

FREDERICO CÉZAR ABINADER DUTRA

**A PRÓXIMA FRONTEIRA MINERÁRIA BRASILEIRA, A IMPORTÂNCIA  
ESTRATÉGICA DO ESTADO DO TOCANTINS PARA AS POLÍTICAS PÚBLICAS  
DE DEFESA**

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

Orientador: Cel Luiz Jorge Tavares Cruz

Brasília  
2024

Este trabalho, nos termos da legislação que resguarda os direitos autorais, é considerado 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 neste trabalho são de responsabilidade do(s) autor(es) e não expressam qualquer orientação institucional da ESD.

Brasília, DF, 17 de junho de 2024

  
FREDERICO CÉZAR ABINADER DUTRA – PGE/TO

FREDERICO CÉZAR ABINADER DUTRA

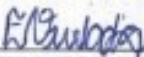
**A PRÓXIMA FRONTEIRA MINERÁRIA BRASILEIRA, A IMPORTÂNCIA  
ESTRATÉGICA DO ESTADO DO TOCANTINS PARA AS POLÍTICAS PÚBLICAS  
DE DEFESA**


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

Trabalho de Conclusão de Curso **APROVADO:**

Brasília, DF, 17 de junho de 2024

  
LUIZ JORGE TAVARES CRUZ – Cel EB R/1 (ESD)  
Orientador

  
ÉRIKA RIGOTI FURTADO (ESD)  
Coordenadora da Disciplina de Metodologia de Pesquisa Científica  
Coordenadora Acadêmica Adjunta

  
LEONARDO ULIAN DALL EVEDOVE (ESD)  
Coordenador Acadêmico

# **A próxima fronteira minerária brasileira, a importância estratégica do Estado do Tocantins para as Políticas Públicas de Defesa<sup>1</sup>**

Frederico César Abinader Dutra<sup>2</sup>

## **RESUMO**

Este trabalho tem o objetivo de demonstrar que o Brasil é relevante no mercado mundial de mineração, sendo o Estado do Tocantins estratégico neste setor para a produção de cobre, cobalto, níquel, nióbio, grafita, elementos de terras raras (ETR) e urânio, sendo um campo de oportunidades para investimentos estatais e privados. Será utilizado o método dedutivo-dialético, em uma abordagem qualitativa, através de uma pesquisa básica e explicativa, utilizando-se de procedimentos técnicos bibliográficos, para alcançar o objetivo geral de demonstrar a importância da necessidade de exploração imediata da próxima fronteira minerária brasileira situada no Estado do Tocantins, assim como atingir os objetivos específicos de transição energética para a descarbonização; a subsistência relacionada aos respectivos setores; e a logística tocantinense extremamente relevante para a distribuição de tais produtos no mercado nacional, mas também para a autossuficiência para a produção de insumos para a Base Industrial de Defesa (BID) e para a exportação.

**Palavras-chave:** Brasil; Estado do Tocantins; fronteira minerária; transição energética; descarbonização; logística; autossuficiência para produção; Base Industrial de Defesa.

## ***The next Brazilian mining frontier, the strategic importance of the State of Tocantins for Public Defense Policies***

### **ABSTRACT**

*This work aims to demonstrate that Brazil is relevant in the global mining market, with the State of Tocantins being strategic in this sector for the production of copper, cobalt, nickel, niobium, graphite, lithium, rare earth elements (REE) and uranium, being a field of opportunities for state and private investments. The deductive-dialectic method will be used, in a qualitative approach, through basic and explanatory research, using technical bibliographic procedures, to achieve the general objective of demonstrating the importance of the need for immediate exploration of the next Brazilian mining frontier located in State of Tocantins, as well as achieving specific energy transition objectives for decarbonization; subsistence related to the respective sectors; and logistics in Tocantins are extremely relevant for the distribution of such products on the national market, but also for self-sufficiency for the production of inputs for the Defense Industrial Base (DIB) and for export.*

**Keywords:** *Brazil, State of Tocantins; mining frontier; energy transition; decarbonization; logistics; self-sufficiency for production; Defense Industrial Base.*

---

<sup>1</sup> Trabalho de Conclusão do Curso Superior em Inteligência Estratégica

<sup>2</sup> Procurador do Estado do Tocantins. Subprocurador do Estado do Tocantins em Brasília. Subprocuradoria do Estado do Tocantins em Brasília. Procuradoria Geral do Estado do Tocantins. E-mail: fredericodutra@gmail.com

## 1. INTRODUÇÃO

Há uma percepção histórica de que as riquezas minerais foram vetores determinantes para o avanço de grandes civilizações da antiguidade, inclusive a Era dos Metais foi dividida nas Idades do Cobre, do Bronze e do Ferro, até chegar a Era Moderna com a Idade do Aço. Tais descobertas definem recortes importantes da civilização humana, entremeando-se pelos períodos helênicos, romanos, bizantinos e islâmicos (Navarro, 2006, p. 02).

Convencionou-se chamar a presente fase histórica contemporânea de Era do Silício (Navarro, 2006, p. 02), hoje o enfoque da exploração mineral serve como fortaleza para o crescimento e a consolidação da relevância de países como potências no cenário mundial. “A humanidade depende da mineração para experimentar desenvolvimento” (Rodrigues, 2021), a considerar apenas os metais, observa-se uma “série de importantes aplicações industriais e de saúde – componentes eletrônicos usados em *smartphones*, computadores e televisores; componentes do painel solar; remédios, incluindo alguns tratamentos de câncer e até mesmo alguns antibióticos” (Rodrigues, 2021).

O Brasil é reconhecido mundialmente pela sua riqueza mineral, contribuindo significativamente para o mercado global de mineração, especialmente no que tange aos minerais críticos e estratégicos (De Tomi; Loredó; Santos, 2024, p. 16). Contudo, ocupa espaço que é inferior ao seu potencial, sobretudo no que se refere à produção de insumos minerais fundamentais à transição energética para descarbonização e também para produção de combustíveis nucleares, que é fundamental para as ações estratégicas da indústria de defesa brasileira, inclusive com consequências para o mercado internacional.

O Estado do Tocantins, por sua vez, emerge como a próxima fronteira minerária brasileira, apresentando um potencial estratégico para a produção de minerais. No entanto, também está subestimado em sua posição no quadro minerário nacional, mas será determinante para que o Brasil atravesse novas fases de produção de riquezas nos campos acima referidos: em especial, no que tange à transição energética para descarbonização, com a produção de cobre, cobalto, níquel, nióbio, grafita e elementos de terras raras (ETR); e, noutro passo, no que se refere ao urânio para as estratégias militares, sobretudo para combustível de seus futuros submarinos nucleares, que serão produzidos pela Marinha brasileira (Martins, 2023, p. 10).

É decisivo ao Brasil encontrar soluções para estes potenciais produtivos, trata-se de questão iminente, uma vez que as fontes renováveis de energia ganham força no mercado nacional e internacional (Nações Unidas no Brasil, 2024), buscando-se a melhor otimização dos

recursos energéticos, sobretudo em relação às fontes limpas, com aplicação especial no setor automobilístico, mas com prováveis desdobramentos em outros setores.

Algo semelhante ocorre com as tecnologias nucleares, quase abandonadas por nações europeias influentes, porém, com a crise do gás gerada pela guerra da Rússia com a Ucrânia, viram-se com a necessidade de se restabelecer tais áreas, que possuem alto valor agregado em tecnologia energética (Branco Júnior, 2020, p.14). Tal conjuntura cria oportunidades ao Brasil e ao Tocantins, cujas futuras capacidades produtivas podem ganhar espaço nos mercados externos ou reduzir consequências decorrentes de instabilidades políticas e econômicas.

Nesse sentido, este trabalho utilizará o método dedutivo-dialético, em uma abordagem qualitativa, através de uma pesquisa básica e explicativa, utilizando-se de procedimentos técnicos bibliográficos, para alcançar o objetivo geral de demonstrar a importância da necessidade de exploração imediata da próxima fronteira minerária brasileira situada no Tocantins, assim como atingir os objetivos específicos que consistem em: situar estrategicamente a relevância da transição energética para a descarbonização, com o domínio pleno da produção destes minerais críticos; superar as vulnerabilidades econômicas de formação de preço e subsistência relacionadas aos respectivos setores; e a logística tocantinense extremamente relevante para a distribuição de tais produtos no mercado nacional, mas também para futura exportação acaso superada a questão estratégica da autossuficiência.

## **2. A PRÓXIMA FRONTEIRA MINERÁRIA BRASILEIRA, A IMPORTÂNCIA ESTRATÉGICA DO ESTADO DO TOCANTINS PARA AS POLÍTICAS PÚBLICAS DE DEFESA**

O Estado do Tocantins é a nova fronteira minerária brasileira, em seu território se encontram três bacias sedimentares relevantes: a do Parnaíba, a do São Francisco e a do Araguaia, com uma grande diversidade de ocorrências e potenciais minerais muito promissores (Barbosa Neta, 2020, p. 17). Tais riquezas minerais são ainda muito mal exploradas, seja por deficiência de pesquisa, seja pela letargia histórica dos órgãos responsáveis pelas respectivas políticas públicas, o que, além de atrasar o desenvolvimento regional e nacional, ainda prejudica o aproveitamento de oportunidades para a Base Industrial de Defesa (BID).

A necessidade pragmática de restrição de despesas e o resquício quase imperial de desenvolvimento de políticas públicas centralizadas (Antonino, 2021, p. 198) causa uma errática distribuição regional de esforços desenvolvimentistas, prevalentes nos grandes centros, que esbarram na tecnocracia burocrática estatal (Barbosa Neta, 2020, p. 57), bem como frustra pesquisadores e investidores (Barbosa Neta, 2020, p. 36-46).

Portanto, a escolha das políticas públicas para o setor minerário brasileiro está carente de objetivos claros para o Estado do Tocantins, pois não se materializa ao longo do tempo, ou está limitada a uma fresta da realidade nacional, sem expandir os horizontes para essa região tão relevante para o país, que merecem maior atenção, porquanto importante para a estratégia de defesa nacional e para o desenvolvimento do Brasil.

Uma prova deste raciocínio, ou, no mínimo, de uma estratégia anacrônica, quase imperial, está na organização dos recursos humanos e financeiros voltados à área de pesquisa de minérios. Ainda hoje, a superintendência da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), com nome fantasia de Serviço Geológico Brasileiro (SGB), que exerce competência territorial sobre o Estado do Tocantins, encontra-se localizada no Estado de Goiás, mais precisamente em Goiânia.

**Figura 1** – Área de atuação da SUREG/GO



Fonte: SGB (2016).

Observe que há 54 (cinquenta e quatro) geólogos lotados nesta superintendência da CPRM/SGM, e apenas 1 (um) geólogo lotado em Palmas - TO, no respectivo núcleo de apoio. Tal decisão, além de não ser desenvolvimentista, é claramente um erro estratégico, que demonstra a perda de oportunidades brasileiras no respectivo território.

Observa-se do histórico extraído do próprio site da empresa pública o seguinte:

O Decreto-Lei nº 764, de 15 de agosto de 1969, autorizou a constituição da CPRM, que teve seu primeiro estatuto aprovado pelo Decreto nº 66.058, de 13 de janeiro de 1970, iniciando suas atividades em 30 de janeiro de 1970. Segue Exposição de Motivos n.º 56/69, encaminhada em 17 de julho de 1969 ao então presidente da República.

Em 28 de dezembro de 1994, pela Lei nº 8.970, a CPRM passa a ser uma empresa pública, com funções de Serviço Geológico do Brasil (SGB, 2016).

Portanto, após 55 (cinquenta e cinco) anos de CPRM e dos 30 (trinta) anos de SGB, a organização posta, no que interessa ao Tocantins, embora com enfoque territorial maior a partir

de 1988, com a sua criação pela Constituição, a divisão de recursos humanos (técnicos) e econômicos (financeiros/orçamentários) foram realizados de maneira a frustrar capacidades locais, em desequilíbrio com outras unidades da Federação, demonstra-se isso através de números relevantes de arrecadação, a exemplo da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais – CFEM (Agência Nacional de Mineração, 2023a).

**Tabela 1** – Comparativo CFEM Tocantins e Estados Vizinhos

Estados/Comparativo CFEM	CFEM – 2003	CFEM – 2013	CFEM – 2023
Tocantins	56.334,55	848.206,18	2.907.083,63
Goiás	3.322.041,14	15.635.636,49	17.010.530,82
Bahia	2.113.184,97	10.984.129,86	17.189.139,90
Mato Grosso	703.759,56	3.831.717,62	12.387.971,05

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2024).

A análise confronta dados de Estados com potenciais minerários que se assemelham estrategicamente ao Tocantins, porque coincidem em pelo menos uma das bacias sedimentares, mas também pelo ângulo de maturidade histórica de exploração de minerais, porém com situações de arrecadação expressivamente destoantes, quando isso não deveria ocorrer.

Excluindo desta equação o Estado do Pará, um gigante da mineração, que arrecadou R\$ 283.491.239,45 de CFEM, no ano passado, mais de 100 vezes que a referência do estudo, os outros Estados mencionados se encontram em pé de igualdade com o Tocantins, sendo injustificável a sua posição atual, o que prejudica a circulação de riquezas como fundamento de inteligência de sistema tributário e econômico (Madeira, 2009, p. 5-7), o que afronta a estratégia nacional, seja para segurança, mas também para a defesa e desenvolvimento.

Nesse sentido, põe-se em perspectiva duas premissas básicas de investimentos nos setores minerários. A função do SGB/CPRM é apurar as potencialidades territoriais de riquezas, realizando estudos e pesquisas, que são suportáveis pelas estruturas de Estado; cabendo, por outro lado, ao capital privado, baseando-se nos referidos dados técnicos, desenvolver o investimento mais caro, que é a exploração das lavras, aprofundamento das pesquisas, extração de minério, beneficiamento, enfim todas as etapas de produção mineral, o que é extremamente arriscado e contraproducente para os esforços públicos federais, e impensáveis para os Estados de menor porte, com poucos recursos (Barbosa Neta, 2020, p. 111-112).

Seguindo nesta linha de raciocínio, observa-se que os investimentos, mesmo quando disponíveis e decididos como prioridade nacionais, ainda que em regime de urgência, demoraria anos para alcançar resultados expressivos, quiçá décadas para os retornos esperados. Diante disso, os dados demonstrados nesta fase preambular denotam um certo esquecimento do



Tocantins como um potencial ator neste cenário, e, para reparar tal lapso, seria necessário um longo prazo para corrigir a leniência dos órgãos decisores.

Portanto, busca-se neste trabalho demonstrar quais são os potenciais que aguardam as decisões supramencionadas, os desafios e as oportunidades, estas que se avolumam em virtude dos diversos produtos minerais do Tocantins, mas que se perdem ou se retardam injustificadamente, pois os órgãos de regência têm políticas tímidas, que se afastam de objetivos nacionais.

## 2.1 A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA PARA DESCABORNIZAÇÃO E AUTOSSUFICIÊNCIA PARA A BASE INDUSTRIAL DE DEFESA

A exploração dos recursos minerais do Tocantins é vital para a transição energética brasileira. A demanda por metais como cobalto e níquel está crescendo exponencialmente devido ao aumento da produção de veículos elétricos e a necessidade de armazenamento de energia renovável. O Brasil, ao desenvolver a mineração no Tocantins, pode não apenas suprir a demanda interna, mas também posicionar-se como um fornecedor crucial no mercado internacional, contribuindo significativamente para os esforços globais de descarbonização.

Mesmo diante de sinais históricos, com o desenvolvimento de conhecidas inovações para o uso de tecnologias energéticas de várias frentes industriais, o Brasil atrasou-se demais nas decisões logísticas e de produção em escala de insumos para os referidos setores energéticos, que substituirão inevitavelmente o uso de hidrocarbonetos como fonte combustível líquido em um futuro próximo.

Noutro passo, a autossuficiência na produção de minerais críticos no Tocantins é essencial para a Base Industrial de Defesa (BID) do Brasil, em especial na fabricação de equipamentos militares avançados. A exploração desses recursos no Tocantins contribuirá para o desenvolvimento de região estratégica para a defesa do país, reduzindo a dependência de importações e fortalecendo a segurança nacional.

É importante, para a compreensão do que se propõe neste trabalho, entender quais minerais críticos são fundamentais para os objetivos estratégicos nacionais, enumerando-os e trazendo um melhor conhecimento deles para os fins almejados.

### 2.1.1 O cobre

Dentre tantos minerais estratégicos, o primeiro que merece atenção é o cobre, além de aplicação em joias, tais com o ouro de 18 (dezoito) quilates, utiliza-se tal metal como condutor

de eletricidade, assim como em veículos automotores, navios e aeronaves, além da constituição de outras ligas tais como o latão e o bronze.

O cobre é essencial para a indústria elétrica e eletrônica sendo amplamente utilizado em fios, cabos, componentes eletrônicos, sistemas de aquecimento e refrigeração, além de ser crucial para a infraestrutura de energias renováveis, como painéis solares e turbinas eólicas.

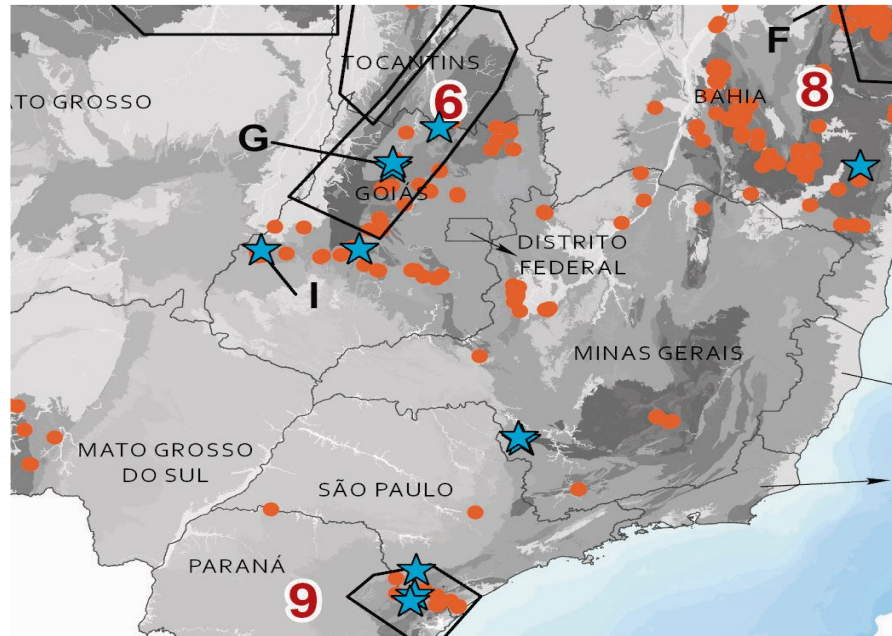
Não se produz, hoje, equipamentos mais complexos sem o uso do cobre, seja pela sua maleabilidade, seja pela sua alta capacidade de resistir a corrosão, com importante uso em geradores e motores. Diante deste cenário, este metal é fundamental para a BID.

A demanda global por cobre está em crescimento, impulsionada pelo aumento da eletrificação e pela transição energética, estima-se que a utilização deste metal se multiplique nos próximos anos, devido à expansão das energias renováveis e de todos os tipos veículos elétricos, dos mais variados modais de transporte.

Não se ignora o fato do Brasil ser um grande produtor de cobre no cenário internacional, sendo inclusive este o 3º minério de maior relevância, conforme Indicador de Produção Mineral (IPM) (Agência Nacional de Mineração, 2024, p. 02), e o 2ª substância metálica de maior participação em exportações pela Indústria Extrativa Mineral-IEM (Agência Nacional de Mineração, 2024, p. 04), contudo o enfoque que se quer dar aqui é a participação do Tocantins na produção deste metal, cujo emprego é estratégico e muito diversificado para as finalidades industriais supramencionadas, até para manter a posição do país em evidência na produção do referido minério.

Neste diapasão, voltando-se ao raciocínio das características das bacias sedimentares vizinhas e presentes no Tocantins, atesta-se que ao longo do Arco de Mara Rosa dentro do território do Estado de Goiás há uma elevada ocorrência de cobre, com vários depósitos, contudo estes parecem subitamente interromper-se ao atravessar a fronteira, inobstante seja a mesma formação geológica que adentra mais uns 70km (setenta quilômetros) no Tocantins (Silva; Silva; Souza Gaia, 2024, p. 08).

**Figura 2** – Ocorrência de cobre no Arco de Mara Rosa



**Fonte:** Silva; Silva; Souza Gaia (2024).

Deve-se mencionar, ainda, a proximidade dos depósitos de cobre do Carajás-PA, muito próximos do norte do Tocantins, além de ocorrência já detectada no próprio Cinturão do Araguaia.

Contudo, as deficientes demonstrações técnicas de depósitos e também as carências de estudos para potenciais novas ocorrências, de fato, retardam os avanços das políticas de mineração no Tocantins, que se acentuam pela falta de definição estratégica de esforços mínimos voltados para a referida área, em especial do SGB/CPRM conforme já mencionado.

É cediço que o Tocantins possui depósitos significativos de cobre que, quando explorados, podem transformar a região em uma importante fornecedora global, reduzindo a dependência de importações e fortalecendo a economia local. Isso pode influenciar diretamente na regulação proporcional de seus preços, o que seria importante para a BID, nos mais diversos setores de produção, reforçando a segurança, defesa e desenvolvimento nacionais.

### 2.1.2 O cobalto

O cobalto é um metal que também tem sua importância para várias condições inovadoras com uma miríade de funcionalidades tecnológicas, é um componente crítico nas baterias de íon-lítio, utilizadas em veículos elétricos, dispositivos eletrônicos portáteis e sistemas de

armazenamento de energia recarregáveis. É usado, também, para dispositivos de processamento digital de microcomputadores, além de ligas metálicas para dispositivos de corte, turbinas a gás, motores a jato, componentes de foguetes e aplicações industriais de alta temperatura.

Há uma grande preocupação com a exploração do cobalto pelo mundo, em especial com repercussão nos direitos humanos e de consequências ambientais relevantes. A República Democrática do Congo (RDC) produz 70% (setenta por cento) do cobalto usado no mundo, extraído de minas congolenses em condições indignas e desumanas, sendo de 15% a 30% de mineradores artesanais (Norton, 2024).

O mercado internacional, por sua vez, denota um elevado crescimento da demanda por cobalto, impulsionado por uma guinada fortemente ligada à produção de veículos elétricos e híbridos, sendo esta uma megatendência, que possui projeções de crescimento significativo nas próximas décadas.

Esses dois fatos associados geram uma grande oportunidade ao mercado brasileiro, pois, como contraponto à forma de produção congolense, o Brasil possui um sistema regulatório mais moderno, com inúmeras regras de extração e produção mineral do cobalto, que vão além da mera proteção aos trabalhadores, mas de um largo arcabouço ambiental de proteção vertical nos três entes federativos, de maneira concorrente, e especialmente detalhista.

Veja que, no caso do cobalto, tal minúcia técnica de requisitos exploratórios no Brasil é uma vantagem em face dos países concorrentes exploradores, sobretudo em relação à RDC, uma vez que se teria uma maior aceitabilidade do produto brasileiro no mercado internacional, devido ao conceito de desenvolvimento, com maior grau de sustentabilidade, em especial no respeito ao meio ambiente e aos direitos humanos.

Um desafio, por outro lado, seria realizar o quanto antes a extração de maneira organizada e dentro das normas de regência, com as concessões de lavras de maneiras regulamentares, antes que se prolifere uma onda de mineração irregular do cobalto, em face do crescimento de sua necessidade no mercado internacional, pois tais riquezas exploradas de maneira errática pode viciar a origem do produto nacional através de garimpos ilegais, que fujam do respeito às regras dignificantes de produção pelos mineiros, e, também, com severos impactos ambientais, além de causarem riscos, pelos valores envolvidos, de potencial crescimento de “narcomineração” associada a outros tipos de minérios (Muggah, 2023).

A exploração de cobalto no Tocantins pode posicionar o Brasil como um fornecedor importante desse mineral, atendendo tanto a demanda interna, quanto à externa, e contribuindo para a indústria de baterias e tecnologia limpa. Uma série de novas implicações aos produtos

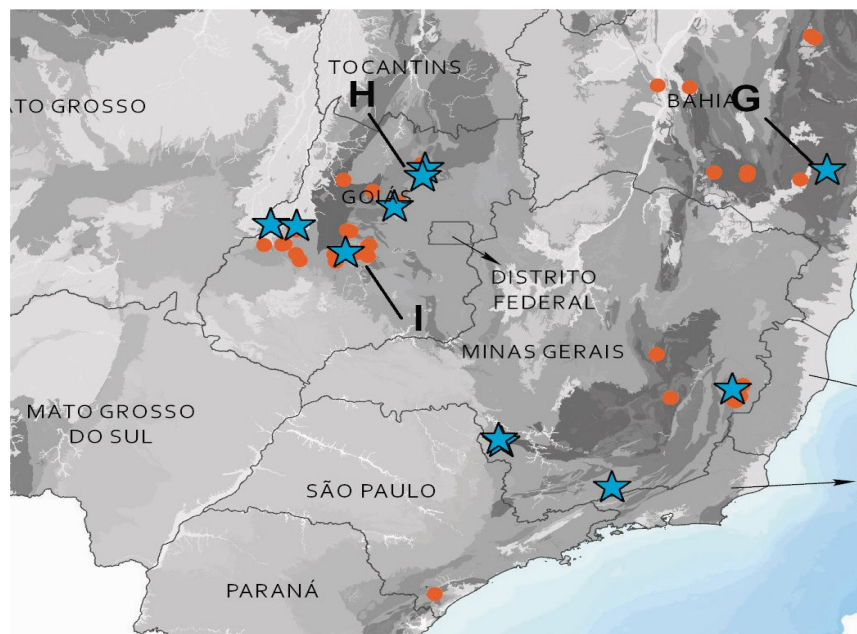
militares estão conectados com tais tipos de funcionalidades do referido minério, sendo essencial para a fruição de tecnologias associadas ao nosso sistema de defesa e segurança nacionais, assim como para a nossa autossuficiência em cenários extremos de conflitos e guerras.

O Tocantins também se encaixaria no presente cenário, uma vez que “o cobalto é tipicamente produzido como coproduto em operações de mineração para extração de níquel ou cobre” (Nascimento; Soares, 2019, p. 10), sendo que, neste ponto, tudo que já foi mencionado para o aumento de produção de cobre aplicar-se-ia igualmente ao caso do cobalto, sendo igualmente relevante para a BID.

### 2.1.3 O níquel

Aproveitando o gancho sobre a coprodução de cobalto em áreas de cobre e níquel, passe-se a análise deste dispensando, portanto, as áreas de ocorrências e depósitos, porque estas são um espelho daquelas referentes ao cobre, sendo novamente dispensável, neste ponto, tais referências (Silva; Silva; Souza Gaia, 2024, p. 18).

**Figura 3** – Ocorrência de níquel no Arco de Mara Rosa



**Fonte:** Silva; Silva; Souza Gaia (2024).

Embora os três metais possuam finalidades aproximadas, cada qualidade metálica possui aplicação diferente, porém associada, o níquel, por sua vez, é essencial para a produção de aço inoxidável, mas também para o emprego em diversos equipamentos industriais e em baterias recarregáveis, especialmente em baterias de níquel-cádmio e níquel-hidreto metálico.

O níquel tem função na indústria aeroespacial, pois o uso das superligas é fundamental para a resistência de elevadas temperaturas, assim como seu potencial anticorrosivo que é essencial para este setor de produção, sendo fundamental às estratégias nacionais, pois é considerado um material crítico para a nossa indústria nacional.

Igualmente ao que ocorre com o cobalto e o cobre, a demanda por níquel está em franco crescimento, diretamente ligada às expansões de mercado associadas preponderantemente à produção de veículos elétricos, inobstante exista vários outros usos inovadores a baterias recarregáveis, assim como a necessidade de infraestruturas mais duráveis e resistentes à corrosão.

Quanto à participação do níquel no mercado mundial, é importante destacar o trabalho da Técnica de Recursos Minerais, Cristina Socorro da Silva, que sintetiza:

“Nos países industrializados o níquel tem aproximadamente 70% de utilização na siderurgia, sendo os restantes 30% divididos em ligas não-ferrosas, galvanoplastia etc. Tal utilização se dá seguindo uma categorização de classes. Na classe I, classificam-se os derivados de alta pureza, com no mínimo 99% de níquel contido (níquel eletrolítico 99,9% e carbonyl pellets 99,7%) tendo assim larga utilização em qualquer aplicação metalúrgica. A classe II é composta pelos seus derivados com conteúdo entre 20% e 96% de níquel (ferro níquel, matte, óxidos e sinter de níquel), com grande utilização na fabricação de aço inoxidável e ligas de aço. Outra forma de utilização é o níquel secundário ou sucata de níquel que é largamente utilizado na siderurgia.” (Silva, 2001)

O Brasil, em 2020, detinha a terceira maior reserva de níquel registrada e declarada na Agência Nacional de Mineração, mesma posição ocupada em 2015, conforme panorama do Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES) (Carvalho, 2015, p.248), no entanto sequer se encontra entre os 5 (cinco) países produtores do referido minério no mundo (Agência Nacional de Mineração, 2019).

Tendo por referência os quadros expostos, considerando que em 2014 o Estado de Goiás era responsável 36,7% das reservas nacionais (Carvalho, 2015, p.249), certamente o Tocantins possui um grande potencial de novos achados de níquel em seu território, a similitude do que ocorre com o cobre e cobalto. Tais prováveis descobertas aumentarão os depósitos de níquel na região, que podem ajudar a suprir a crescente demanda por esse metal, proporcionando uma fonte segura e sustentável para a indústria nacional e internacional, assim contribuindo para o desenvolvimento regional e nacional, além de assegurar tal produção estratégica à BID.

#### 2.1.4 O nióbio

As utilidades mais nobres do nióbio são relativamente recentes, sendo que ainda é comum verificar o uso deste metal para lâmpadas incandescentes, contudo sua principal aplicabilidade

hoje está relacionada à "...produção de fios de ímãs supercondutores empregados nas máquinas de ressonância magnética e até nos aceleradores de partículas." (Ferreira, 2024).

Especificamente ao objeto do presente estudo, vê-se que o nióbio é usado na produção de ligas metálicas mais leves e mais resistentes, a exemplo do aumento de potencialidades do aço, com uso para a indústria automotiva, construção civil e de dutos de transporte; além de ímãs supercondutores, que são importantes para trens de alta velocidade; e, talvez o mais importante para a BID, que é sua aplicação turbinas de avião e outros equipamentos de defesa (De Castro; Peiter; Góes, 2020, p. 369), além de sondas espaciais e foguetes (COMPANHIA BRASILEIRA DE METALURGIA E MINERAÇÃO, 2024).

No que se trata especificamente da alteração gradual da matriz energética mundial, com a transição para a descarbonização, atesta-se que a

geração e consumo de energia limpa, baterias mais seguras, de carregamento rápido, com maior vida útil e densidade energética, e soluções de armazenamento mais eficientes são alguns dos resultados do uso de materiais desenvolvidos com a tecnologia do nióbio para garantir um futuro movido por energia renovável (COMPANHIA BRASILEIRA DE METALURGIA E MINERAÇÃO, 2024).

O Brasil detém 98% das reservas mundiais conhecidas de nióbio, com a maior parte da produção concentrada em Minas Gerais e Goiás (Silva, 2018, p. 62). A demanda global por nióbio continua a crescer, impulsionada pela expansão da indústria de alta tecnologia e infraestrutura ligada às aplicabilidades supramencionadas do referido minério.

O Tocantins, por força da disposição da faixa do Araguaia, tem probabilidade de ocorrência de nióbio no centro sul de seu território, embora hoje ainda não haja a confirmação de depósitos, sabe-se que é questão de tempo para que grandes reservas sejam encontradas, o que impede hoje tais achados é apenas o investimento dos órgãos responsáveis para a definição de pesquisas em locais específicos, que possuem grande potencial a ponto de atrair o investimento de mercado.

#### 2.1.5 A grafita

A grafita, diferentemente dos anteriores não é um metal, trata-se de um mineral preponderantemente formado por partículas de carbono, dela que se extrai o grafeno, que é talvez a forma mais pura de estrutura de carbono hoje conhecida, as dimensões deste material é de nanômetros, mas com uma excelente resistência e leveza, e com capacidades de condução de eletricidade de alta eficiência, além de ser impermeável.

As aplicabilidades do grafeno ainda estão sendo estudadas, porque as suas características são muito especiais, e por isso ainda está se descobrindo outras utilizações deste nanomaterial,

que vai desde o uso para dessalinização da água do mar a diversas finalidades médicas. Contudo, dentro do escopo do presente trabalho, sobressaem-se as funcionalidades de construção civil, ao tornar o concreto e o alumínio mais leves, células solares mais versáteis e, também, baterias mais eficientes e com maior capacidade de recarga rápida (Vieira Segundo; Vilar, 2016, p. 54-57).

Em razão disso, a grafita tem sido utilizada na fabricação de baterias de íon-lítio, à semelhança do acima reportado sobre o cobalto, mas também para confecção de materiais refratários, além de lubrificantes, e outras diversas aplicações industriais, em razão da sua alta condutividade elétrica e térmica.

Inevitavelmente, o mercado está se impulsionando pela demanda crescente de grafeno, e, por via de consequência, por grafita, em especial em razão da expansão do mercado de baterias, especialmente para veículos elétricos e sistemas de armazenamento de energia, isto é, na mesma linha da transição energética para a descarbonização objeto do presente trabalho.

No Tocantins há evidências relevantes de grafita, com grandes potenciais em seus depósitos: seja na região centro sul próximo do Estado de Goiás, assim como central próximo de Porto Nacional, mas também na região norte perto de Xambioá e Araguaianã, o que demonstra uma certa apetência geofísica da região para a possibilidade de grandes volumes de grafita, vejamos:

Os melhores afloramentos dessa ocorrência estão localizados em um morro, nas proximidades do Ponto ER-006 (UTM N 9264865, E 763561). O morro é totalmente composto por uma camada de grafita xisto relativamente homogênea, contendo aproximadamente 2500 m de comprimento por 640 m de largura e 47 m de espessura. A localização do jazimento, em termos de logística, é privilegiada, uma vez que é próximo a uma linha de energia elétrica, e está a menos de 1 km de distância de uma rodovia asfaltada e aproximadamente 3 km da cidade de Araguaianã-TO e 30 km de Xambioá-TO.

Para dimensionar o volume de xisto grafitoso, utilizou-se um modelo digital de terreno SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), em que o volume do morro foi calculado em aproximadamente 87.000.000 m<sup>3</sup> (Figura 6). Para o cálculo de densidade, foi utilizada uma amostra do afloramento ER-006, a qual foi fragmentada em dez porções (Tabela 2), sendo o valor médio obtido pelas 10 medições de 2,299 g/cm<sup>3</sup>. Com base nesses dados, estima-se que o morro representa, aproximadamente, 200.000.000 toneladas de minério (Rezende; Ribeiro; Duarte; Alves, 2023, p. 04).

Exemplos como estes, a depender de outros estudos e um volume maior de pesquisa, podem resultar em uma proporção de grafita que traga o Brasil e o Tocantins para uma posição relevante no mercado internacional, hoje dominado pela China, que é responsável por 66% (sessenta e seis por cento) da produção mundial de grafita (Rezende; Ribeiro; Duarte; Alves, 2023, p. 01).



O Tocantins possui reservas de grafita que, se exploradas de maneira sustentável, podem contribuir significativamente para a produção de baterias e outros produtos tecnológicos, sendo importante para a BID que haja melhores meios de exploração destas riquezas minerais, uma vez que elas se colocam de maneira extremamente estratégicas para o desenvolvimento regional e para a Defesa Nacional.

#### 2.1.6 Elementos Terras Raras

O Brasil é o terceiro país com as maiores reservas de Elementos de Terras Raras (ETR) do mundo. No entanto, ainda não é tão relevante na produção de ETR em uma escala global. A produção de ETR no Brasil provém principalmente da monazita concentrada em areias de paleopraias. Em 2020, foram produzidas e vendidas 708 toneladas de monazita no mercado internacional (Silva; Silva; Souza Gaia, 2024, p. 27).

Tais elementos possuem aplicabilidades relevantes para ímãs de caráter permanente, dispositivos eletrônicos e funcionalidades elétricas variadas, em especial para supercondutores, magnetos miniaturizados, e componentes para carros híbridos. Foram também extensivamente utilizados para televisores e computadores (Haxel; Hedrick; Orris, 2006, p. 01). Os referidos usos vão na mesma mão de demanda de mercado já referido sobre a produção de eletrônicos em geral, de veículos elétricos e de tecnologias de energia limpa.

Há uma grande potencialidade de reservas de ETR no Tocantins, pelos estudos obtidos em localidades vizinhas no Estado de Goiás, que, também pela mesma extensão de bacia sedimentar, a exemplo do Arco de Mara Rosa, denota a razoabilidade de ocorrências, semelhante ao que acontece com o níquel, cobre e cobalto, de se ver com grande potencial de Elementos de Terras Raras (ETR), neste sentido tais explorações no futuro, podem atender a demanda crescente por esses elementos, fortalecendo a posição do Brasil no mercado global de tecnologia e defesa.

Encerrando-se a análise das riquezas minerais que se encontram no leque de opções à transição energética para a descarbonização e ao uso da BID, passa-se ao estudo de um mineral radioativo, qual seja o urânio, porquanto fundamental para o uso de tecnologia nuclear, e que precisa de um destaque diante das oportunidades que se apresentam no atual cenário internacional de crescentes conflitos e de redirecionamento mundial de fontes energéticas.

## 2.2 A RELEVÂNCIA DO URÂNIO NAS ESTRATÉGIAS DE SEGURANÇA E DE DEFESA NACIONAIS E O IMPACTO DO TOCANTINS EM SEUS OBJETIVOS

A questão referente ao urânio merece uma análise a parte, pois se trata de metal radioativo, que exige um extremo cuidado para ser explorado e utilizado nos seus empregos cabíveis, sendo ao mesmo tempo um produto de grande relevância no mercado mundial, mas que podem causar danos irreversíveis e de severo impacto no meio ambiente.

Como é de conhecimento notório, o urânio é utilizado principalmente como combustível em reatores nucleares para a geração de energia elétrica, essa matriz é considerada, embora com algumas controvérsias, com uma fonte importante de energia limpa e eficiente, uma vez que:

Por liberar muita energia na quebra de seus átomos, a mais famosa e utilizada aplicação do urânio é como combustível para eletricidade, a partir de seu enriquecimento para as usinas term nucleares. Também, por ser um elemento bastante radioativo, é usado em ogivas nucleares (Bairão; Azevedo; Pontes, 2019, p. 53).

Estrategicamente, para o Brasil, seja para a sua Defesa Nacional, seja para aspectos de seu desenvolvimento e de segurança nacionais, é muito importante ampliar o conhecimento sobre energia nuclear, para estar pronto para diversos desafios que envolvem recursos desta natureza. Em tempo, registra-se que, em trabalho realizado à Escola Superior de Guerra (ESG) de 2015, o Ilustríssimo Contra-almirante Bruno de Moraes Bittencourt Neto, pontuando sobre a Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI) e a Estratégia Nacional de Defesa (END), então vigentes, já ressaltava essa importância da antevisão de projetos que hoje são realidades nacionais:

Existe um vasto campo de aplicação da tecnologia nuclear. Áreas como energia, indústria, saúde, meio ambiente e agricultura demandam contínuas pesquisas científicas e tecnológicas para o desenvolvimento de novos produtos e serviços, visando aumentar a qualidade de vida da sociedade (Brasil, 2012, p. 69).

Como objetivo deste programa, a ENCTI pretende ampliar as atividades do setor nuclear, visando a explorar o potencial científico, tecnológico e industrial nacional, nos campos de aplicação pacífica da tecnologia nuclear. No setor de defesa, as estratégias estão associadas ao desenvolvimento de tecnologias para a cadeia produtiva do ciclo do combustível nuclear e atualização do parque industrial da empresa Nuclebrás Equipamentos Pesados (NUCLEP), visando atender às demandas previstas na END e do Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB). (Brasil, 2012, p. 70).

O desafio de projetar e construir um submarino de propulsão nuclear no país somente foi possível em face do domínio do ciclo de produção de combustível nuclear (enriquecimento de urânio<sup>12</sup>). Considerado como um dos principais objetivos do Programa Nuclear da Marinha (PNM), a produção do combustível ainda é em escala laboratorial, porém estudos estão sendo desenvolvidos para a sua produção em escala industrial, o que representará a independência no fornecimento do combustível para o submarino nuclear brasileiro. Outro projeto de grande relevância para o PNM é o

desenvolvimento do protótipo do reator nuclear que comporá o sistema de propulsão do submarino. (Brasil, 2012, *apud* Bittencourt Neto, 2015, p. 29-30)

É decisivo ao Brasil não ser dependente deste tipo de produção de combustível de estados estrangeiros, tanto pelo seu valor agregado, mas também porque é um tipo de tecnologia, que precisa ser aperfeiçoada e atualizada, para isso é essencial que se invista em produção e no domínio deste tipo de especialidade técnica.

É sábio aos Governos Federal e Estaduais manterem-se atentos às diversas tecnologias de transição energética, ainda que seja para restaurar modelos anteriores ou retomar os investimentos em outros menos desenvolvidos, como é o caso da energia nuclear. Portanto, é estratégico sustentar vários tipos de tecnologias, ainda que subsidiadas pelo Erário, para que nunca se abandone o desenvolvimento e os estudos acerca de um determinado tipo de conhecimento energético, e para que sempre amenize a dependência de uma determinada espécie ou fonte de energia; ou, que seja independente, com a finalidade de se manter desenvolvido vários conhecimentos no seu país, ainda que com as suas vicissitudes e qualidades.

Sobre a potencialidade de urânio no Estado do Tocantins, já nos idos dos anos 70 e 80, havia uma referência das ocorrências nessa região, conforme relatado em estudo de 2012 da Doutora Jéssica Bogossian, senão veja:

Uma série de anomalias de urânio foram descobertas e investigadas pela CNEN, NUCLEBRÁS e NUCLAN, na região nordeste de Goiás e sudeste do Tocantins, nas décadas de 1970 e 1980. As anomalias mais importantes estão situadas nas regiões do Rio Preto e Campos Belos, em Goiás e a sul de Arraias, no Tocantins, onde foram dimensionados dois depósitos com cerca de 500 t de U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> cada um. As rochas hospedeiras dos depósitos de urânio são xistos grafitosos da Formação Ticunzal e granitos da Suíte Aurumina, sendo que as concentrações mais importantes foram detectadas nas proximidades do contato entre essas duas unidades. O urânio ocorre associado a ouro, cobre, chumbo, bismuto e arsênio.

(...)

Em virtude do abandono dos prospectos em 1983, a maioria dessas anomalias foi investigada apenas superficialmente, embora em uma delas tenha sido detectado, por meio de sondagens, um pequeno depósito de urânio (500 t de U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>), associado a xistos grafitosos da Formação Ticunzal. Pesquisas de urânio também foram desenvolvidas na região de Campos Belos (Goiás) e Arraias (Tocantins), onde mais de 100 anomalias de urânio foram registradas (Figueiredo e Oesterlen, 1981, *apud* Bogossian, 2012, p. 2-3).

Mais recentemente, já em 2023, outras hipóteses de ocorrências foram aventadas, com base em outras pesquisas científicas:

No projeto Tocantínia Itacajá foi realizado estudo in loco das anomalias radioativas detectadas pelo levantamento aeroespectrométrico de raios gama, executados pela LASA – Engenharia e Prospecção SAAs (LASA) (RIBEIRO et al., 1974). Foram

checadas 145 anomalias em 11 constelações na Bacia do Parnaíba em Tocantins, cujos valores de urânio checados mostraram-se muito baixos(Polo, 2023, p. 108).

Portanto, a exploração de urânio no Tocantins pode contribuir para a autossuficiência energética do Brasil, além de posicionar o país como um importante fornecedor de combustível nuclear no mercado internacional, o que é extremamente estratégico para o desenvolvimento regional e nacional, com repercussões na defesa e na segurança nacionais.

### 2.3 A FORMAÇÃO DAS POLÍTICAS ESTRATÉGICAS DO ESTADO DO TOCANTINS

O Estado do Tocantins, embora localizado na região norte, é um estado bem central no país, inclusive na Praça dos Girassóis encontra-se o monumento que marca o Centro Geodésico do Brasil. Sendo, portanto, uma região relevante para a logística do país, assim como para o desenvolvimento da região em que se situa.

Inobstante a necessidade de melhorias na infraestrutura dos modais de logística de transporte para a região, é fato que, independentemente de se situar no norte do país, a zona integrada pelo Tocantins na Amazônia Legal, no Consórcio do Brasil Central, e no MATOPIBA (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia) é um abre alas também ao mar, isso lhe torna como uma potencial plataforma logística para a formação das políticas estratégicas não só estaduais, mas também nacional.

Essa localização estratégica já possui infraestrutura de transportes eficientes para atendimento do agronegócio, mas uma plataforma logística consideraria o meio social, ambiental e econômico favoráveis, além de ligações terrestres (rodovias e ferroviárias), acessos marítimos, fluviais (aquaviários) e aéreos. Há 13.200 quilômetros de rodovias, com a BR-153 quase que paralela à Ferrovia Norte-Sul-FNS, ambas se cruzarão com a Ferrovia Leste-Oeste-FLO, para escoamento de cargas do centro-oeste até o Porto de Itaquí, em São Luís-MA, e os portos da Bahia, respectivamente, com armazenagens de grande capacidade, a exemplo do terminal de Palmeirante (90 mil toneladas) e Porto Nacional (60 mil toneladas); o aeroporto Brigadeiro Lysias Rodrigues, internacional e com capacidade multimodal, com 2.374 hectares com espaço para movimentação de cargas, docagem, pátio externo, guarda, valores, área de entrega e liberação de mercadorias, com capacidade de movimentar até 15 toneladas de produtos ao mês, além de haver a concessão de Incentivo Fiscal Prologística para empresas de transporte aéreo, na forma da Lei Estadual n.º 2.679, de 20/12/2012 (Neto, 2023, p. 528).

As riquezas mencionadas nos capítulos anteriores chamam atenção para uma necessidade de se estabelecer estrategicamente um planejamento para a extração dos referidos recursos em

associação com as políticas de defesa, segurança e desenvolvimentos nacionais. Afirma-se isso porque a posição destas riquezas nacionais, situadas oportunamente no Estado do Tocantins, são relevantes para criar polos industriais neste ente federativo, para facilitar a distribuição destas riquezas para os pontos de exportação, mas também para a própria seleção e classificação das referidas produções, em especial dos minerais críticos e estratégicos, para os setores nacionais correspondentes.

Observe que o Tocantins pode ser um grande *hub* para os negócios relacionados aos minérios citados neste trabalho, com potencial de se estabelecer de maneira estratégica um núcleo de desenvolvimento de tecnologias, insumos, inovações e estudos, vinculados aos referidos minérios, com objetivo de centralizar o desenvolvimento destas tecnologias nessa região estratégica, próximas aos minérios produzidos, aproveitando-se os modais já existentes para a criação de uma plataforma logística, estimulando-se os investimentos, com custos reduzidos, otimizando recursos, partilhando conhecimentos e alimentando, ainda que de maneira experimental, a criação de invenções e novas soluções para a BID.

Neste sentido, seria interessante a formulação de uma cooperação em âmbito federal, entre as forças armadas, o Tocantins e os produtores de minérios, para que uma vez atingidos um grau relevante de prospecção, sejam realizadas parcerias com outros entes públicos, privados ou consórcios, a fim de que se possa avançar na melhor escala de produção, acelerando as extrações para o mercado, de modo a resgatar os potenciais brasileiros nas escalas proporcionais da referida região, avançando nas oportunidades geradas, crescendo assim conhecimento aos projetos científicos, laboratoriais, industriais e comerciais (Bittencourt Neto, 2015, p. 21-24).

Esta rede virtuosa de produção de minérios, combinada com já existente do agronegócio, trará consigo uma série de opções energéticas para a descarbonização. A diversidade de matrizes energéticas tem como objetivo criar uma evolução industrial sistemática na região central do país, com a capacidade de alavancar a produção e, por via de consequência, melhor equilibrar a nossa balança comercial nos referidos setores.

Por fim, tais avanços tecnológicos conseguirão impor um ganho de expertise em várias aplicabilidades industriais dos referidos minérios, alterando-se os eixos de aperfeiçoamento e beneficiamento do exterior para o mercado brasileiro, reestruturando a matriz de investimentos de maneira mais sólida na economia local, capacitando os recursos humanos na região de análise, além de estabilizar a longo prazo os ativos no mercado nacional, com uma melhor

adequação da construção da política de preços, em face dos valores agregados à industrialização.

### **3. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O Brasil possui uma série de riquezas minerais em seu território, que precisam ser extraídas do subsolo para que possam circular e gerar valor comercial, e, com isso, fortalecer a sua economia. O Tocantins, como demonstrado, tem o potencial de aquecer ainda mais este mercado, com uma vasta gama de minérios, para se estabelecer como um dos grandes produtores estaduais, mas também para auxiliar a produção mineral e garantir o protagonismo do país no mercado internacional.

Uma política pública relevante para o avanço da transição energética para a descarbonização seria a criação de uma Superintendência do SGB/CPRM no Tocantins, com a criação de cargos de gestão e auxiliares que otimizem os recursos para a pesquisa na região com maior presteza e qualidade, com estrutura digna e Superintendência presente, que certamente contribuirá estrategicamente para o crescimento da economia local, através do desenvolvimento da mineração, com a elevação desta unidade federativa a 3ª ou 4ª maior arrecadação do CFEM (Agência Nacional de Mineração, 2023b), a exemplo do que ocorreu com o Estado de Goiás.

Cabe ao poder público a intervenção econômica realizada pelo seu braço técnico-comercial que é a SGB/CPRM, cuja incumbência é ajudar a fomentar os investimentos privados no referido setor, ainda mais nas regiões ermas ou menos exploradas, pois o vetor dos interesses particulares acompanham esse primeiro passo, uma vez que os riscos das demais etapas do processo de pesquisa e mineração são quase que exclusivamente experimentados pelo capital privado, que sempre os assume nos graus mais elevados, ainda que uma área promissora de ocorrências minerais.

Com tal estratégia, o Brasil ganhará grande reforço com a exploração minerária no Tocantins, porque se beneficiará da produção de uma grande gama de minérios relevantes para a sua independência no desenvolvimento da sua transição energética para a descarbonização, além de outros relevantes para a BID, sobretudo no que tange aos combustíveis nucleares, com ênfase no urânio, com potencial de influenciar diretamente no mercado internacional, inclusive, dada as razões de proporções estimativamente existentes nas referidas bacias sedimentares.

Como consequência disso, será desenvolvida uma porção importantíssima do território nacional, com uma logística incrível com rodovias e ferrovias federais que cortam o Tocantins de norte a sul, de leste a oeste, possibilitando a ligação de diversas regiões, com comunicação

a portos estratégicos, além do aeroporto internacional Brigadeiro Lysias Rodrigues de Palmas, que tem viabilidade aduaneira e uma fantástica área que pode ser explorada para depósitos logísticos e estruturas industriais.

Contudo, por outro lado, o tocantinense se vê a mercê do crime organizado que hoje tenta criar um sistema de narcomineração, em especial pelo Primeiro Comando da Capital (PCC) e Comando Vermelho (CV), que têm se aventurado no garimpo ilegal, extraindo irregularmente riquezas nacionais e as contrabandeando para o mercado externo.

Porém, passando a região a ser ainda mais atrativa aos investimentos privados, estes acompanharão e contribuirão para a evolução e fiscalização regulatória, o que dificultará ou reduzirá sistematicamente a exploração mineral pelas facções, tal qual ocorre em outros grandes centros mineradores. Afirma-se isso porque uma vez atraído o capital privado, mais presente é a fiscalização dos órgãos federais, em cooperação com os órgãos estaduais, tendentes a expor as ilicitudes e afastar criminosos deste mercado.

Noutro passo, sugere-se o estabelecimento de Parcerias Público Privadas-PPPs para a atração de grandes investimentos que poderiam ser subsidiados pela Mineratins, empresa responsável pela intervenção econômica estadual no referido setor, assim como convênios com órgãos federais, inclusive com as próprias forças armadas, para a exploração de minérios críticos e estratégicos, com vistas a abastecer diretamente projetos específicos da BID.

Além disso, excluiu-se propositalmente do objeto deste estudo outras fontes minerais relevantes do Tocantins, a exemplo do ouro, que possui ocorrências em produção na região de Almas, além dos depósitos de Natividade, atualmente ofertados em leilão; e a exploração do NPK que é a sigla para Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K), que são macronutrientes fundamentais à produção de alimentos, em especial porque os fertilizantes e insumos do agro dependem desses elementos. Os referidos minerais podem ser objeto de futuros estudos a serem estimulados pela Escola Superior de Defesa (ESD), porque isoladamente possuem grande relevância para o desenvolvimento regional e nacional, mas seus escopos excederiam os objetivos específicos desta peça que se volta apenas à transição energética e a BID.

Assim, demonstra-se plenamente possível a exploração mineral do Estado do Tocantins a níveis similares aos dos Estados vizinhos, podendo alcançar e superá-los em diversas produções, sobretudo dos minérios mencionados neste trabalho. Tais riquezas, como se atestou ao longo deste trabalho, provaram-se relevantes à transição energética para a descarbonização, assim como para a BID, fomentando a criação e o desenvolvimento de tecnologias associadas,

o que é estratégico para o desenvolvimento regional, assim como para a segurança e defesa nacionais.

Portanto, a exploração mineral no Estado do Tocantins representa uma oportunidade estratégica para o Brasil no mercado global de mineração. A riqueza mineral do estado, aliada à sua infraestrutura logística e ao potencial de desenvolvimento regional, posiciona o Tocantins como um polo de atração para investimentos estatais e privados. A mineração sustentável e responsável pode impulsionar a economia local, contribuir para a transição energética global e fortalecer a Base Industrial de Defesa do Brasil, destacando a necessidade de exploração imediata dessa próxima fronteira minerária brasileira.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO (Brasil). **Distribuição CFEM por ano**. Brasília, DF: ANM, 2023. Disponível em: [https://sistemas.anm.gov.br/arrecadacao/extra/Relatorios/distribuicao\\_cfem.aspx](https://sistemas.anm.gov.br/arrecadacao/extra/Relatorios/distribuicao_cfem.aspx). Acesso em: 01 maio 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO (Brasil). **Distribuição CFEM por ano**. Brasília, DF: ANM, 2023b. Disponível em: [https://sistemas.anm.gov.br/arrecadacao/extra/Relatorios/distribuicao\\_cfem\\_ano.aspx?ano=2023](https://sistemas.anm.gov.br/arrecadacao/extra/Relatorios/distribuicao_cfem_ano.aspx?ano=2023). Acesso em: 22 maio 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO (Brasil). **Informe do 3º Trimestre da ANM**, Brasília, DF, atualizado em abril de 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO (Brasil). Níquel. Brasília, DF: ANM, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/assuntos/economia-mineral/publicacoes/sumario-mineral/niquel-2019-ano-base-2018.pdf>. Acesso em: 31 maio 2024.

ANTONINO, Lucas Zenha. Um breve histórico jurídico e as injustiças promovidas nos territórios extrativo-mineral no Brasil/A brief legal history and the injustices promoted in the extractive-mineral territories in Brazil. **Revista Nera**, [S. l.], n. 59, p. 192–212, 2021. DOI: 10.47946/rnera.v0i59.8743. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/nera/article/view/8743>. Acesso em: 26 maio 2024.

BAIRÃO, Celso de Almeida; AZEVEDO, Iloé Listo de; PONTES, Julio Cesar. **Mineração – Importância dos Minerais para a Sociedade Moderna**. [S. l.], 2019. Conselho Federal de Engenharia e Agronomia – CONFEA. Disponível em: [https://www.confea.org.br/midias/web\\_cartilha\\_mineracao\\_170x240.pdf](https://www.confea.org.br/midias/web_cartilha_mineracao_170x240.pdf). Acesso em: 31 maio de 2024.

BARBOSA NETA, Isabel de Carvalho. **Inovação tecnológica na mineração: aspectos burocráticos para mineração no Tocantins**. 2020. Dissertação (Mestrado em Propriedade



Intelectual e Transferência de Tecnologia para inovação) – Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2020.

BITTENCOURT NETO, Bruno de Moraes. **Base Industrial de Defesa (BID):** a BID e a disponibilidade de engenheiros. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Altos Estudos de Política e Estratégia) – Escola Superior de Guerra, Rio de Janeiro, 2015.

BOGOSSIAN, Jessica. **Mineralizações primárias e supergênicas de urânio do Nordeste de Goiás e Sudeste do Tocantins:** contexto geológico, mineralogia e implicações metalogenéticas. 2012. 54 f., il. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

BRANCO JUNIOR, Hélio Moreira. **Submarino Nuclear Brasileiro:** vetor catalisador dos setores estratégicos da Defesa Nacional. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Altos Estudos de Política e Estratégia) – Escola Superior de Guerra, Rio de Janeiro, 2020.

CARVALHO, Pedro Sérgio Landim de et al. Panorama e tendências do mercado de níquel: estudo realizado em junho de 2015. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 42, p. [245]-295, set. 2015.

CASTRO, Fernando Ferreira de; PEITER, Carlos Cesar; GÓES, Geraldo Sandoval. Minerais estratégicos e as relações entre Brasil e China: oportunidades de cooperação para o desenvolvimento da indústria mineral brasileira. **Revista Tempo do Mundo**, Brasília, DF, n. 24, p. 349-378, 2020.

COMPANHIA BRASILEIRA DE METALURGIA E MINERAÇÃO. **Niobium**. [S.l.], [2024]. Disponível em: <https://cbmm.com/pt/Niobio>. Acesso em: 29 maio 2024

DE TOMI, Giorgio; LOREDO, Giovanna; SANTOS, Vinicius. **Minerais críticos e estratégicos no Brasil:** uma agenda de soberania e de clima. Brasília, DF: Centro Soberania e Clima, 2024.

FERREIRA, Victor Ricardo. "Nióbio"; **Brasil Escola**, [S.l.], [2024]. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/niobio.htm>. Acesso em 11 de junho de 2024 Acesso em 6 maio 2024.

HAXEL, Gordon B.; HEDRICK, James B.; ORRIS, Greta J. Rare earth elements critical resources for high technology. 2006. Reston, VA. **United States Geological Survey. USGS**. Disponível em: <https://pubs.usgs.gov/fs/2002/fs087-02/fs087-02.pdf>. Acesso em: 25 de maio 2024.

MADEIRA, Patrícia Hermont Barcellos Gonçalves. **Não-cumulatividade do PIS e da COFINS**. 2009. Dissertação (Mestrado em Direito Econômico e Financeiro) - Faculdade de Direito, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. DOI:10.11606/D.2.2009.tde-22062010-083058. Acesso em: 31 maio 2024.

MARTINS, Thays Amorim. **A importância da segurança do submarino nuclear**. 2023. 62 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia do Mar) - Universidade Federal de São Paulo, Instituto do Mar, Santos, 2023.

MUGGAH, Robert. Proteção da Amazônia exige combate ao ecossistema do crime **Poder360**, [S.l.], 8 ago. 2023. Disponível em: <https://www.poder360.com.br/opiniaoprotecao-da-amazonia-exige-combate-ao-ecossistema-do-crime/>. Acesso em: 25 maio 2024.

NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL (ONU). **Brasil se une à nova Coalizão Global sobre Minerais Críticos para a Transição Energética**. Brasília, DF: ONU, 2024. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/267142-brasil-se-une-%C3%A0-nova-coaliz%C3%A3o-global-sobre-minerais-cr%C3%ADticos-para-transi%C3%A7%C3%A3o-energ%C3%A9tica>. Acesso em: 13 maio 2024.

NASCIMENTO, Marisa; SOARES, Paulo Sérgio. **Cobalto no Brasil: metalurgia extrativa, ocorrências e projetos**. Rio de Janeiro: CETEM/MCTIC, 2019.

NAVARRO, Rômulo Feitosa. A evolução dos materiais. Parte 1: da pré-história ao início da era moderna. **Revista eletrônica de materiais e processos**, Capina Grande, v. 1, n. 1, p. 1-11, 2006.

NETO, Belizário Franco. Potencial do Tocantins para implantação de plataforma logística. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, Criciúma, v. 9, n. 1, p. 522-531, 2023.

NORTON, Kara. O que é o cobalto, tão essencial para as tecnologias atuais, e quais controvérsias ele esconde? **National Geographic**, [S.l.], 18 jan. 2024. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/meio-ambiente/2024/01/o-que-e-o-cobalto-tao-essencial-para-as-tecnologias-atuais-e-quais-controversias-ele-esconde>. Acesso em: 31 maio 2024.

POLO, Hugo José de Oliveira et al. Avaliação da favorabilidade para depósitos de urânio no Brasil, estado do Tocantins. **Informe de Recursos Minerais. Série Minerais Estratégicos**, Brasília, DF, n.8, 2023.

REZENDE, Eduardo Soares de; RIBEIRO, Pedro Sérgio Estevam; DUARTE, Tiago Bandeira; ALVES, Felipe de Mota. **Ocorrência de grafita na Faixa Araguaia, norte do estado do Tocantins, municípios de Xambioá e Araganã**. SGB, 2023. Informe Técnico, Brasília, DF. n. 22, 2023. Disponível em: [https://rigeo.sgb.gov.br/bitstream/doc/24501/1/informe\\_tecnico\\_22\\_final\\_05\\_dez\\_23.pdf](https://rigeo.sgb.gov.br/bitstream/doc/24501/1/informe_tecnico_22_final_05_dez_23.pdf). Acesso em: 21 maio 2024.

RODRIGUES, Haroldo. A questão central da mineração e o ESG: regenerar as pessoas e os seus territórios. **Forbes**, [S.l.], 4 maio 2021. Disponível em: <https://forbes.com.br/forbes-collab/2021/05/haroldo-rodrigues-a-questao-central-da-mineracao-e-o-esg-regenerar-as-pessoas-e-os-seus-territorios/>. Acesso em: 25 maio 2024.

SERVIÇO GEOLÓGICO BRASILEIRO. Área de atuação da SUREG/GO. Brasília, DF: SGB, [2016]. Disponível em: <https://www.sgb.gov.br/publique/Sobre/Nossos-Enderecos/Superintendencia-de-Goiania---SUREG%7CGO-197.html>. Acesso em: 31 maio 2024.

SERVIÇO GEOLÓGICO BRASILEIRO. Nossa História. Brasília, DF: SGB, [2016]. Disponível em: <https://www.sgb.gov.br/publique/Sobre/Nossa-Historia-18>. Acesso em: 31 maio 2024.

SILVA, Adriano Gonçalves da. **Modernização no Planalto Central do Brasil: mineração e logística no Roteiro da Missão Cruls**. 2018. 101 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020.

SILVA, Cristina Socorro. Níquel. **Balanco Mineral Brasileiro – 2001**, Brasília, DF, 2001. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/dnpm/paginas/balanco-mineral/arquivos/balanco-mineral-brasileiro-2001-niquel>. Acesso em: 28 maio 2024.

SILVA, Guilherme Ferreira da; SILVA, Anderson D. R.; GAIA, Sulsiene M. de Souza (Orgs.) 2024. **Panorama do potencial do Brasil para minerais críticos e estratégicos**. Serviço Geológico do Brasil, Brasília DF, 2024.

VIEIRA SEGUNDO, José Etimógenes D.; VILAR, Eudésio Oliveira. Grafeno: Uma revisão sobre propriedades, mecanismos de produção e potenciais aplicações em sistemas energéticos. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, Campina Grande, PB. v. 11 n. 2, 2016, p. 54-57.