e estão localizadas nas regiões de Taquari/Vassouras, Santa Rosa de

Lima e Rosário do Catete, em Sergipe, e nas regiões de Itacoatiara, Nova Olinda do Norte, Autazes, no AM (BRASIL, 2019; KIEFER; ULHEIN; FANTON, 2019).

Apenas o K encontrado em rochas evaporíticas⁹ é atualmente explorado no mundo, no entanto, é possível obter K de rochas muito mais abundantes como o granito, mas ainda não é viável tecnológica e economicamente.

Figura 8 – Reservas estimadas¹⁰ de potássio (K₂O) no mundo em 2021.



Fonte: USGS (2022).

5 MINERAIS ESTRATÉGICOS DE P E K EM FAIXA DE FRONTEIRA, AMAZÔNIA E AMAZÔNIA AZUL

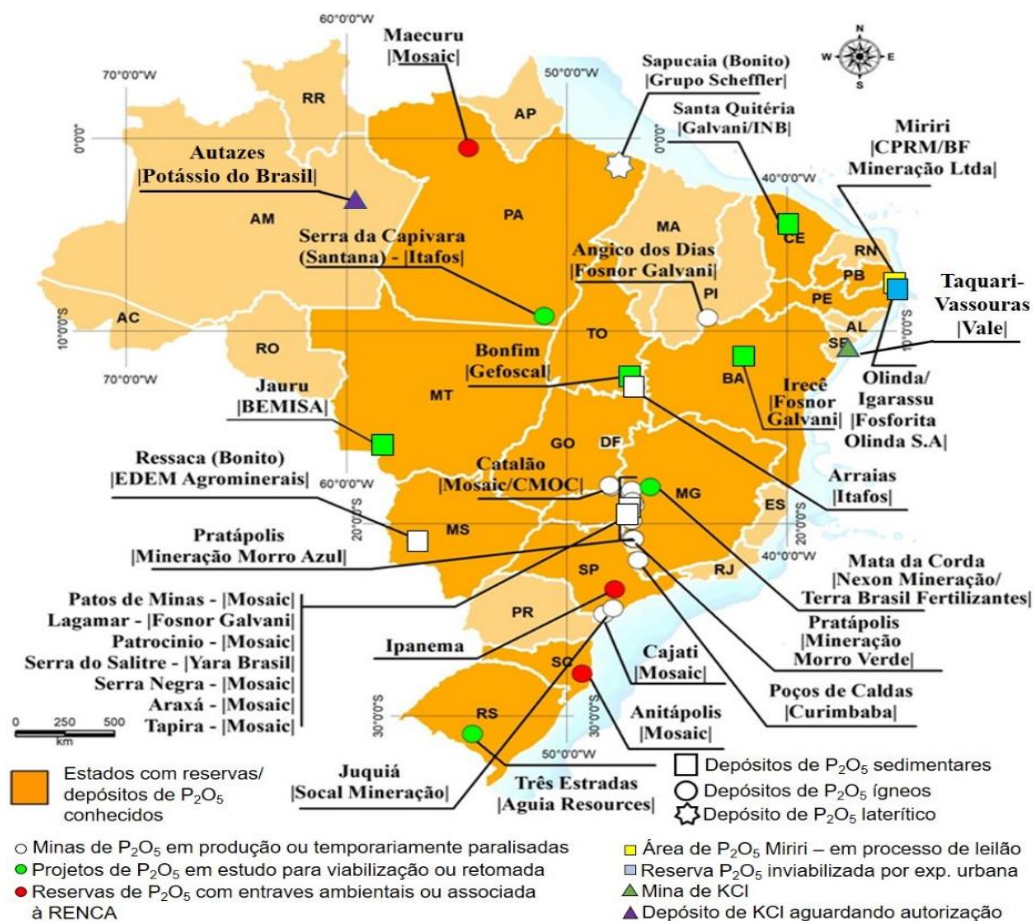
A dependência da importação de fertilizantes e seu alto preço, aliado à necessidade de consumo cada vez maior dessas substâncias, em compatibilidade com o crescimento da produção, foram alguns dos motivos para que o setor do agronegócio não realizasse ganhos ainda maiores nos últimos anos (CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA, 2022). Por se qualificarem como bens minerais dos quais o Brasil depende de importação em alto percentual para o suprimento de setor vital da economia, o Ministério de Minas e Energia-MME (BRASIL, 2021b), por meio da Resolução nº 02, de 18 de junho de 2021, em atendimento ao art. 2º do Decreto nº 10.657, de 24 de

⁹ Rochas sedimentares originadas pela evaporação em lagos ou mares rasos, com a concentração e precipitação de sal, formando minerais como a halita (NaCl – sal de cozinha), silvita (KCl), silvinita (KCl+NaCl), carnalita (KMgCl₃.6H₂O) e a gipsita (CaSO₄ – gesso).

¹⁰ O USGS (2022) informa que Israel e Jordânia recuperam potássio do Mar Morto, que contém quase 2 bilhões de toneladas de cloreto de potássio (KCl), no entanto, não divulgam volume de potássio (K₂O) desde 2020. Em 2019, os volumes reportados de K₂O para 2018 foram de 270.000 toneladas para cada país (USGS, 2019).

março de 2021, aprovou a inserção de P e K na relação de minerais estratégicos para o País. Além desta iniciativa, o Governo Federal elaborou o PNF, que lista uma série de medidas na tentativa de diminuir a dependência externa por fertilizantes. Dentre as ações elencadas está o incremento do conhecimento geológico do País para promover a descoberta de novos depósitos de P e K. Depósitos de fosfato são mais recorrentes e estão distribuídos em todas as regiões do País, incluindo áreas de Faixa de Fronteira, Amazônia e Amazônia Azul (Figura 9). Os depósitos de cloreto de K (Figura 9), por outro lado, só são encontrados nos estados de Sergipe (SE)/Alagoas (AL) e AM.

Figura 9 – Mapa de depósitos de P_2O_5 e KCl no Brasil e empresas prospectoras/mineradoras.



Fonte: modificado de BRASIL (2022).

Em Sergipe se encontra a única mina de K em operação no Brasil, a mina de Taquari-Vassouras, de propriedade da empresa Vale, com reserva de 62,92 milhões de toneladas de KCl+NaCl (BRASIL, 2019). Na mesma bacia sedimentar, em Sergipe, há reservas estimadas em 14,4 bilhões de toneladas de K pelo Projeto Carnalita, também desenvolvido pela Vale

(BRASIL, 2019). No AM está localizado o depósito potássífero de Autazes, com reservas da ordem de 767 milhões de toneladas de KCl (KIEFER; ULHEIN; FANTON, 2019), ainda em fase de viabilização, com sérias restrições socioambientais, e os depósitos adjacentes de Fazendinha e Arari, de propriedade da Petrobras, com reservas totais de 1 bilhão de tonelada de K₂O (BRASIL, 2022), com estudos exploratórios paralisados desde o final da década de 80.

5.1 FAIXA DE FRONTEIRA

De acordo com o Instituto Brasileiro de Mineração-IBRAM (2022), de modo geral, a principal peculiaridade na mineração em Faixa de Fronteira se relaciona ao assentimento do Conselho de Defesa Nacional (CDN), quanto à concessão dos direitos minerários, tendo em vista as questões de segurança nacional e soberania. Dentre os requisitos do CDN para a outorga do direito minerário, tem-se: i) ao menos 51% do capital social pertencente a brasileiros; ii) 2/3 de trabalhadores brasileiros; e iii) gerência e administração conduzida por maioria de brasileiros, com poderes predominantes. De acordo com a instituição, a restrição ao capital estrangeiro e a largura da faixa de 150 km, que compreende área total de 1,5 milhões de km², são dois grandes entraves para o desenvolvimento da mineração nestes locais.

Em faixa de fronteira, o Brasil possui 2 pequenos depósitos e 1 mina de fosfato (BRASIL, 2022):

- i) depósito de fosfato Três Estradas, no RS, em fase de obtenção da licença de instalação, localizado a 70 km a NE da fronteira com o Uruguai, com recurso total medido mais indicado, considerando material oxidado e rocha fresca, de 104 milhões de toneladas com teor médio de 4% de P₂O₅. Esse depósito tem sido prospectado desde 2011 pela empresa Aguiá Fertilizantes. Obteve a licença prévia em 2019 e em 2021 apresentou ao órgão estadual competente o pedido de licença de instalação, ainda não concedida. A exploração do depósito tem encontrado resistência de organizações como o Comitê dos Povos e Comunidades Tradicionais do Pampa, que junto a Fundação Luterana de Diaconia (FDL), apresentou requerimento solicitando ao Ministério Público Federal (MPF) a anulação da licença prévia. A produção prevista é de 300 mil toneladas de rocha fosfática por ano;
- ii) depósito de fosfato Jauru, no MT, em fase de conclusão dos estudos de viabilidade, situado a 100 km a N da fronteira com a Bolívia, com reserva de 314 milhões de

toneladas. O maior desafio para a viabilização desse depósito tem sido definir uma rota tecnológica para beneficiamento do minério, que ocorre associado a ferro;

- iii) mina de fosfato Ressaca, no MS, atualmente em exploração, localizado a aproximadamente 150 km a E e a S da fronteira com o Paraguai, com reserva de 11,5 milhões de toneladas. Neste depósito também se tem buscado nova rota tecnológica, mas com a finalidade de aumentar a concentração do minério fosfático. Atualmente são produzidos a partir desse depósito 100 mil toneladas de fertilizantes fosfatados naturais por ano.

5.2 AMAZÔNIA AZUL

A Amazônia Azul, que compreende 3,5 milhões de km² ao longo da plataforma continental, pode ser considerada a última fronteira da mineração brasileira (BRASIL, 2011). Em várias partes do mundo são verificadas ocorrências de fosfato contido em rochas sedimentares chamadas fosforitos formadas em condições ambientais específicas. Os fosforitos atuais ocorrem principalmente nas plataformas continentais e parte superior do talude continental, em profundidades menores que 500 metros e, com pequenas exceções, situadas entre as latitudes 40° N e 40° S (MARTINS; SOUZA, 2007). Também já foram identificados em platôs e cordilheiras submarinas. Potássio ocorre em ambientes evaporíticos formados ao longo da costa e em mar raso (BRASIL, 2011).

Na Amazônia Azul foram identificados fosforitos com teor de P₂O₅ de até 5,39% entre o terraço do Rio Grande e a plataforma de Florianópolis em profundidades entre 350 e 550m (ABREU et al., 2014, p. 544). Durante os trabalhos do Projeto Reconhecimento Global da Margem Continental Brasileira (REMAC) foram encontrados sedimentos inconsolidados com teores de até 18,4% de P₂O₅ entre 270 e 305m e entre 390 e 1.371m no Platô do Ceará (MENOR; COSTA; GUAZELLI, 1979) e ocorrências de fosforito em concreções na plataforma continental do Rio Grande do Sul, em profundidades entre 500 e 600 metros, com teores de 15 a 16% de P₂O₅ (KLEIN et al., 1992). Quanto a ocorrências de sais de potássio na plataforma continental, são conhecidas extensões da mineralização de Taquari-Vassouras em direção ao mar na costa de Sergipe (BRASIL, 2011).

A questão principal quanto à viabilidade da mineração de fosforito na Amazônia Azul é que as fontes continentais são ainda suficientes para suprir a demanda e o preço do mercado global é normalmente baixo o bastante para inibir a mineração no mar (BRASIL, 2011, p. 41). Soma-se a essa questão, o fato de que há tecnologias disponíveis que podem

ser utilizadas na extração, mas estudos ambientais sobre os impactos da mineração de fosfato marinho ainda são muito limitados (BRASIL, 2011, p. 41).

5.3 AMAZÔNIA

A Amazônia, por sua vez, compreende uma área de 4 milhões de km², da qual se tem baixo conhecimento geológico, mas que se destaca como detentora de muitos depósitos minerais de classe mundial, dos quais provêm Ferro, Manganês, Cobre, Estanho, Alumínio, Cromo, Tântalo e Caulim, além de contar com depósitos de Fosfato e Potássio. As dificuldades atreladas à exploração mineral, no entanto, são muitas e complexas. Há várias restrições legais ao acesso às áreas com maior potencial prospectivo na Amazônia.

Grande parte da região amazônica, cerca de 28%, é abrangida por unidades de conservação divididas em dois grandes grupos com vários subgrupos cada: Unidades de Proteção Integral (Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque Nacional, Parque Estadual, Monumento Natural e Refúgio da Vida Silvestre), nas quais é proibida qualquer atividade extrativista; e de Unidades de Uso Sustentável (Áreas de Proteção Ambiental, Áreas de Proteção Ambiental Estadual, Áreas de Relevante Interesse Ecológico, Florestas Nacionais, Florestas Estaduais, Reservas Extrativistas, Reservas de Fauna e Reservas de Desenvolvimento Sustentável), nas quais é, eventualmente, permitida pelas instituições governamentais ambientais federal ou estaduais a exploração mineral e a mineração mediante licença e plano de manejo prévios. As licenças ambientais para exploração, quando concedidas, são extremamente morosas, o que se constitui, no momento, no maior entrave à exploração mineral na Amazônia, sendo motivo de grande preocupação por parte das empresas concessionárias de direitos minerários junto à Agência Nacional de Mineração (ANM).

Na Amazônia estão localizados 2 depósitos de fosfato ígneos, 1 pequena mina de fosfato laterítico, em operação, e 3 depósitos de potássio (BRASIL, 2022):

- i) depósito de fosfato de Maecuru, localizado no noroeste do PA. Este depósito possui reserva estimada em 200 milhões de toneladas de minério de fosfato, com teor de P₂O₅ em 15,0 %, além de 5 bilhões de toneladas de titânio (20% de TiO₂) e com potencialidades de nióbio, cobre, terras raras e carbonato (ABRAM et al., 2011). O depósito está situado numa região cuja exploração foi proibida por decreto presidencial em 1984 (Área da Reserva Nacional do Cobre - RENCA, situada entre o Pará e o Amapá). Em 2017 houve a tentativa do Governo Federal de abrir a RENCA por meio de

- decreto presidencial, mas a pressão de ambientalistas e da comunidade internacional fez com que este fosse revogado;
- ii) depósito de fosfato de Santana, situado no sudeste do PA. Possui reserva de 60,4 Mt com teor médio de 12% de P_2O_5 . Está prevista a implantação de um projeto de exploração verticalizado com atividade de mineração e planta química. A expectativa é produzir 500.000 toneladas de SSP por ano;
 - iii) mina de fosfato de Sapucaia (Bonito), localizado no nordeste do PA. Compreende uma pequena reserva de fosfato laterítico (fosfato de alumínio) com 4 Mt e teor médio de 22% P_2O_5 . O beneficiamento é feito por via térmica, mais dispendioso, caracterizando este depósito como termofosfato;
 - iv) depósitos de potássio Fazendinha e Arari, localizados no nordeste do AM. Foram descobertos pela Petromisa na década de 80 e atualmente são de propriedade da Petrobras. Apenas Fazendinha e Arari juntos possuem reservas recuperáveis estimadas de cerca de 1 bilhão de tonelada com teor médio de 18,5% de K_2O , mas não há nenhum projeto em andamento que vise a exploração destes depósitos. Em 2008, a mineradora Falcon Metais (Grupo Forbes & Manhattan) arrematou em leilão o depósito de Fazendinha, mas o processo foi interrompido pelo governo na época sob alegação de que o ativo havia sido subestimado;
 - v) depósitos de potássio de Autazes, Itacoatiara e Nova Olinda do Norte (Depósito Potassífero de Autazes), que se configuram como extensão dos depósitos de Fazendinha e Arari, no nordeste do AM. O Depósito Potassífero de Autazes está sendo prospectado pela empresa Potássio do Brasil (que conta com sócios da Falcon Metais) e se encontra em fase de viabilização, enfrentando entraves ambientais e sociais na Amazônia (KIEFER; ULHEIN; FANTON, 2019). Os depósitos de Autazes possuem reservas recuperáveis totais superiores a 767 Mt de potássio com teor médio de 30,71% de KCl (18,43% de K_2O equivalente). A mineralização abrange uma área de 155 km², com espessura média de 2,07 m e situa-se entre as profundidades de 685 m e 865 m (KIEFER; ULHEIN; FANTON, 2019). Como lavrar o minério a essas profundidades, garantindo impacto mínimo ao meio ambiente, é a principal dificuldade técnica. O local planejado para implantar as instalações da Potássio do Brasil fica próximo ao rio Madeira e a 8 km da terra indígena do povo Mura, que afirma ter um território maior reivindicado anteriormente à Fundação Nacional do Índio (FUNAI), fazendo-se necessária consulta aos Mura quanto à construção do empreendimento, conforme Convenção 169 da

Organização Internacional do Trabalho (OIT). A empresa já investiu US\$ 200 bilhões no projeto e só em Autazes estima que poderia extrair 2,5 milhões de toneladas de KCl por ano, capacidade que poderia dobrar quando somadas as demais jazidas, perfazendo 40% da necessidade atual do insumo no país.

5.4 SUSTENTABILIDADE E RESPONSABILIDADE SOCIOAMBIENTAL NA MINERAÇÃO

Um dos maiores entraves impostos à atividade de mineração está associado a como os empreendimentos afetarão socioambientalmente a região em que forem implantados. Não é possível instalar empreendimentos minerais sem afetar, ainda que de forma pontual, o meio ambiente e a sociedade próxima, no entanto, eles são imprescindíveis para a existência da sociedade nos moldes atuais. Para tanto, o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), que são documentos direcionados à sustentabilidade, visando avaliar e precisar a intensidade e dimensão do impacto, devem ser elaborados com rigor.

Boas práticas, ações sustentáveis, responsabilidade social e ambiental e princípios de ESG mitigam sobremaneira os riscos associados. O International Council on Mining & Metals (ICMM) divulgou em 2006 um guia de boas práticas para mineração e biodiversidade com o objetivo de abordar a conservação da biodiversidade em suas políticas e operações. Este guia, elaborado com o auxílio do International Union for Conservation of Nature (IUCN), traz diversos exemplos de como a mineração pode ser feita de forma sustentável e responsável.

Na Austrália Ocidental, a mina de Níquel Ravensthorpe está localizada em uma faixa de vegetação remanescente em meio a uma zona agrícola adjacente ao Parque Nacional do Rio Fitzgerald, que faz parte da zona de amortecimento da Biosfera do Rio Fitzgerald, uma área de biodiversidade de renome mundial (ICMM, 2006). Nesse projeto, a perda de habitat da fauna foi compensada através da compra de um bloco adjacente de 650 hectares como compensação para conservação e com o reflorestamento de cerca de 600 hectares de terras agrícolas desmatadas existentes para permitir sua incorporação de volta ao Corredor Bandalup (ICMM, 2006). Foram ainda feitos ensaios de reabilitação em grande escala, ensaios de translocação para espécies prioritárias, estudos genéticos e estudos de propagação de sementes que permitiram o desenvolvimento de planos de reabilitação e gestão de espécies prioritárias (ICMM, 2006).

Outro exemplo de esforço de sustentabilidade na mineração, com preservação do meio ambiente e integração com povos indígenas em paralelo à extração mineral, é a mina de Ferro de Carajás, no PA, da empresa Vale. Atualmente, a Vale ajuda a proteger aproximadamente 1 milhão de hectares de terra no bioma Amazônia. A Floresta Nacional de Carajás (FLONA), um dos maiores blocos de vegetação nativa do sudeste do PA foi criada em 1998 através do Decreto nº 2.486 e é atualmente administrada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), em parceria com a Vale (VALE, 2022). A área possui 411.948,87 hectares, aproximadamente 11 vezes maior do que o total da ocupada pelas unidades operacionais da empresa, sendo que, das áreas protegidas, 4,2% são próprias e o restante em parceria com outros órgãos (VALE, 2022).

Na mina de carvão Gregg River, situada ao lado das Montanhas Rochosas no oeste de Alberta, no Canadá, tem-se um bem sucedido processo de recuperação da área degradada, que envolveu a remodelação da pilha de material estéril, cobrindo-a com 30 a 40 centímetros de regolito e solo superficial, seguida de reflorestamento (ICMM, 2006). Os usos da terra pós-fechamento foram identificados como proteção de bacias hidrográficas, habitat de vida selvagem e silvicultura comercial (ICMM, 2006).

O ICMM (2006) recomenda como boa prática o envolvimento precoce com as partes interessadas, em particular grupos indígenas, quando for o caso, e comunidades locais, incluindo consultas públicas, como prevê a Convenção nº 169 da Organização Internacional do Trabalho (OIT) quanto a povos indígenas e tribais, por exemplo. Isso pode ser útil para avaliar preliminarmente a potencial viabilidade geral de uma atividade de mineração proposta na região e também pode ajudar a garantir que a avaliação de impacto ambiental e social esteja focada em assuntos de interesse das partes interessadas, o que agregará valor ao processo de tomada de decisão e fornecerá uma abordagem estruturada para considerar as consequências ambientais, econômicas e sociais das opções e alternativas ao desenvolver um projeto de mineração.

6 AÇÕES GOVERNAMENTAIS

Desde as décadas de 60 e 70, governo após governo, o Brasil vem investindo no mapeamento geológico para propiciar a descoberta de depósitos de fosfato e potássio no País por meio de políticas públicas que contemplam o setor. Os diversos relatórios técnicos podem ser encontrados no endereço rigeo.cprm.gov.br, pesquisando pelos termos “potássio” e “fosfato”. Mais recentemente destacam-se ações governamentais voltadas a diminuição da

dependência de fertilizantes, como a elaboração do Plano Nacional de Fertilizantes (BRASIL, 2022), que contempla a produção de P e K, e o Plano Nacional de Mineração 2050 (PNM 2050), que buscam estabelecer diretrizes e objetivos de longo prazo para os setores de fertilizante e mineral, respectivamente, orientando tendências e assinalando opções de expansão dos segmentos, de forma sustentável.

Dentre os principais desafios, no contexto do PNM 2050, dados ao Ministério de Minas e Energia, os quais ficaram sob responsabilidade do SGB-CPRM, destacam-se: i) o conhecimento geológico da Amazônia brasileira (incluindo terras indígenas); ii) o conhecimento geológico offshore do Mar Territorial e da Plataforma Continental Jurídica Brasileira; e, iii) o apoio ao agronegócio mitigando a importação de fertilizantes.

Destacam-se ainda ações voltadas ao incentivo à mineração, como: i) a modernização no regramento de algumas disposições do Código de Mineração de 1967, através do Decreto 9.406/2018, também chamado de Novo Regulamento do Código de Mineração; ii) transformação do Departamento de Produção Mineral (DNPM) em Agência Nacional de Mineração (ANM); e, iii) leilão de depósito de fosfato Miriri, localizado na Paraíba, em 2021, de propriedade do SGB-CPRM, por meio do Programa de Parcerias e Investimentos (PPI).

No que tange à projetos de lei (PL), em 2020, o Poder Executivo enviou ao Congresso Nacional o PL nº 191/2020, que regulamenta a exploração de recursos minerais, hídricos e orgânicos em reservas indígenas. O PL nº 191/2020 aguarda a criação de comissão especial pela Mesa Diretora da Câmara dos Deputados para condução do assunto. Entre 2019 e 2021, tramitou na Câmara dos Deputados o PL nº 1.144/2019, de autoria do Deputado Federal Carlos Bezerra, que propunha larguras diferenciadas para a Faixa de Fronteira de acordo com cada estado brasileiro, tendo sido arquivado após a análise do CDN e da Comissão de Relações Exteriores. Atualmente, tramita na Câmara dos Deputados o PL nº 571/2022, de autoria do Deputado Federal José Medeiros, com o intuito de criar condições especiais ao exercício da atividade de mineração em caso de interesse à soberania nacional, se assim declarado pelo Presidente da República, em qualquer território do País, incluindo terras indígenas e unidades de conservação. Esse PL está aguardando Designação de Relator na Comissão de Direitos Humanos e Minorias (CDHM).

Nos últimos meses houve duas importantes ações diplomáticas relacionadas à questão dos insumos e fertilizantes. O atual presidente brasileiro, Jair Bolsonaro, se reuniu com o presidente russo, Vladimir Putin, para garantir o abastecimento de fertilizantes ao

Brasil em meio a Guerra que este país trava com a Ucrânia, o que surtiu efeito, pois, no primeiro trimestre de 2022, as importações da Rússia aumentaram em 70%. Outra importante ação diplomática vem do Itamaraty, que continua negociando com os Estados Unidos, uma trégua que permita a compra, por parte de empresas brasileiras, de fertilizantes do Irã.

Muitos esforços já foram empreendidos pelos poderes executivo e legislativo com a finalidade de estimular a mineração no País, mas ainda são várias as ações demandadas pelo setor mineral. As principais vulnerabilidades do setor ainda são o baixo conhecimento geológico, o que dificulta novas descobertas, e a necessidade de novas rotas tecnológicas economicamente viáveis para beneficiamento de minério de P e K de rochas não convencionais. Os órgãos públicos associados à mineração, como o SGB-CPRM, a ANM e o Centro de Tecnologia Mineral (CETEM), devem estar estruturados e serem capazes de agir com tempestividade e segurança quando acionados. A reestruturação organizacional e a mudança da cultura interna do SGB-CPRM, visando a focar em atividades de ampliação do conhecimento geológico de áreas de relevante interesse mineral e de áreas consideradas como novas fronteiras, são fundamentais. É preciso também investir recursos financeiros em projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PDI) para encontrar fontes alternativas de P e K.

O Novo Regulamento do Código de Mineração precisa ser revisto à luz das demandas do setor mineral. A quantidade de áreas onde a mineração não é permitida, por exemplo, dificulta ainda mais essa atividade, que já convive com o alto risco de insucesso devido às suas particularidades. É necessário regulamentar a mineração em terras indígenas, envolvendo as comunidades indígenas, suas organizações e lideranças nas discussões, regulamentar a mineração na plataforma continental e facilitar a mineração na Faixa de Fronteira, retirando as restrições quanto à participação de empresas estrangeiras. A extração de minerais estratégicos, como o P e o K, carece de regulamentos próprios. O País não pode ficar à mercê do mercado internacional, tendo em seu território soluções para mitigar a dependência de fertilizantes. Os depósitos de potássio na Amazônia precisam ser viabilizados devido a seu caráter estratégico para a segurança alimentar e desenvolvimento econômico brasileiro.

7 CONCLUSÃO

Os fatores de sucesso verificados no agronegócio brasileiro estão associados à disponibilidade de recursos naturais, ao desenvolvimento tecnológico, às políticas públicas e ao empreendedorismo do setor. O contínuo avanço da produtividade e eficiência do agronegócio reforça seu papel não somente na garantia da segurança alimentar e nutricional, mas também na redução da pobreza na sociedade brasileira. Com a demanda de fertilizantes crescente, o avanço do mapeamento geológico do território deve evoluir para propiciar novas descobertas das matérias-primas P e K, das quais o Brasil depende de altos volumes de importação. Portanto, é nítida a necessidade premente de busca de novas possibilidades de exploração destes minerais frente à susceptibilidade do setor agrícola nacional à dependência externa de fertilizantes. A busca pela produção e também por alternativas de fornecimento de P e K são fundamentais, principalmente neste momento de instabilidade em que o mundo se encontra, onde um dos maiores produtores mundiais, a Rússia, está envolvido em um conflito armado com a Ucrânia.

O paradoxo sustentabilidade versus desenvolvimento é fundamental para o desenvolvimento do País e sua segurança alimentar. Cada um dos depósitos e minas apresentados neste artigo, com especial atenção aos depósitos de potássio do AM, contribui para minimizar a dependência externa de fertilizantes fosfatados e potássicos. A viabilização desses depósitos, mesmo que em áreas sensíveis, é condição essencial para que o Brasil continue seu ritmo de produção agrícola. Carajás é o exemplo concreto de que é possível minerar na Floresta Amazônica de forma responsável e ambientalmente sustentável.

O País tem envidado esforços públicos e privados que perpassam toda a cadeia de produção de fertilizantes, sendo necessário avançar de forma contínua em diversas áreas visando principalmente: i) aumentar o conhecimento geológico do território; ii) criar rede de PDI sobre beneficiamento de minérios de fosfato e potássio contando com pesquisadores de instituições técnico-científicas brasileiras públicas e privadas; iii) possuir um marco regulatório que propicie segurança jurídica aos investidores privados nacionais e estrangeiros; iv) regulamentar a mineração em áreas bloqueadas, como terras indígenas; v) regulamentar a mineração na Amazônia Azul; e, vi) facilitar a mineração na Faixa de Fronteira.

Por fim, é preciso mudar a percepção da sociedade quanto à mineração. Essa atividade é essencial para a manutenção do estilo de vida atual e pode, e deve, ser feita

rigorosamente de forma sustentável, com responsabilidade social e ambiental, principalmente quando se tratar de recursos estratégicos para o País. Tão necessária quanto a mudança de cultura da sociedade, é a ação transparente das mineradoras para com as comunidades que afetam direta e indiretamente, por meio de uma gestão estratégica.

REFERÊNCIAS

ABIC. **Indicadores da indústria de café**: 2021. Rio de Janeiro: ABIC, 2022. Disponível em: <https://estatisticas.abic.com.br/estatisticas/indicadores-da-industria/indicadores-da-industria-de-cafe-2021/>. Acesso em: 24 set. 2022.

ABRAM, M. B.; BAHIENSE, I. C.; PORTO, C. G.; BRITO, R. S. C. (org.). **Projeto Fosfato Brasil**: Parte 1. Salvador: CPRM, 2011. 570 p. (Informe de Recursos Minerais. Série Insumos Minerais para a Agricultura, 13).

ABREU, José Gustavo Natorf de; CORRÊA, Iran Carlos Stalliviere; HORN FILHO, Noberto Olmiro; CALLIARI, Lauro Júlio. Phosphorites of the brazilian continental margin southwestern Atlantic ocean. **Brazilian Journal of Geophysics**, [S. l.], v. 32, n. 3, p. 539-548, 2014. Disponível em: <https://sbgf.org.br/revista/index.php/rbgf/article/view/508>. Acesso em: 27 abr. 2022.

ADAMI, Andréia. **Segurança alimentar e o papel do Brasil na oferta mundial de alimentos**. [S. l.]: CEPEA, 2022. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/opiniao-cepea/seguranca-alimentar-e-o-papel-do-brasil-na-oferta-mundial-de-alimentos.aspx>. Acesso em: 24 set. 2022.

ALVES, Eliseu Roberto de Andrade; CONTINI, Elisio; GASQUES, José Garcia. Evolução da produção e produtividade da agricultura brasileira. In: ALBUQUERQUE, Ana Christina Sagebin; SILVA, Aliomar Gabriel da (org). **Agricultura Tropical**: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 67-98. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/153552/1/Evolucao-da-producao.pdf>. Acesso em: 2 maio 2022.

ANDA. **Setor de Fertilizantes**: anuário estatístico de 2021. São Paulo: ANDA, 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do Agronegócio, Brasil 2020/21 a 2030/31, projeções de longo prazo**. Brasília, DF: MAPA, 2021a. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/projecoes-do-agronegocio/projecoes-do-agronegocio-2020-2021-a-2030-2031.pdf/view>. Acesso em: 28 abr. 2022.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Plataforma Continental**: a última fronteira da mineração brasileira. Brasília, DF: DNPM, 2011. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-sustentabilidade/plataforma-continental-conteudo>. Acesso em: 26 set. 2022.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Resolução nº 2, de 18 de junho de 2021. Define a relação de minerais estratégicos para o País, de acordo com os critérios de que trata o art. 2º do Decreto nº 10.657, de 24 de março de 2021. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 2021b. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-n-2-de-18-de-junho-de-2021-327352416>. Acesso em: 9 mar. 2022.

BRASIL. **Política Nacional de Defesa. Estratégia Nacional de Defesa**. Brasília, DF: Ministério da Defesa, 2016. Disponível em: https://www.gov.br/defesa/pt-br/arquivos/estado_e_defesa/pnd_end_congresso_.pdf. Acesso em: 27 abr. 2022.

BRASIL. Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. **Plano Nacional de Fertilizantes 2050**: uma estratégia para os fertilizantes. Brasília, DF: SAE, 2022. Disponível em: <https://static.poder360.com.br/2022/03/plano-nacional-de-fertilizantes-brasil-2050.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2022.

BRASIL. **Sumário Mineral Brasileiro 2017**. Brasília: ANM, 2019.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. **PIB do agronegócio cresceu abaixo das projeções**. Brasília, DF: CEPEA, 2022. Disponível em: https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Cepea_CNA_PIB_Jan_Dez_2021_Mar%C3%A7o2022.pdf. Acesso em: 2 maio 2022.

CNA. **Como tornar a agropecuária mais atrativa em 2022**: panorama dos custos de produção da agropecuária em 2021. Brasília, DF: CNA, 2021b. Disponível em: <https://www.cnabrasil.org.br/assets/images/dtec.campo-futuro-2121.27.out.2021.vf.pdf>. Acesso em: 24 set. 2022.

CNA. **Panorama do Agro**. Brasília, DF: CNA, 2021a. Disponível em: <https://www.cnabrasil.org.br/cna/panorama-do-agro>. Acesso em: em 2 maio 2022.

COMEX STAT. **Exportação e Importação Geral: Café**. [S. l.]: Comex Stat, 2022. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral/2011>. Acesso em: 24 set. 2022.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de café**: safra 2021: 4º Levantamento. Brasília, DF: CONAB, 2021. Disponível em: http://www.consorciopequisacafe.com.br/images/stories/noticias/2021/dezembro/Conab_safra_2021_n4.pdf. Acesso em: 23 set. 2022.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**: safra 2021/2022: 11º Levantamento. Brasília, DF: CONAB, 2022a. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras>. Acesso em: 30 ago. 2022.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Conjunturas da agropecuária: café**: 03 a 07/01/2022. Brasília, DF: CONAB, 2022b. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-de-conjunturas-de-cafe?start=30>. Acesso em: 24 set. 2022.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Tabela de dados**: produção de cana-de-açúcar e subprodutos. Brasília, DF: CONAB, 2022c. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana>. Acesso em: 24 set. 2022.

DARDENNE, Marcel Auguste; SCHOBENHAUS, Carlos. **Metalogênese do Brasil**. Brasília, DF: Universidade de Brasília, 2001. 394 p. v. 1.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The State of Food Security and Nutrition in the World 2022**: repurposing food and agricultural policies to make healthy diets more affordable. Rome: FAO, 2022. Disponível em: <https://www.fao.org/3/cc0639en/online/cc0639en.html>. Acesso: em 2 maio 2022.

GHIRALDELLI, Gabriela; FREUA, Salma. **Importação de fertilizantes pelo Brasil aumenta 440% de 1998 a 2021**. [São Paulo]: CNN Brasil, 2022. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/business/importacao-de-fertilizantes-pelo-brasil-aumenta-440-de-1998-a-2021/>. Acesso em: 25 set. 2022.

GLOBALFERT. **Outlook GlobalFert**: 2021. [São Paulo]: GlobalFert, 2021. Disponível em: <https://www.globalfert.com.br/OGFposEvento/arquivo/Outlook-GlobalFert-2021.pdf>. Acesso em: 5 maio 2022.

IBGE. **Censo Agropecuário**: 2017. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/index.html. Acesso em 23 set. 2022.

IBRAM. **Ofício IBRAM/DIRPRE/087/2022**. Assunto: Ref: Iniciativa Mercado Minas e Energia, Processo nº 48390.000084/2022-85. Brasília, DF: IBRAM, 15 ago. 2022.

ICMM. **Good Practice Guidance for Mining and Biodiversity**. London: ICMM, 2008. 192 p.

KIEFER, Gustavo Lage Sousa; UHLEIN, Alexandre; FANTON, José Jacob. O depósito potássífero de Autazes no contexto estratigráfico da bacia do Amazonas. **Revista Geociências UNESP**, v. 38, n. 2., p. 349-365, 20 ago. 2019. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/article/view/12857/11190>. Acesso em: 9 mar. 2022.

KLEIN, A. H.; GRIEP, G.; CALLIARI, L. J.; VILLWOCK, J. A. Ocorrência de concreções fosfáticas no Terraço do Rio Grande. In: 37º CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. **Boletim de Resumos Expandidos**: SBGf, São Paulo, p. 202-203, 1992.

MARTINS, Luiz Roberto Silva; SOUZA, Kaiser Gonçalves de. Ocorrência de recursos minerais na Plataforma Continental brasileira e áreas oceânicas adjacentes. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, DF, n. 24, p. 137-190, 2007.

MENOR, E.A.; COSTA, M.P.A.; GUAZELLI, W. Depósitos de fosfato. In: AMARAL, Carlos Alfredo Becker (org.). **Recursos Minerais da margem Continental Brasileira e das Áreas Oceânicas Adjacentes**: relatório final. Rio de Janeiro: Petrobrás, 1979. p. 51-72. (Série Projeto REMAC, v. 10).

MOHRIAK, Webster; SZATMARI, Peter. Tectônica de Sal. *In*: MOHRIAK, Webster; SZATMARI, Peter; ANJOS, Sylvia M. Couto (org.). **Sal: Geologia e Tectônica: Exemplos nas Bacias Brasileiras**. São Paulo: Beca, 2008 p. 92-165.

PANTANO, Glaucia; GROSSELI, Guilherme M.; MOZETO Antonio A.; FADINI, Pedro, S. Sustentabilidade no uso do fósforo: uma questão de segurança hídrica e alimentar. **Química. Nova**, v. 39, n. 6, p. 732-740, 2016.

REDE BRASILEIRA DE PESQUISA EM SOBERANIA E SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL. **Insegurança alimentar e Covid-19 no Brasil: 2021**. [São Paulo]: Rede PENSSAN, 2021. Disponível em: http://olheparaafome.com.br/VIGISAN_Inseguranca_alimentar.pdf. Acesso em: 4 maio 2022.

REDE BRASILEIRA DE PESQUISA EM SOBERANIA E SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL. **Insegurança alimentar e Covid-19 no Brasil: 2022** São Paulo: Rede PENSSAN, 2022. Disponível em: <https://olheparaafome.com.br/wp-content/uploads/2022/06/Relatorio-II-VIGISAN-2022.pdf>. Acesso em: 23 set. 2022.

UNITED NATIONS. **World population prospects 2022: summary of results**. New York: United Nations, 2022. Disponível em: https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/wpp2022_summary_of_results.pdf. Acesso em 24 set. 2022.

USGS. **Mineral Commodity Summaries 2020**. Reston: USGS, 2022. Disponível em: <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2020/mcs2020.pdf>. Acessado em 20 abr. 2022.

VALADARES, Alexandre. **Perfil da população rural na pesquisa de orçamentos familiares de 2017 a 2018 e a evolução dos dados de insegurança alimentar: uma análise preliminar**. Brasília, DF: IPEA, 2022. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/11041>. Acesso em: 27 abr. 2022.

VALE. **24 anos da Floresta Nacional de Carajás: saiba como a Vale tem atuado no local**. Disponível em: <http://www.vale.com/brasil/pt/aboutvale/news/paginas/24-anos-da-floresta-nacional-de-carajas-saiba-como-a-vale-tem-atuado-no-local.aspx>. [S. l.]: VALE, 2 fev. 2022. Acesso em: 22 ago. 2022.