

MARCUS ANDRÉ DE SOUZA E SILVA  
MARÍLIA MATOS PEREIRA LOPES LEMES

**A ELEVAÇÃO DO RIO GRANDE EM UM CONTEXTO DE TRANSIÇÃO  
ENERGÉTICA: CONTRIBUIÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO NACIONAL**

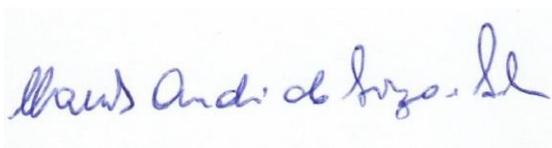
Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Escola Superior de Defesa,  
como exigência parcial para obtenção do  
título de Especialista em Altos Estudos  
em Defesa.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Albergaria de  
Queiroz

Brasília  
2023

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 dos autores e não expressam qualquer orientação institucional da ESD.

Brasília, DF, 16 de novembro de 2023



---

MARCUS ANDRÉ DE SOUZA E SILVA  
PESQUISADOR



---

MARÍLIA MATOS PEREIRA LOPES LEMES  
PESQUISADORA

MARCUS ANDRÉ DE SOUZA E SILVA  
MARÍLIA MATOS PEREIRA LOPES LEMES

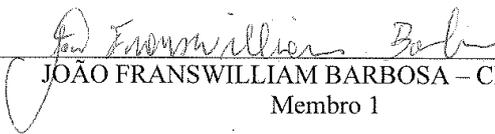
**A ELEVAÇÃO DO RIO GRANDE EM UM CONTEXTO DE TRANSIÇÃO  
ENERGÉTICA: CONTRIBUIÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO NACIONAL**

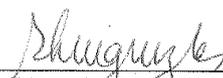
Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Escola Superior de Defesa,  
como exigência parcial para obtenção do  
título de Especialista em Altos Estudos  
em Defesa.

Trabalho de Conclusão de Curso **APROVADO:**

Brasília, DF, 16 de novembro de 2023

  
FABIO ALBERGARIA QUEIROZ – Prof. Dr. (ESD)  
Orientador

  
JOÃO FRANSWILLIAM BARBOSA – CMG (ESD)  
Membro 1

  
SELMA LÚCIA DE MOURA GONZALES – TC EB (ESD)  
Membro 2

## A Elevação do Rio Grande em um contexto de transição energética: contribuições para o desenvolvimento nacional

Marcus André de Souza e Silva<sup>1</sup>  
Marília Matos Pereira Lopes Lemes<sup>2</sup>

### RESUMO

Esse trabalho buscou analisar, em um contexto de mudanças climáticas, que contribuições e/ou alternativas a elevação do Rio Grande oferece para a matriz energética brasileira, no processo de transição energética. Para isso, foi realizado um estudo de caso majoritariamente quali-quantitativo, tendo, como universo de análise, a ERG. Para a coleta de dados optou-se pela técnica do *desk research* que, em linhas gerais, consiste em fazer um amplo levantamento do material já publicado em relação ao objeto do estudo. Verificou-se que o objetivo do estudo foi atingido, uma vez que, ficou demonstrado o potencial da ERG para a transição energética, bem como apresentadas as justificativas que garantem o pleno exercício brasileiro de sua soberania sobre aquela região, indicando que quanto maior for o acesso do Brasil aos recursos existentes na ERG, maior será a possibilidade de seu sucesso no contexto geopolítico da mudança climática e no processo de transição energética global.

**Palavras-chave:** elevação do rio grande; transição energética; mudanças climáticas.

*Energetic transition and the Rio Grande Rise: Security, Development and Defense*

### ABSTRACT

*This work focused on analysing, within a climate change context, which contributions and/or alternatives the Rio Grande Rise could offer to the brazilian energetic grid, in a process of energetic transition. For this, a case study mainly quali-quantitative was performed, having the RGR as the analysis universe. For data collection, it was used the desk research technique, what, in general lines, consists in doing a broad research of all material already published in regards to the subject. It was possible to verify that the study objective was achieved, once it was demonstrated the RGR potential for a energetic transition, as well as presented the arguments that ensure the full brazilian sovereignty over that area, indicating that the more access Brazil has to the existing resources in the RGR, the greater will be the chances of it succeeding in the geopolitics context of climate change and global energetic transition.*

**Key-words:** rio grande rise; energetic transition; climate changes.

---

<sup>1</sup> Capitão de Mar e Guerra da Marinha do Brasil

<sup>2</sup> Analista em Geociências – Administradora do Serviço Geológico do Brasil – SGB/CPRM.

## 1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos séculos, o aumento das atividades humanas têm concebido fenômenos desafiadores e, por vezes, dramáticos como a depleção de recursos naturais estratégicos, acidificação dos oceanos, perda de biodiversidade ou, ainda, as mudanças climáticas. Esse período, chamado por alguns cientistas de Antropoceno (ZALASIEWICZ, 2019; CRUTZEN; STOERMER, 2000; CRUTZEN, 2002), descreve uma nova época geológica, caracterizada pelo impacto significativo das atividades humanas sobre o sistema terrestre. O termo destaca a influência dominante da humanidade nos processos naturais do planeta, enfatizando a responsabilidade antrópica na preservação e sustentabilidade do meio ambiente. Essa exponencial ação acaba gerando várias externalidades com elevado potencial de impactar o funcionamento adequado de alguns processos sistêmicos essenciais dos quais dependemos para sobreviver e prosperar como o biológico, atmosférico, geológico e hidrológico.

Assim, como medida para conter esses fenômenos, desde o ano de 1995, tem ocorrido anualmente a Conferência do Clima da Organização das Nações Unidas (COP), que é o órgão máximo da United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). Durante um período de duas semanas, os países participantes realizam uma análise da situação das alterações climáticas e apresentam propostas políticas e inovações com o intuito de assegurar que a elevação média da temperatura do planeta não exceda o limite de 1,5 graus Celsius em relação aos níveis pré-industriais (FERNANDES, 2023).

Nesses encontros, alguns aspectos centrais foram debatidos, tais como: “limitar o uso indiscriminado de combustíveis fósseis; criar uma economia crescente, promovendo geração de emprego; a sustentabilidade econômica; baixa emissão de carbono; aprimoramento da agricultura; e combate ao desmatamento” (LIMA, 2022, p.2).

Sob essa ótica, os recursos tradicionais, como petróleo, gás natural e carvão, são considerados não renováveis e causam impactos negativos significativos no meio ambiente, como emissões de gases de efeito estufa e poluição do ar e da água. Por outro lado, as tecnologias de energia limpa, como energia solar, eólica, hidrelétrica e geotérmica, são fontes renováveis e têm um impacto ambiental muito menor. Essas tecnologias reduzem significativamente as emissões de gases de efeito estufa e são consideradas uma parte importante dos esforços para combater as mudanças climáticas (FERNANDES, 2023; IEA, 2021).

Paoli (2021) reforça o entendimento de que a emergência climática é o principal desafio do século XXI, sendo a transição energética, para uma matriz essencialmente limpa e renovável,

essencial para enfrentar as emissões de gases de efeito estufa provenientes da queima de combustíveis fósseis.

Logo, a transição energética não é isenta de desafios. Como exemplo desses desafios podemos citar a disponibilidade de minerais críticos necessários para a fabricação de tecnologias de energia limpa, como painéis solares, turbinas eólicas, baterias de íons de lítio e sistemas de armazenamento de energia climáticas (FERNANDES, 2023; IEA, 2021).

Esses minerais críticos incluem elementos como lítio, cobalto, níquel, grafite e elementos de terras raras. A família dos elementos de terras raras é composta por dezessete metais, que incluem: lantânio (La), cério (Ce), praseodímio (Pr), neodímio (Nd), promécio (Pm), samário (Sm), európio (Eu), gadolínio (Gd), térbio (Tb), disprósio (Dy), hólmio (Ho), érbio (Er), túlio (Tm), itérbio (Yb) e lutécio (Lu). Estes minerais críticos desempenham um papel fundamental na produção de tecnologias de energia limpa, mas sua disponibilidade e extração podem apresentar desafios para a segurança energética. Além disso, a concentração desses minerais em certas regiões geográficas pode criar dependência e vulnerabilidades para o país (IEA, 2021; TAKEHARA *et al.*, 2015).

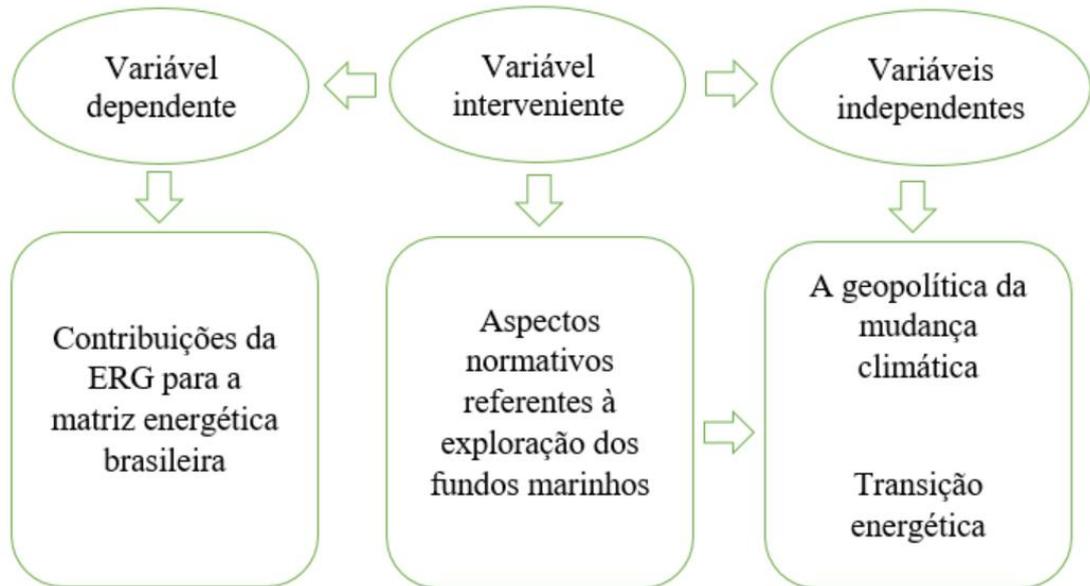
À medida que os recursos minerais e econômicos baseados em terra se tornam extremamente explorados ou exauridos em razão do continuado crescimento populacional e do aumento do consumo per capita em diversas partes do mundo, o interesse comercial nos oceanos também tem aumentado. Como resultado, o dispêndio de empreendimentos antes de alto custo, como a mineração comercial dos fundos marinhos, passam a ser agora considerados não apenas possíveis, mas iminentes (JOUFFRAY *et al.*, 2020). Dessa forma, uma região de ímpar relevância para o Brasil, a Elevação do Rio Grande (ERG), tem se destacado neste contexto.

Trata-se de uma grande elevação oceânica na placa sul-americana, cuja complexa origem e evolução tectônica ainda é motivo de debate. A ERG é uma serra que se eleva 3.500 m acima da planície abissal circundante, localizada a cerca de 1.500 km da costa brasileira. Separa as bacias oceânicas do Brasil (Norte) e Argentina (Sul) e representa uma extensa barreira ao transporte de sedimentos entre essas bacias através das correntes do fundo do mar (GALVÃO; CASTRO, 2017).

Dessa maneira, tecidas essas breves considerações contextuais, para cumprir a proposta investigativa, o estudo buscou respostas à seguinte questão: em um contexto de mudanças climáticas, que contribuições e/ou alternativas a elevação do Rio Grande pode oferecer para a matriz energética brasileira? Como forma de melhor compreender as correlações causais entre

os fatores selecionados para a pesquisa, foram identificadas as principais variáveis atuantes na pesquisa por meio da cadeia causal apresentada abaixo:

**Figura 1 – Cadeia Causal**



**Fonte:** Elaborado pelos autores (2023).

A partir da cadeia causal, considerar as contribuições da ERG para a matriz energética brasileira é oportuno, uma vez que esta região é considerada uma grande feição, geomorfologicamente complexa, localizada no Atlântico Sudoeste, com grande interesse comercial e científico devido ao seu potencial de mineração de elementos de terras raras que são críticos para tecnologias de baixo carbono (CORRÊA *et al.*, 2022).

Nessa perspectiva, o interesse brasileiro pela área motivou o envio de petição à Comissão de Limites da Plataforma Continental da ONU, em 2018, para incluir a ERG nos limites de sua plataforma continental além de 200 milhas náuticas (CORRÊA *et al.*, 2022)<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Mar Territorial é a extensão da soberania do Estado costeiro além de seu território e de suas águas interiores". Portanto, tem-se como Mar Territorial a faixa adjacente ao litoral de 12 milhas náuticas (cerca de 22 km), a contar da linha de base do território. Por sua vez, linha de base é a linha litorânea de maré mais baixa (baixamar). Já a Zona Econômica Exclusiva (ZEE) é uma faixa adjacente ao Mar Territorial e cuja largura máxima é de 188 milhas náuticas contadas a partir do limite exterior daquele, com o que perfazem 200 milhas, a partir da linha de base". Por fim, a Plataforma Continental, consoante o art. 76, da Convenção das Nações Unidas sobre Direito do Mar, §§ 4º e 6º corresponde à parte do leito do mar adjacente à costa que não exceder a 200 metros de profundidade e que, a uma boa distância do litoral, cede lugar às inclinações abruptas que conduzem aos fundos marinhos

Espera-se, dessa maneira, observar a aderência entre a proteção dos interesses brasileiros sobre a ERG e o Objetivo Nacional de Defesa (OND) I: Garantir a soberania, o patrimônio nacional e a integridade territorial. Esse OND encontra-se descrito na Política Nacional de Defesa (PND), documento que orienta as ações de mais alto nível para o planejamento de ações destinadas à defesa, o qual define, ainda, que é vital ao país possuir condições de diversificar sua matriz energética e obter a autossuficiência em tecnologias necessárias para o total aproveitamento de seu potencial, de forma a possibilitar o atendimento à crescente demanda imposta pelo processo de desenvolvimento (BRASIL, 2020).

Portanto, em atenção ao desenho da pesquisa proposta, o objetivo geral visa identificar quais as contribuições da ERG para a matriz energética brasileira. Para tanto, e complementarmente, são nossos objetivos específicos:

1. Analisar a geopolítica da mudança climática;
2. Entender o processo de transição energética para, então;
3. Verificar aspectos normativos referentes à ERG e a exploração dos fundos marinhos

Temos, então, com este trabalho, um estudo de caso majoritariamente quali-quantitativo, tendo, como universo de análise, a ERG. Para a coleta de dados optou-se pela técnica do *desk research* que, em linhas gerais, consiste em fazer um amplo levantamento do material já publicado em relação ao objeto do estudo. Assim, a base de dados que subsidiou o levantamento das informações foi construída, em grande medida, a partir da análise de documentos oficiais dos órgãos públicos relevantes para a pesquisa e, também, de material de mídia, como jornais, trabalhos acadêmicos e revistas e sites especializados.

## **2. O CENÁRIO CLIMÁTICO MUNDIAL E A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA**

### **2.1 O CENÁRIO CLIMÁTICO MUNDIAL**

Há aproximadamente 11 mil anos, a última era glacial chegou ao fim e deu lugar a uma época geológica conhecida como Holoceno, caracterizada por um clima mais suave e estável. Esse clima favorável proporcionou condições propícias para o desenvolvimento gradual da humanidade (VIOLA; BASSO, 2016).

No entanto, no final do século XX e início do século XXI, ocorreu uma transformação significativa: a transição da sociedade industrial para a sociedade da informação/conhecimento, acompanhada pelo crescimento da população global e do consumo per capita de recursos

naturais. Essa mudança fez com que a humanidade se tornasse a principal força transformadora do planeta. Essa característica definiu a atual época geológica, conhecida como Antropoceno.

Em suma:

O uso do carvão e do petróleo permitiu que a humanidade desenvolvesse a metalurgia e as máquinas, a indústria química e os fertilizantes agrícolas, a eletricidade e o motor de combustão interna; que revolucionasse as comunicações e os sistemas produtivos para a produção em massa. Tantas transformações, impactantes em si mesmas, não teriam alcançado escala planetária sem seu emprego disseminado por um número cada vez maior de seres humanos. De fato, entre 1945 e 2000, a população mundial passou de 3 bilhões para 6 bilhões de pessoas; o consumo de petróleo aumentou em quase quatro vezes, a atividade econômica aumentou em quinze vezes, e a urbanização e os padrões de consumo de massa disseminaram-se (Viola, Basso, 2016, p. 2).

Neste contexto, o químico holandês Crutzen e o biólogo estadunidense Stoemer (2000) na publicação intitulada de *The Anthropocene. Global Change Newsletter* propõem, pela primeira vez, o uso do termo Antropoceno para caracterizar o papel central do homem na geologia e ecologia (SILVA; ARBILLA, 2018; CRUTZEN; STOERMER, 2000).

Segundo Crutzen e Stoemer (2000), os seres humanos são uma força significativa no sistema terrestre, e a expansão da humanidade, tanto em número quanto na exploração per capita dos recursos da Terra, tem sido alarmante. De acordo com esses cientistas, como principais causas é possível destacar o alto consumo dos combustíveis fósseis que foram gerados ao longo de várias centenas de milhões de anos; a transformação de 30 a 50% da superfície terrestre pela ação humana; o aumento substancial nas emissões de gases de “estufa” na atmosfera, dentre outros (SILVA; ARBILLA, 2018; CRUTZEN; STOERMER, 2000).

Portanto, o Antropoceno representa uma época geológica distinta, na qual a humanidade, com todas as suas desigualdades e diferenças, assume o papel central como impulsionadora de mudanças sistêmicas. Isso afeta de forma significativa o funcionamento regular dos ciclos naturais, demandando novos desafios para a humanidade. Além disso, faz-se necessário compreender que um novo equilíbrio no planeta deve ser resultado do esforço conjunto, capaz de aglutinar desafios inerentes a múltiplas diversidades e desigualdades.

Dessa forma, a alardeada situação climática, que representa uma crise fundamental para a humanidade, emerge como o desafio histórico primordial do século XXI. Durante este século, a espécie humana, no cenário mais pessimista, poderá enfrentar mudanças abruptas e irreversíveis resultantes do que os geocientistas chamam de "mudança de estado" (*state shift*) do sistema biosférico (PAOLI, 2021).

Diante deste contexto, o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (na sigla em inglês, IPCC), criado em 1988 pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, desempenha um papel crucial no fornecimento de avaliações regulares com base científica das mudanças climáticas, seus impactos e riscos futuros, bem como opções de adaptação e mitigação. O objetivo principal do IPCC é fornecer informações fundamentadas aos tomadores de decisão e disponibilizar a base científica necessária para a formulação de políticas climáticas globais. Isso inclui fornecer apoio às negociações políticas realizadas no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (na sigla em inglês, UNFCCC) (O QUE[...], 2023).

Nessa perspectiva, de acordo com o IPCC, a temperatura média da superfície do planeta já aumentou aproximadamente 1,09 °C desde a época pré-industrial, em um ritmo mais acelerado do que em qualquer outro período dos últimos 2000 anos. Essa constatação ressalta a urgência de lidar com as mudanças climáticas e implementar medidas de mitigação e adaptação para reduzir ainda mais o aquecimento global e seus impactos negativos (COMO [...], 2023)<sup>4</sup>.

Não obstante, os níveis de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) aumentaram em 47,3%, atingindo médias anuais de 410 partes por milhão. O metano (CH<sub>4</sub>) alcançou 1866 partes por bilhão, um aumento de 157,8%. Cabe destacar que a dependência dos combustíveis fósseis, como carvão, petróleo e gás, é a principal causa das alterações climáticas, contribuindo para 80% de todas as emissões de CO<sub>2</sub> relacionadas à atividade humana em 2019 (COMO[...], 2023).

Assim, o IPCC com base em dados históricos e modelos climáticos, apresenta que a melhor estimativa indica que o mundo atingirá o limite de 1,5 °C em 2030-2035. No entanto, mesmo atingindo esse limite, os impactos das alterações climáticas tendem a continuar. Para ter uma probabilidade de 50/50 de permanecer dentro desse limite, o mundo só pode emitir cerca de 460 bilhões de toneladas de CO<sub>2</sub>, o que equivale a aproximadamente 11,5 anos das emissões anuais em 2020. Isso significa que não podemos evitar completamente os impactos das mudanças climáticas, mas devemos continuar a trabalhar arduamente para reduzi-los ao mínimo absoluto (COMO [...], 2023).

---

<sup>4</sup> Devido ao amplo interesse público nas mudanças climáticas, é natural e legítimo questionar a validade das afirmações científicas sobre se o aquecimento global é causado ou não pela atividade humana, ou seja, se tem causas antropogênicas. Dessa forma, há uma corrente minoritária de céticos que discordam de certos fundamentos dos estudos climáticos realizados por cientistas associados ao IPCC. Nessa perspectiva, dentro da comunidade científica, existem diversas posições sobre a natureza das mudanças climáticas, que podem ser categorizadas entre aqueles que acreditam que as mudanças estão ocorrendo e aqueles que acreditam que não estão ocorrendo ou que não são significativas o suficiente para serem classificadas como mudanças (SANSON, 2016).

Tecidas essas breves considerações sobre o cenário climático mundial e apresentados alguns fatores que estão impactando o futuro do planeta, a seção seguinte descreve o conceito de transição energética, suas características e a importância da mineração neste processo.

## 2.2 TRANSIÇÃO ENERGÉTICA: CONCEITO, CARACTERÍSTICAS E A IMPORTÂNCIA DA MINERAÇÃO

De acordo com Ramos (2018) o processo de transição energética faz referência a uma mudança estrutural abrangente e fundamental das fontes de energia ao longo de um determinado período de tempo. Nessa perspectiva, mudanças na matriz de consumo energético se desenvolvem por meio de longos períodos de tempo e estão relacionadas à transição de uma economia com uma fonte dominante de energia e sua tecnologia envolvida para uma outra (GUERRERO, 2021).

No decorrer da história, a primeira transição energética teve início no século XVIII, e foi marcada pela mudança do uso predominante da lenha para o carvão, durante o século XIX, em paralelo à Primeira Revolução Industrial. A segunda transição foi marcada especialmente pelo uso do petróleo como base energética das atividades econômicas e se deu no século XX, com a Segunda Revolução Industrial (GUERRERO, 2021).

Nessa perspectiva, a transição energética que se configura no século XXI mostra uma tendência ao uso do gás como substituto mais abundante, com preço inferior ao do petróleo e o menos poluente dos hidrocarbonetos. Este recurso é considerado uma ponte ou combustível de transição até que um uso massivo de recursos renováveis possa ser desenvolvido (GUERRERO, 2021).

Para além das mudanças climáticas no Antropoceno, o atual processo de transição energética apresenta também elementos que estimulam à crise/colapso energético, tais como a Guerra da Rússia x Ucrânia e a fragilidade e insustentabilidade do atual sistema de energia mundial (IEA, 2022).

Os argumentos de cunho ambiental justificam por si só a necessidade de uma transição energética para uma energia limpa. Entretanto, os argumentos econômicos em favor de tecnologias limpas com custos competitivos e acessíveis também têm ganhado espaço e traz à baila o caso da segurança energética. Esse alinhamento das prioridades econômicas, climáticas e de segurança já começou a mover o dial em direção a um resultado melhor para as pessoas e para o planeta e tem movimentado também a agenda de desenvolvimento, segurança e defesa (IEA, 2022).

Cabe ressaltar que esta é uma crise em que a transição energética pode ser a solução, e não o problema. Os ganhos duradouros deste processo são as fontes de energia com baixa emissão de carbono, principalmente renováveis, tais como a energia eólica e solar, juntamente com progressos mais rápidos em eficiência e eletrificação, por exemplo, os veículos elétricos (IEA, 2022).

Sobremaneira, a transição para um sistema energético de baixa emissão de carbono apresenta-se como mecanismo para se alcançar um desenvolvimento sustentável e vem sendo trilhada desde as últimas duas décadas, dando destaque a importância de sistemas de energia eólica e solar. Ainda em 2017 a Agência Internacional de Energia (IEA) apresentou um cenário que mais de 70% da energia elétrica deverá vir de fontes energéticas renováveis (incluindo a hidrelétrica) em 2050, de forma a manter o aumento de temperatura global em 2°C até 2100. Entretanto, dados indicam que apenas 14% da demanda total de energia é suprida atualmente por fontes renováveis, o que aponta para a complexidade do processo de transição (WATARI *et al.*, 2019).

De acordo com as projeções da IEA (2022), as tendências até 2030 refletirão um mundo marcado por diversas vulnerabilidades, como os altos custos dos combustíveis importados, e as mudanças climáticas e oportunidades, como o desenvolvimento de tecnologias de energia limpa de baixo custo. Os preços do gás natural permanecem historicamente altos até meados da década, levando a uma redução na construção de novas usinas movidas a gás natural, com os países optando por outras fontes de energia para garantir a adequação e a flexibilidade do sistema, ao mesmo tempo em que impulsionam o uso de energias renováveis (IEA, 2022).

Neste sentido, os fluxos comerciais também poderão passar por uma reorientação profunda, com as regiões importadoras priorizando recursos domésticos sempre que possível, a fim de garantir o suprimento confiável de energia e limitar a exposição a mercados internacionais voláteis. Além disso, as implicações da mudança da Europa em relação às importações de gás russo estão afetando todo o sistema energético<sup>5</sup>. No geral, as preocupações com a segurança energética estão impulsionando o aumento do uso de fontes de baixas emissões e a melhoria da eficiência energética (IEA, 2022).

---

<sup>5</sup> A Europa está tentando encontrar novas alternativas à energia russa em um esforço para reduzir a capacidade de Moscou de financiar a guerra contra a Ucrânia. O gás é usado principalmente para a produção de energia elétrica e para o aquecimento das residências e exerce um papel fundamental na vida dos europeus. Exemplo: o plano REPowerEU.

Vale destacar que o crescimento da demanda energética, próximo de 1% ao ano até 2030, deverá ser amplamente suprido por energias renováveis embora mostrem sinais claros de mudança, as tendências ainda não representam uma mudança de paradigma completa (IEA, 2022).

De acordo com a IEA, a demanda global por combustíveis fósseis tem se mantido constante. No entanto, as projeções de 2022 indicam uma mudança significativa nessas tendências nos próximos anos. Até 2030, a participação dos combustíveis fósseis no suprimento total de energia será inferior a três quartos, e até 2050, essa participação cairá ainda mais. Essas tendências refletem uma transformação no cenário energético desde a assinatura do Acordo de Paris<sup>6</sup>. A maior mudança ocorreu no setor de energia elétrica, onde as projeções da IEA para 2022 preveem uma expansão consideravelmente maior das energias renováveis até 2030 e além, em detrimento do carvão e do gás natural (IEA, 2022).

O Pacto Climático de Glasgow, adotado na COP26, reforçou o objetivo do Acordo de Paris de limitar o aquecimento a 1,5 °C, alcançando zero emissões líquidas de CO<sub>2</sub> por volta de meados do século, bem como reduções profundas em outros GEEs. Ao final da reunião da COP26, os países que representam mais de 80% das emissões atuais de CO<sub>2</sub> se comprometeram a atingir zero emissões líquidas. Havia outros compromissos também, notadamente a redução de 30% nas emissões mundiais de metano até 2030 incluída no Compromisso Global do Metano (IEA, 2022).

Dito isso, os governos têm adotado uma série de compromissos em relação à sustentabilidade e esses compromissos continuam a servir como base para muitas estratégias energéticas. Em alguns casos, essas ambições foram reforçadas por novas medidas que têm como objetivo fortalecer a segurança energética a longo prazo e acelerar as transições energéticas, tais como a Lei de Redução da Inflação dos EUA<sup>7</sup> e o Plano REPowerEU<sup>8</sup>. O montante total de gastos governamentais comprometidos com as transições para energia limpa desde o início da pandemia é de US\$ 1,1 trilhão (IEA, 2022).

---

<sup>6</sup> O Acordo de Paris é um tratado global, adotado em dezembro de 2015 pelos países signatários da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC, acrônimo em inglês), durante a 21ª Conferência das Partes (COP21). Esse acordo rege medidas de redução de emissão de dióxido de carbono a partir de 2020, e tem por objetivos fortalecer a resposta à ameaça da mudança do clima e reforçar a capacidade dos países para lidar com os impactos gerados por essa mudança (BRASIL, 2017)

<sup>7</sup> Lei de Redução da Inflação dos Estados Unidos que visa conter a inflação, possivelmente reduzindo o déficit orçamental do governo federal, investindo na produção doméstica de energia, ao mesmo tempo que promove energia limpa.

<sup>8</sup> O plano REPowerEU tem por base a plena execução do pacote Objetivo 55. O pacote estabelece o objetivo de reduzir em pelo menos 55 % as emissões líquidas de gases com efeito de estufa até 2030, e de alcançar a neutralidade climática até 2050, em consonância com o Pacto Ecológico Europeu. O referido plano visa também reduzir rapidamente a dependência da UE em relação às importações russas de gás, petróleo e carvão.

Entretanto, impulsionar as transições para a energia limpa requer um aumento significativo na capacidade global de fabricação de tecnologias de energia limpa e seus insumos essenciais, como minerais críticos. Enfrentar esse desafio industrial é fator relevante para reduzir as emissões de acordo com as metas climáticas, ao mesmo tempo em que gera empregos nas empresas e países que estão preparados para aproveitar as oportunidades de mercado (IEA, 2022).

### 2.3. MINERAIS CRÍTICOS PARA A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA

Os minerais críticos desempenham um papel fundamental para o processo de transição energética, especialmente no desenvolvimento sustentável e na segurança energética e elétrica. A demanda por esses minerais para as tecnologias de energia limpa deve aumentar de duas a quatro vezes até 2030, dependendo do cenário, impulsionada pela crescente implantação de energias renováveis, veículos elétricos, armazenamento de baterias e redes elétricas (IEA, 2022).

Lèbre *et al* (2020) citam que para o processo de transição se mostrar possível nessa ordem de grandeza, a produção mundial de lítio deve dobrar na próxima década. Além disso, tecnologias de baixa emissão de carbono requerem mais metais para produzir a mesma quantidade de energia que suas contrapartes de energia fóssil. No escopo dessas tecnologias destacam-se os veículos elétricos, as turbinas eólicas e os painéis fotovoltaicos, bem como as baterias para armazenamento de energia (SANTOS, 2023).

O cobre é um exemplo que apresenta o maior aumento em termos de volume absoluto, com uma demanda atual de aproximadamente 6 milhões de toneladas por ano, projetando-se um aumento entre 11 e 16 milhões de toneladas até 2030. Outros minerais críticos também experimentam taxas de crescimento da demanda mais aceleradas, como prata e silício para energia solar fotovoltaica, elementos de terras raras para motores de turbinas eólicas e lítio para baterias (IEA, 2022).

Santos (2023) aponta 13 minerais estratégicos para o processo de transição energética, sendo eles: cádmio, cobalto, cobre, cromo, estanho, gálio, índio, lítio, manganês, níquel, prata, telúrio e zinco. Cobalto, lítio, manganês e níquel são elementos de grande importância para a produção de baterias, enquanto minerais do grupo das terras raras, são essenciais para a fabricação de motores para veículos elétricos e para elementos das turbinas eólicas. A extração e o processamento desses minerais críticos são altamente concentrados geograficamente. A menos que seja abordada a necessidade de maior resiliência e diversidade nas cadeias de

suprimentos, há o risco de que o aumento do uso e da importância dos minerais críticos possa se tornar um obstáculo para a implantação eficiente de energia limpa (IEA, 2022; LÈBRE *et al*, 2020).

Um sistema de eletricidade com baixas emissões é substancialmente diferente de um sistema baseado em combustíveis fósseis tradicionais, principalmente devido à maior dependência de minerais críticos. Instalações de energia solar fotovoltaica requerem uma quantidade significativamente maior de minerais críticos em comparação com usinas de energia a gás natural, com uma diferença de cerca de seis vezes. Instalações eólicas terrestres e offshore exigem ainda mais minerais críticos, com uma diferença de nove e treze vezes, respectivamente. A energia nuclear, por outro lado, é a tecnologia de baixas emissões menos intensiva em minerais críticos (IEA, 2022).

Nessa perspectiva, a energia fotovoltaica necessita até 40 vezes mais cobre que a queima de combustíveis fósseis e a energia eólica até 14 vezes mais ferro. Mais de vinte Metais de Transição Energética (MTE), incluindo ferro, cobre, alumínio, níquel, cobalto, platina, prata e elementos raros contribuem de forma direta no processo de transição energética e é esperado que sofram grandes pressões econômicas à medida que a produção de tecnologias de energias de baixa emissão se intensificam (LÈBRE *et al*, 2020).

Dessa forma, é perceptível que essa transformação do sistema elétrico resultará provavelmente em uma demanda crescente por esses minerais críticos. À medida que as transições para energia limpa avançam, é esperado que haja uma mudança no foco do fornecimento de combustíveis tradicionais para o fornecimento desses minerais críticos. O aumento dos preços minerais e a volatilidade das cadeias de suprimento, sujeitas a eventos geopolíticos, devem ser considerados como alertas para os formuladores de políticas prestarem maior atenção à importância desses minerais para uma transição energética segura e sustentável (IEA, 2022; LÈBRE *et al*, 2020).

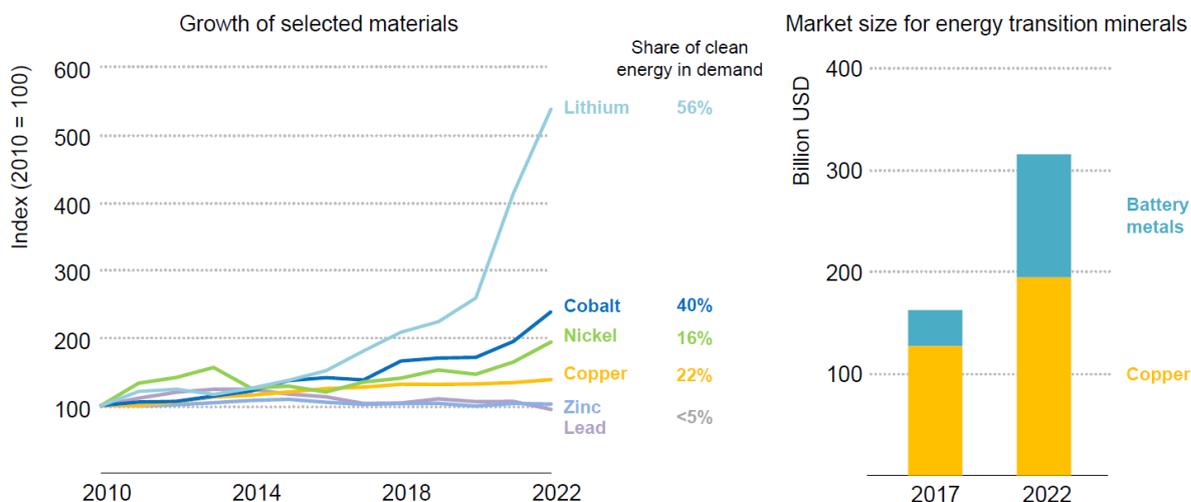
Alguns minerais são essenciais para o futuro da transição energética, incluindo o cobre, os principais metais de bateria (lítio, níquel, cobalto e grafite) e elementos de terras raras. O cobre, por exemplo, é amplamente utilizado na transmissão de eletricidade e em tecnologias de geração de energia limpa, como painéis solares e turbinas eólicas. Os elementos de terras raras são necessários para fabricar os motores de turbinas eólicas. O silício é utilizado na produção de painéis solares, e o lítio é indispensável para baterias de íon-lítio, que são fundamentais para sistemas de armazenamento de energia renovável (IEA, 2022).

A demanda por esses minerais tem aumentado significativamente, com destaque para o lítio. O cobre continua sendo o mineral mais demandado no setor elétrico, seguido pelo silício e pelos elementos de terras raras. De acordo com a IEA (2020):

De 2017 a 2022, a demanda do setor de energia foi o principal fator por trás da triplicação da demanda geral por lítio, um salto de 70% na demanda por cobalto e um aumento de 40% na demanda por níquel. Em 2022, a participação das aplicações de energia limpa na demanda total atingiu 56% para o lítio, 40% para o cobalto e 16% para o níquel, acima dos 30%, 17% e 6%, respectivamente, cinco anos atrás.

À medida que a transição energética avança, os minerais utilizados nesse processo estão ganhando destaque na indústria de mineração e metais (gráfico 1). O que antes era apenas uma pequena parcela do mercado, agora se torna um aspecto central da agenda energética global. Essa mudança traz consigo oportunidades de receita para a indústria, geração de empregos para a sociedade e, em alguns casos, contribui para diversificar economias que são dependentes do carvão (IEA,2020).

**Gráfico 1 – Demanda total de minerais estratégicos para a produção de energia limpa**



Fonte: IEA (2021).

Embora existam sinais encorajadores, persistem desafios práticos que precisam ser superados. Além disso, há uma distinção crucial entre produtos de alta tecnologia e produtos relacionados às baterias, sendo estes últimos geralmente dependentes de insumos de maior qualidade. Isso implica que, mesmo havendo um equilíbrio geral entre oferta e demanda, o suprimento de produtos para baterias ainda pode ser limitado. Além disso, novas iniciativas de mineração geralmente acarretam custos de produção mais elevados, o que pode resultar em custos marginais e preços mais altos (IEA,2020).

**Tabela 1 – Principais desafios para exploração de minerais estratégicos**

Mineral	Principais desafios
Cobalto	<ul style="list-style-type: none"> <li>· A alta dependência da RDC para produção e da China para refino (ambos em torno de 70%) deve persistir, já que apenas alguns projetos estão em desenvolvimento fora desses países.</li> <li>· O aperto justificado das condições socioambientais para a produção pode colocar em risco grandes volumes de abastecimento.</li> <li>· A nova oferta está sujeita a desenvolvimentos nos mercados de níquel e cobre, já que cerca de 90% do cobalto é produzido como subproduto desses minerais.</li> </ul>
Níquel	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Novos investimentos não estão alcançando o crescimento esperado da demanda (devido em parte à mudança para produtos químicos de baterias com alto teor de níquel).</li> <li>· Projetos para minas com baterias têm registros de atrasos e custos excessivos.</li> <li>· A proibição das exportações de minério da Indonésia, o maior produtor, lança dúvidas sobre a perspectiva de abastecimento global seguro.</li> </ul>
Cobre	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Difícil de substituir devido ao seu desempenho superior em aplicações elétricas.</li> <li>· A produção no Chile e no Peru (40% da produção global) está sujeita a perturbações sociais e custos crescentes. As minas na América do Sul e na Austrália estão expostas a altos níveis de estresse climático e hídrico.</li> <li>· As minas atualmente em operação estão chegando ao seu pico devido ao declínio da qualidade do minério e ao esgotamento das reservas.</li> </ul>
Terras raras	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Domínio da China em toda a cadeia de valor, da mineração ao processamento e produção de ímãs.</li> <li>· Credenciais ambientais negativas de operações de processamento.</li> <li>· As diferenças nas perspectivas de demanda para elementos individuais trazem riscos de picos de preços para aqueles em alta demanda (por exemplo, neodímio) e quedas para aqueles em baixa demanda (por exemplo, cério).</li> </ul>

Fonte: IEA (2020).

A recente divulgação de uma série de projetos indica que a oferta está avançando em direção às ambições de energia limpa dos países. No entanto, garantir a adequação da oferta futura está longe de ser uma certeza. Isso envolve considerar se a oferta futura pode acompanhar o ritmo acelerado de crescimento da demanda em cenários climáticos, se esses suprimentos podem vir de fontes diversificadas e se esses volumes podem ser fornecidos de maneira limpa e responsável (IEA,2020).

Algumas empresas estão intensificando suas ações para reduzir os impactos ambientais e sociais associados às suas atividades. De acordo com a IEA (2020) uma avaliação do desempenho ambiental, social e de governança (ESG) de 20 empresas-chave revela que elas estão investindo em melhorias na comunidade, segurança do trabalhador, igualdade de gênero e reciclagem<sup>9</sup>. No entanto, os indicadores ambientais não estão progredindo na mesma medida.

<sup>9</sup> Vale destacar que a reciclagem é uma opção importante, porém subutilizada atualmente, para reduzir a demanda por minerais críticos. São necessários esforços adicionais de políticas para impulsionar a reciclagem e garantir que os painéis solares e turbinas eólicas que atingem o fim de sua vida útil não acabem em aterros sanitários. Além disso, existem outras oportunidades inexploradas de reutilização e reciclagem, como o aproveitamento de baterias de veículos elétricos descartadas, que ainda retêm uma quantidade significativa de energia não

As emissões de gases de efeito estufa continuam altas, com uma quantidade aproximadamente constante sendo emitida por tonelada de produção mineral a cada ano (IEA,2020).

Isso posto, e diante da crescente demanda pelos minerais estratégicos e do reconhecimento da necessidade de aumento da oferta em direção às ambições mundiais de energia limpa, os fundos marinhos despontam como uma grande promessa para a mineração. Segundo a revista *The Economist* no artigo “*The World needs more battery metals. Time to mine the seabed*”, de 6 de julho de 2023, a IEA reconhece ser necessário minerar cerca de 80 milhões de toneladas de níquel até 2040 caso o mundo queira realmente alcançar suas metas climáticas. Isso significaria mais níquel do que tudo o que foi minerado no planeta até os dias de hoje. E segundo o Serviço de Pesquisa Geológica dos Estados Unidos (USGS, na sigla em inglês) a reserva total de níquel ainda disponível em terra firme para a exploração estaria estimada em 100 milhões de toneladas. Isso leva a atividade de mineração e processamento de metais a uma escala sem precedentes (THE WORLD, 2023)

Assim, considerando a descoberta apontada por Benites (2020) sobre a relevante presença de níquel e lítio nas amostras extraídas do topo da ERG, bem como a possibilidade de conter recursos minerais marinhos importantes, como crostas cobaltíferas, é possível estimar seu papel importante no esforço brasileiro dentro de um eventual processo de transição energética (GRAÇA, 2018)

### **3. A ELEVAÇÃO DO RIO GRANDE NO PROCESSO DE TRANSIÇÃO ENERGÉTICA**

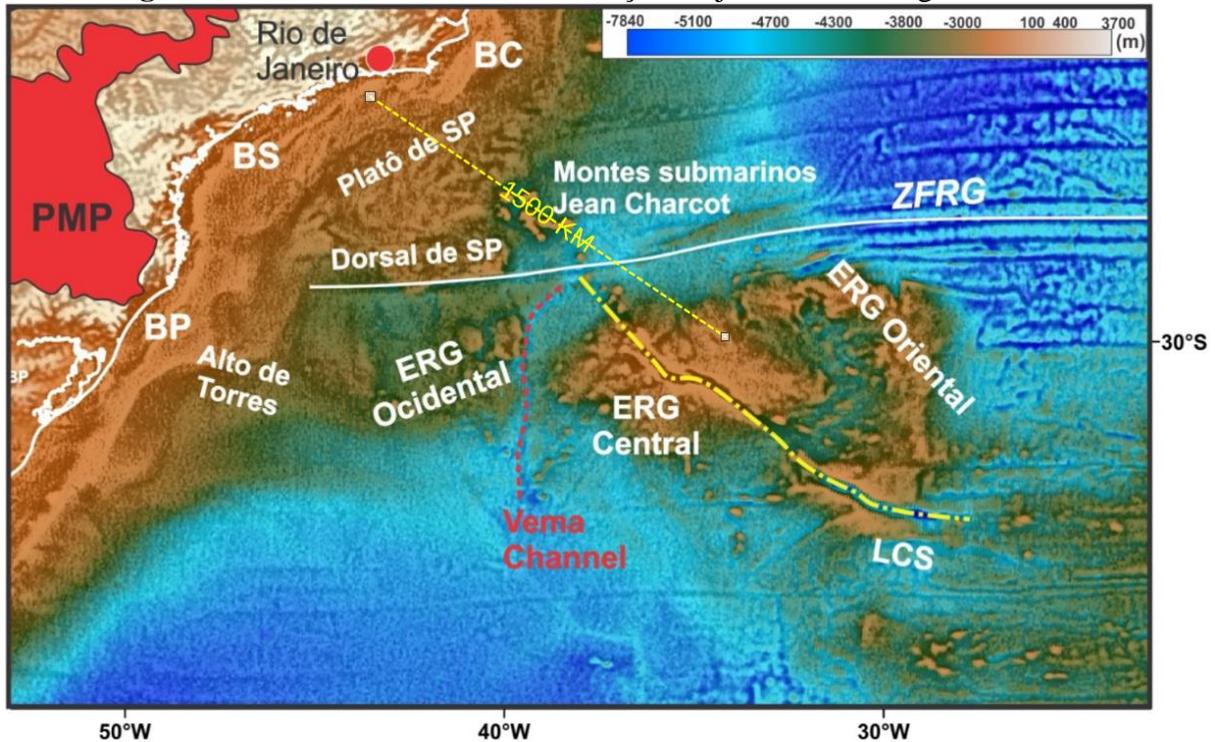
#### **3.1 A ELEVAÇÃO DO RIO GRANDE**

A Elevação do Rio Grande (ERG) é uma formação geológica localizada no Atlântico Sul, a aproximadamente 1500 km da costa do Brasil e a 2000 km a oeste da Dorsal Mesoatlântica, entre as latitudes 27°S e 36°S e longitudes 27°W e 40°W. Trata-se de uma feição fisiográfica (montanha), ou platô vulcânico, que se estende sobre uma área de aproximadamente 1,5 milhão de quilômetros quadrados. A elevação recebe esse nome em decorrência do platô de Rio Grande, que é localizado na margem continental do Brasil. A ERG é caracterizada por sua topografia elevada, subindo de profundidades de vários quilômetros para profundidades relativamente rasas de cerca de 400 a 500 metros abaixo do nível do mar, podendo ser dividida em três porções: leste, central e oeste.

---

utilizada, mas que não atendem mais aos padrões para uso em veículos. Geralmente, essas baterias mantêm cerca de 80% de sua capacidade total utilizável (IEA,2022; LÈBRE *et al*, 2020).

**Figura 2** – Perfil batimétrico ERG e feições adjacentes da margem brasileira.



BP: Baía de Pelotas; BS: Baía de Santos; BC: Baía de Campos; LCS: Lineamento Cruzeiro do Sul; ZFRG: Zona de Fratura do Rio Grande.

Fonte: GRAÇA (2018).

Nos últimos anos, a ERG tem despertado interesse científico devido ao seu potencial como fonte de recursos minerais, particularmente nódulos polimetálicos contendo metais de alta importância econômica. Esforços estão sendo feitos para estudar e compreender a importância geológica e biológica da ERG, bem como seu potencial para a extração sustentável de recursos. Pesquisas em andamento e colaborações internacionais visam equilibrar as oportunidades econômicas com a necessidade de proteger e preservar o ambiente marinho único e frágil dessa feição subaquática. Todavia, os aspectos políticos, econômicos, tecnológicos, científicos, ambientais, sociais, industriais e legais ligados à mineração deste tipo de recursos apresenta, por sua vez, desafios regulatórios complexos (LODGE, VERLAAN, 2018).

Existem diversas teorias para explicar a formação da ERG e elas podem orientar estudos sobre eventuais reivindicações sobre essa formação. Segundo Lisniewski (2020), em 1960 surgem as primeiras explicações sobre sua origem e evolução. Uma dessas teorias aponta que ela seria um remanescente da atividade vulcânica que ocorreu há milhões de anos, quando a região estava mais próxima da Dorsal Mesoatlântica. Porém, Lisniewski (2020) defende em seu trabalho que pesquisas preliminares realizadas pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB-CPRM) encontraram indícios que reforçariam a afinidade crustal entre a ERG e a crosta

continental Sul Americana, entendimento que serviu para subsidiar a proposta brasileira à Comissão de Limites da Plataforma Continental (CLPC) de extensão de sua Plataforma Continental para as margens Oriental e Meridional.

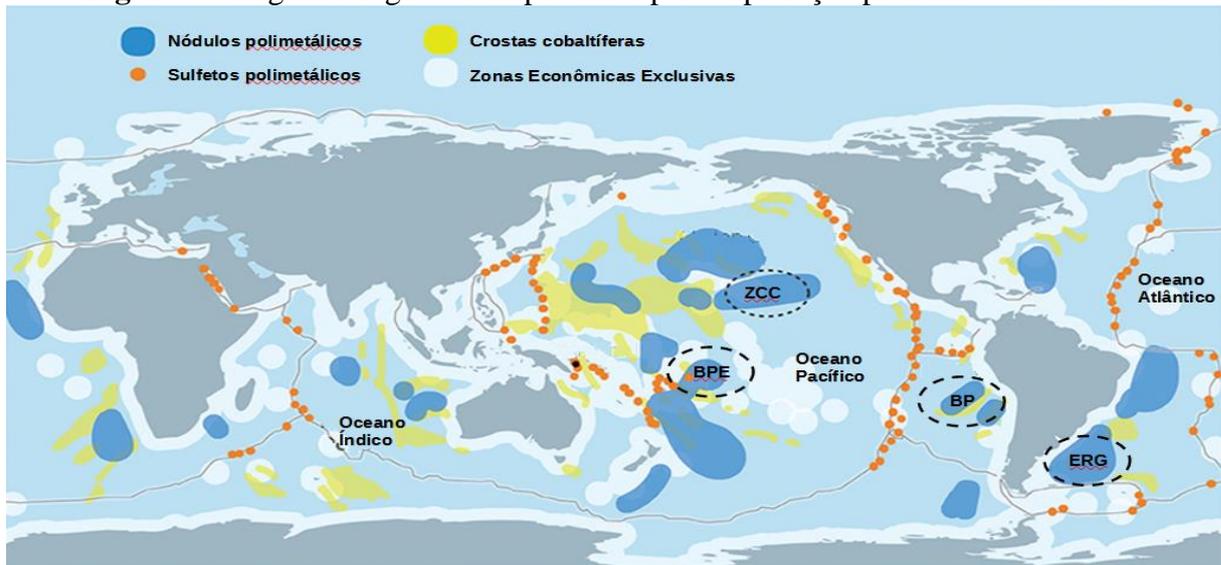
### 3.2 POTENCIAIS ECONÔMICOS E ENERGÉTICOS DA ERG

O oceano abriga processos complexos que formam uma gama diversa de recursos de origem mineral. Além dos já conhecidos petróleo e gás natural, os oceanos profundos abrigam imensos depósitos de metais. Os tipos de depósitos mais comuns são os nódulos de manganês, sulfetos do leito marinho, crostas de ferro-manganês (ou crostas de cobalto), lamas ricas em elementos de terras raras e fosforitos marinhos. Diversas regiões ao redor do mundo apresentam potencial para a exploração profunda de minerais, entre elas destacam-se como principais alvos de interesse econômico para a mineração de leitos marinhos: a Bacia do Peru, a Bacia de Penrhyn (nas Ilhas Cook), a Dorsal Mesoatlântica, os Montes Submarinos das Ilhas Canárias, a Zona Clarion-Clipperton e a Elevação do Rio Grande (VYSETTI, 2023).

É sabido que os nódulos de manganês são abundantes em águas profundas desde a viagem do H.M.S Challenger, 1872 – 76. Eles só atraíram pouca atenção pela dificuldade e altos custos da exploração (Earle, 2010, p. 140, tradução nossa)

Nos primeiros meses de 2018, uma expedição multidisciplinar à ERG, conduzida a bordo no navio de pesquisa Alpha Crucis, à serviço do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, realizou a coleta de 22 (vinte e duas) amostras de crostas de ferro-manganês (Fe-Mn) do topo do platô da porção oeste da ERG. Essas amostras foram subdivididas em 42 (quarenta e duas) subamostras e enviadas para o Serviço de Pesquisa Geológica dos Estados Unidos (USGS, na sigla em inglês), localizado em Santa Cruz, Califórnia, EUA, para realização de exames de mineralogia (BENITES *et al.*, 2020).

**Figura 3** – Algumas regiões com potencial para exploração profunda de minerais.



ZCC: Zona Clarion-Clipperton; BPE: Bacia de Penrhyn; BP: Bacia do Peru; e ERG: Elevação do Rio Grande..

**Fonte:** <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2017.00418/full>

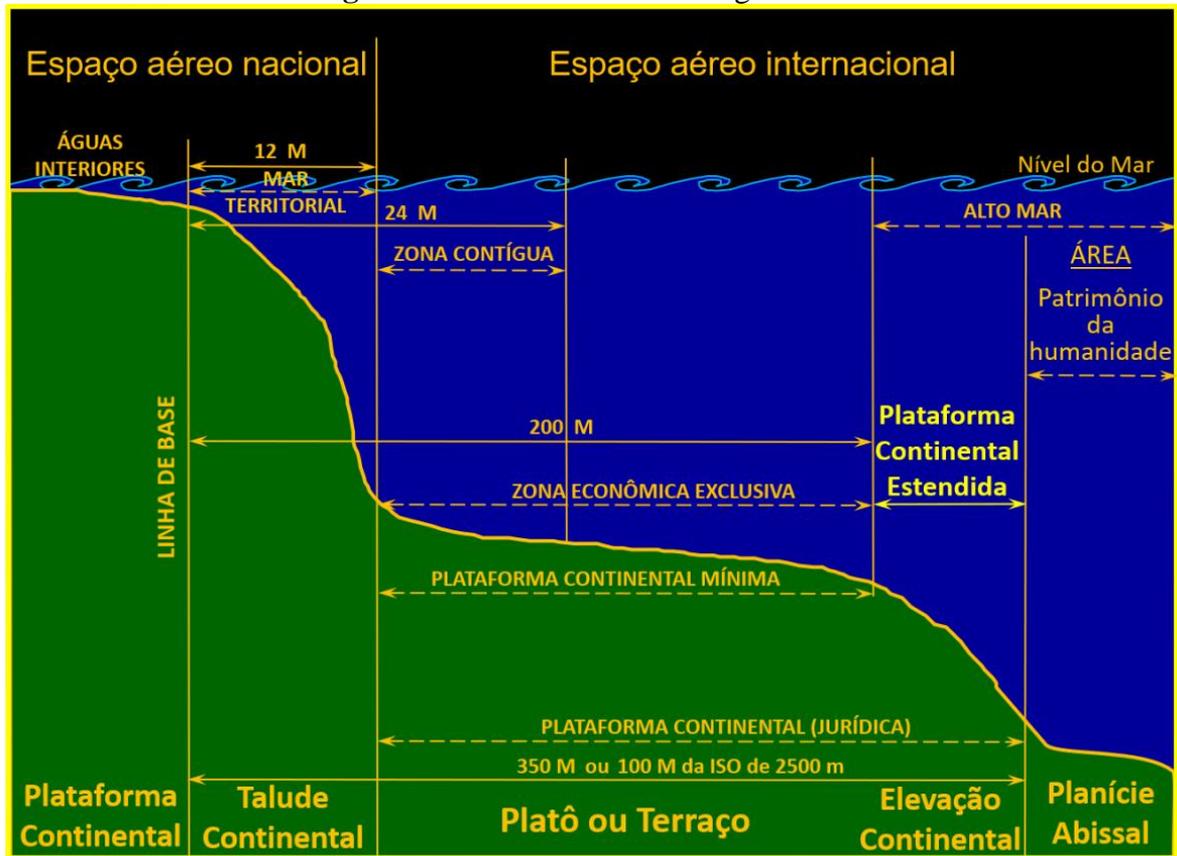
Ainda conforme Benites *et al.* (2020), Cobalto (Co), Manganês (Mn), Telúrio (Te), Molidênio (Mo), Bismuto (Bi), Platina (Pt), Tungstênio (W), Zircônio (Zr), Nióbio (Nb) e Ítrio (Y) são os metais críticos de maior interesse econômico nas crostas de Fe-Mn. Por sua vez, os exames de mineralogia realizados na USGS indicaram que as amostras extraídas do topo da ERG se mostraram crostas mais ricas em Níquel (Ni) e Lítio (Li), que são metais críticos de especial interesse econômico para processos de transição energética. Uma alta concentração de Fósforo (P) também foi detectada nas amostras obtidas do topo da ERG, indicando que as crostas e o substrato rochoso de algumas áreas podem ser consideradas minas potenciais. Esse tipo de fosforito vem sendo considerado economicamente viável para exploração *offshore* na elevação de Chatham, na Nova Zelândia, e também ocorre em abundância no Platô de Blake, nos Estados Unidos da América.

### 3.3 REGULAMENTAÇÃO PARA EXPLORAÇÃO MINERAL NOS FUNDOS MARINHOS

A Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM) estabeleceu um regime jurídico para regular o mar, seu espaço aéreo, solo e subsolo marinhos. Essa convenção representou um marco no desenvolvimento do Direito do Mar, superando doutrinas que, até então, defendiam a propriedade ou a liberdade total. Ela define diversos conceitos referentes a assuntos marítimos, entre eles, Mar Territorial (MT), Zona Econômica Exclusiva (ZEE), Plataforma Continental (PC) e a Área, estabelecendo ainda princípios gerais da exploração dos recursos naturais do mar, como os do solo e os do subsolo (vide nota de rodapé n.1). O tratado

foi assinado em 1982, em Montego Bay, por 117 Estados e entrou em vigor em 1994 após a ratificação de 60 países. No Brasil, ela foi promulgada pelo Decreto nº 99.165, de 12 de março de 1990.

**Figura 4** – Limites marítimos segundo a CNUDM



Fonte: <https://www.marinha.mil.br/secirm/leplac>

No escopo deste trabalho, é importante conhecer um conceito encontrado na CNUDM, que define o leito do mar, os fundos marinhos, e o seu subsolo além dos limites da jurisdição nacional como a **Área** (grifo nosso), sendo esta e seus recursos patrimônio comum da humanidade (Art. 136 da CNUDM). Ciente da fragilidade dessa condição frente aos interesses estatais, a convenção criou a Autoridade Internacional para os Fundos Marinhos (ISBA, na sigla em inglês), que tem como responsabilidade organizar e controlar as atividades na Área, particularmente com vista à gestão de seus recursos, incluindo as atividades de pesquisa e mineração.

A fim de melhor compreender a dinâmica envolvida na exploração de recursos da Área, torna-se importante conhecer o regime jurídico nela aplicado:

### Regime jurídico da Área e dos seus recursos

1. Nenhum estado pode reivindicar ou exercer soberania ou direitos de soberania sobre qualquer parte da Área ou seus recursos; nenhum Estado ou pessoa física ou jurídica pode apropriar-se de qualquer parte da Área ou dos seus recursos. Não serão reconhecidos tal reivindicação ou exercício de soberania ou direitos de soberania nem tal apropriação.
2. Todos os direitos sobre os recursos da Área pertencem à humanidade em geral, em cujo nome, atuará a Autoridade. Esses recursos são inalienáveis. No entanto, os minerais extraídos da Área só poderão ser alienados de conformidade com a presente Parte e com as normas, regulamentos e procedimentos da Autoridade.
3. Nenhum Estado ou pessoa física ou jurídica poderá reivindicar, adquirir ou exercer direitos relativos aos minerais extraídos da Área, a não ser de conformidade com a presente Parte. De outro modo, não serão reconhecidos tal reivindicação, aquisição ou exercício de direitos. (ONU, 1982, Art. 137)

A CNUDM assegura ao Estado costeiro a exploração econômica dos fundos marinhos dentro de seu MT e ZEE. Entretanto como apresentado acima, nenhum Estado pode requerer soberania sobre a Área e o resultado da exploração de seus recursos deve ser dividido equitativamente em prol da humanidade. Como se pode observar, a exploração de recursos ali localizados se reveste de complicadores normativos que podem inviabilizar economicamente a condução de atividades dessa natureza.

Em que pese a exploração dos fundos marinhos ainda se mostrar um imenso desafio tecnológico, a ISBA vem recebendo, ao longo da última década, um crescente número de pedidos de autorização para pesquisas na Área. Apenas em 2022, 31 (trinta e um) contratos de exploração de fundos marinhos para empresas de mineração, tanto públicas quanto privadas, foram emitidos. Em algumas dessas explorações, companhias de mineração encontraram resultados bastante encorajadores e, com isso, passaram a pressionar a Autoridade para aprovar operações comerciais. Uma área padrão de 75.000 Km<sup>2</sup>, com reservas estimadas de mais de 200 milhões de toneladas de nódulos metálicos pode chegar a produzir 54 milhões de toneladas de metais como Manganês, Níquel, Cobre e Cobalto (VYSETTY, 2023).

Essa percepção é compartilhada por Blanchard *et al* (2023), que aponta que a presença desses minerais (níquel e cobalto) chamou a atenção da indústria interessada em seu uso para o desenvolvimento de tecnologias **verdes** (grifo nosso) e outras, como a de telefonia móvel. E ainda que a exploração desses minerais tenha começado em pequena escala em ambiente doméstico (dentro do MT e ZEE), ela tende a se expandir para regiões além da jurisdição dos Estados, como a Área, que carece de regulamentação adequada.

Todavia, essa situação tende a mudar e rápido. Trabalhos para a regulamentação da exploração da área vêm sendo desenvolvidos desde 2011. A velocidade desses trabalhos ganhou novos contornos em 2021, quando Nauru, uma pequena Ilha-Estado em desenvolvimento, invocou "a regra de dois anos"<sup>10</sup>. Essa regra, prevê que, mediante requerimento de um Estado partícipe, a ISBA deve completar a adoção de regras, regulamentos e procedimentos necessários para facilitar a aprovação de planos de trabalho para exploração dentro de dois anos a partir de sua apresentação. Conforme essa regra, esse prazo se encerraria ainda em 2023 (BLANCHARD *et al.*, 2023).

### 3.4 O PLEITO BRASILEIRO À EXTENSÃO DA PC E A SITUAÇÃO DA ERG

A atenção do Brasil à sua PC e, conseqüentemente, ao leito marinho localizado em águas profundas começa a ganhar relevância a partir da sanção da Lei nº 8.617/1993, quando foram estabelecidos em lei os limites da PC, internalizando no Direito brasileiro os limites definidos na CNUDM, conforme redação do artigo 11 da lei, que assim dispõe:

A plataforma continental do Brasil compreende o leito e o subsolo das áreas submarinas que se estendem além do seu mar territorial, em toda a extensão do prolongamento natural de seu território terrestre, até o bordo exterior da margem continental, ou até uma distância de duzentas milhas marítimas das linhas de base, a partir das quais se mede a largura do mar territorial, nos casos em que o bordo exterior da margem continental não atinja essa distância (ONU, 1982).

Entretanto, como ressalta Silva (2013), a própria CNUDM dá margem à possibilidade de expansão da PC para além do limite de 200 milhas. Esse dispositivo possibilita que o Brasil venha a reclamar a expansão de sua PC, dentro dos termos preconizados pela CNUDM, vislumbrando a exploração de recursos econômicos como gás, petróleo e minerais.

Diante dessa possibilidade e por iniciativa da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM) e da Marinha, o Brasil iniciou, em 1986, um programa de coleta de dados geofísicos e batimétricos, que visava estabelecer os limites exteriores da plataforma continental e fundamentar o pleito de extensão da PC brasileira, denominado Plano de Levantamento da Plataforma Continental Brasileira (LEPLAC), que foi instituído pelo Decreto nº 98.145/1989. Esse plano foi desenvolvido ao longo de 18 anos (1986–2004) pela Diretoria

---

<sup>10</sup> Alínea b, parágrafo 15, Seção 1, do Anexo ao Acordo sobre implementação da Parte XI a CNUDM.

de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil, tendo contado com valioso apoio técnico-científico da Petrobras, e culminando com a apresentação do primeiro requerimento brasileiro de pleito à extensão de sua PC (ALMEIDA, 2020).

Dessa forma, em maio de 2004, após coleta de cerca de 230.000 km de perfis sísmicos, batimétricos, magnetométricos e gravimétricos, o Brasil submeteu à CLPC, uma proposta de Limite Exterior que expandia sua PC, além das 200 milhas, em 911.847 km<sup>2</sup>. Mais tarde, em 2006, a inclusão de um novo pleito brasileiro elevaria o total da área pleiteada para 953.525 km<sup>2</sup>, abrangendo as regiões Norte (região do Cone do Amazonas e Cadeia Norte Brasileira), Sudeste (região da cadeia Vitória-Trindade e platô de São Paulo) e Sul (região de platô de Santa Catarina e cone do Rio Grande). Entretanto, em 2007, a CLPC decidiu não atender integralmente o pleito brasileiro, excluindo cerca de 190.000 km<sup>2</sup> da área reivindicada (SILVA, 2013).

Diante do posicionamento da CLPC, o Brasil iniciou imediatamente a elaboração de uma nova proposta de extensão da PC, buscando submeter nova proposta para reanálise. Iniciado em 2007, esse novo levantamento coletou aproximadamente 440 mil km de dados geofísicos ao longo da margem continental brasileira. Esses estudos incluíram dados da Região Sul, da Margem Equatorial (região do cone do Amazonas e da Cadeia Norte) e da Margem Oriental e Meridional, tendo sido concluídos e submetidos à apreciação da CLPC em 2018 (ALMEIDA, 2020). Especial destaque nesse estudo cabe aos dados obtidos da margem Oriental e Meridional, que indicaram forte afinidade geológica da ERG com o continente sul-americano, sugerindo que esta área teria origem continental e merecendo, dessa forma, ser incluída na pretensão brasileira (OLIVEIRA, 2019).

A avaliação do referido pleito teve início em agosto de 2019, mas, devido à pandemia de COVID-19, esse processo está suspenso desde fevereiro de 2020. O pedido brasileiro referente à Elevação de Rio Grande (ERG) foi submetido à ONU em 7 de dezembro de 2018, abrangendo a margem Oriental/Meridional. No entanto, devido ao atraso na análise das reivindicações brasileiras sobre a Margem Equatorial, é provável que apenas em 2024 essa última proposta seja avaliada pela CLPC. Dessa forma, a expectativa é que a inclusão da ERG seja validada pela Comissão de Limites, o que, após a aprovação, resultaria na ampliação da Amazônia Azul para aproximadamente 5,7 milhões de km<sup>2</sup> (BARBOSA, 2022)

Barbosa (2022) destaca que a situação se torna complexa, pois, ao depositar a reivindicação junto à CLPC da ONU, o Brasil se encontra em um dilema no âmbito do Direito do Mar. Enquanto assinava um contrato reconhecendo a ERG como parte de uma área comum da humanidade, fora de sua jurisdição, apenas três anos depois buscava o reconhecimento da

mesma região como parte de sua Plataforma Continental Estendida. Este tratamento díspar para a mesma área marítima evidenciou uma posição ambígua por parte do Brasil.

Todavia, a ambiguidade de entendimento desapareceu por completo em junho de 2022, seis meses após o Brasil oficialmente comunicar a sua decisão de não mais manter o contrato firmado em 9 de novembro de 2015 com a Autoridade dos Fundos Marinhos. Esse comunicado oficial do governo brasileiro foi mencionado no ofício enviado ao Estado brasileiro em 10 de janeiro de 2022. O Secretário-Geral da ISBA, Michael W. Lodge, reconheceu a rescisão do contrato em questão, unilateralmente denunciado pelo governo brasileiro em 28 de dezembro de 2021 (BARBOSA, 2022).

Independente, porém, da resposta da CLPC, a fim de resguardar seus interesses sobre a ERG seria ainda possível ao Brasil adotar uma interpretação que garante o exercício de sua soberania sobre aquela região, mesmo antes dos limites serem aprovados como finais e obrigatórios. Essa interpretação tem como base os artigos 76 e 77 da CLPC, que apresentam disposições relativas ao modo pelo qual um Estado costeiro se relaciona com sua plataforma continental. (OLIVEIRA, 2019)

Desta forma, conforme Oliveira (2019), é possível afirmar que a ampliação da jurisdição brasileira sobre a ERG apresenta argumentos jurídicos viáveis e base geológica coerente para tornar plausível o exercício da soberania brasileira sobre aquela importante e estratégica região, mesmo que não haja manifestação definitiva contrária acerca de sua conformidade ao artigo 76, da CLPC. Adicionalmente, conforme Barbosa (2022), a aplicação do conceito de, “Derrotabilidade da Norma”, onde o fato se sobrepõe à norma, possibilitaria encerrar quaisquer conflitos entre a interpretação da CNDUM e as teorias que justificam ao Brasil exercer sua plena soberania sobre a ERG.

A partir de sua teoria, conclui-se que as normas estão sujeitas a exceções que não podem ser previstas, de maneira exaustiva, durante a sua criação, não importando se essa norma pode ser vista como uma regra ou princípio. Assim, quando surgir uma exceção, a norma pode ser superada ou derrotada, desde que o caso concreto e a argumentação com relação a ele seja desenvolvido, pois, em termos práticos, é impossível prever as diversas situações em concreto, ainda que presentes seus requisitos de aplicabilidade, ou em outras palavras, um caso concreto, não previsto em uma norma, deve prevalecer sobre essa, pois a norma é que deve se adequar ao fato, não o contrário. (BARBOSA, 2022).

No contexto do debate sobre o caso brasileiro, é crucial notar que não houve uma alteração de perspectiva do Brasil em relação à Elevação do Rio Grande (ERG), mas sim uma

mudança na compreensão da área em questão. Isso se deve ao fato de que, ao ratificar a Convenção em 1982 ou ao firmar o contrato com a ISBA em 2015, o Brasil carecia da tecnologia ou dos dados necessários para determinar se a região representava uma extensão de sua Plataforma Continental ou se pertencia à Área, considerada patrimônio da humanidade (BARBOSA, 2022).

Esses elementos apontam para os princípios subjacentes à Teoria da Derrotabilidade da Norma de maneira evidente, já que as circunstâncias concretas sobrepõem-se à norma estabelecida. A percepção atual sobre a ERG só se tornou possível após a autorização da ISBA para a exploração da área (BARBOSA, 2022).

A assinatura do contrato com a ISBA e o subsequente pedido à CLPC não indicam uma contradição ou ambiguidade na interpretação do artigo da Convenção em relação ao caso brasileiro. Em vez disso, refletem a boa-fé do Brasil na apreciação da natureza jurídica da ERG, uma vez que a mudança de entendimento só se concretizou após a formalização desse contrato específico (BARBOSA, 2022).

### 3.5. POTENCIAIS ENTRAVES À EXPLORAÇÃO DA ERG PELO BRASIL

A exploração de novas áreas com elevado potencial econômico tende a despertar interesses diversos, especialmente naquelas áreas onde a soberania de um determinado Estado costeiro pode ser questionada e essa é a condição em que parcela importante dos fundos marinhos se encontra atualmente. Vysetti (2023) reforça essa ideia ao apontar que países como Alemanha, Canadá, China, Estados Unidos da América e Reino Unido vêm conduzindo extensas pesquisas geológicas, geofísicas e geoquímicas em busca de fundos oceânicos ricos em depósitos minerais.

Do ponto de vista de países pobres e pouco desenvolvidos tecnologicamente é interessante que a porção dos fundos marinhos classificadas como Área mantenha-se a maior possível, uma vez que, na condição de patrimônio da humanidade, os recursos de lá extraídos deverão ser divididos, o que potencializa as possibilidades daqueles países de auferir renda (OLIVEIRA, 2019).

Nesse contexto, Oliveira (2019) reforça a possibilidade de posicionamentos antagônicos ao Brasil com relação ERG vindos de países do nosso entorno estratégico, especialmente os africanos, com os quais o país vem buscando intensificar o relacionamento comercial, que poderiam não apoiar, ou mesmo boicotar, o pleito brasileiro de integrar a ERG a sua PC, aproveitando assim, de forma exclusiva, sem beneficiar outros países, os recursos lá explorados.

O interesse internacional despertado pela ERG vem se materializando na forma de pesquisas estrangeiras não autorizadas. Guaitolini e Obregón (2019) citam que o governo brasileiro tomou conhecimento já em 2010, por meio da publicação de artigos científicos, que países como Rússia e China vinham desenvolvendo pesquisas sobre a plataforma continental estendida sem a necessária autorização da Marinha do Brasil. Episódio recente, envolvendo um navio de pesquisas alemão, reforça essa percepção de ameaça aos interesses brasileiros na ERG. Conforme publicado na Revista Oeste, um navio de pesquisas alemão estaria conduzindo pesquisas não autorizadas na ERG e teve suas atividades suspensas pela chegada de um navio da Marinha do Brasil, que reclamou soberania sobre a região (MARINHA [...],2023).

Ainda que a questão da soberania sobre a ERG seja definida de forma favorável ao Brasil, a exploração dos recursos minerais lá encontrados não estará livre de obstáculos. Incertezas de ordem ambiental, vulnerabilidades e custos são alguns dos muitos aspectos desafiadores da mineração dos fundos marinhos. O caráter essencialmente remoto e as duras condições de operação (alta pressão, baixa temperatura e completa escuridão) encontradas no fundo dos oceanos impõem a utilização de equipamentos de altíssimo custo e tecnologia, resultando em exploração e pesquisas científicas limitadas e tornando essa região pouco conhecida ou ainda totalmente inexplorada (LUBCHENCO, HAUGAN, 2023).

Ainda segundo Lubchenco e Haugan (2023), a escassez de conhecimento sobre os fundos marinhos poderia ainda potencializar movimentos ambientais contrários à exploração desses fundos. E isso seria potencialmente perigoso, pois apenas parcela do potencial de biodiversidade dessas áreas foi descoberto e é esperado que a atividade de mineração gere impactos ambientais nocivos que podem levar às comunidades de fauna especializada que habitam esses ecossistemas à morte ou mesmo à extinção.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A investigação levada a termo ao longo destas páginas permitiu-nos verificar que a atividade humana no último século vem impactando o meio ambiente de forma acelerada e preocupante. Tal impacto, característica da época assim definida como Antropoceno, é decorrente, em grande parte, do elevado consumo de combustíveis fósseis nos processos de geração de energia, contribuindo para a elevação da temperatura média do planeta, o que poderá levar a uma grave crise climática.

Como efeito dessa crise climática, é esperado também que o planeta venha a passar por uma crise energética em função tanto do esgotamento dos combustíveis fósseis como também

pela necessidade de restrição do seu uso. Diante dessa possibilidade, constata-se que um processo de transição energética para uma matriz de energia notadamente limpa e renovável resta não apenas necessário, mas imperioso.

Todavia, esse processo de transição para uma nova matriz energética esbarra em diversas questões de natureza econômica, tecnológica, regulatória e ambiental, dentre as quais podemos destacar a necessidade por minerais considerados críticos para a transição energética. Com o planeta caminhando na direção da adoção de energias cada vez mais limpas, a demanda por esses minerais tende a aumentar drasticamente, podendo levar ao esgotamento das reservas existentes em terra firme e fazendo com a atividade de mineração siga rumo a uma nova e pouco explorada fronteira: os fundos marinhos.

É nesse contexto que ERG, nosso objeto de análise, surge como tema candente e oportuno. O Brasil, com base em estudos detalhados, vem apresentando às comissões responsáveis das Nações Unidas pleitos de extensão de sua Plataforma Continental. Inclui-se nesses pleitos a reivindicação da ERG, região onde estudos preliminares indicaram a presença de metais críticos para a transição energética. Em que pese outros países também estarem demonstrando interesse na região e existirem diversas teorias para sua formação, o que leva a diferentes interpretações sobre quem poderia ou não exercer ali soberania, o Brasil apresentou às Nações Unidas argumentos jurídicos e geológicos que sustentam sua demanda de soberania sobre a ERG.

Dessa forma, o interesse do Brasil nessa área é reflexo da necessidade de diversificar sua matriz energética e garantir a autossuficiência em tecnologias essenciais para o desenvolvimento nacional. A busca por incluir a ERG nos limites da plataforma continental brasileira demonstra a importância estratégica dessa região.

Cabe ressaltar, no contexto deste trabalho, que os dados sobre a ERG ainda são incipientes e impediram a obtenção de resultados conclusivos. Em que pese as limitantes do estudo, com base na cadeia causal, a pesquisa proposta buscou identificar as contribuições da ERG para a matriz energética brasileira, considerando a geopolítica das mudanças climáticas, o processo de transição energética e os aspectos normativos relacionados à ERG e à exploração dos fundos marinhos.

Esse objetivo foi cumprido uma vez que ficou demonstrada a existência de minerais críticos para a transição energética na ERG, bem como apresentadas as justificativas que possibilita o exercício brasileiro de sua soberania sobre aquela região, indicando a hipótese relacional direta de que quanto maior for o acesso do Brasil aos recursos existentes na ERG,

maior será a possibilidade de o país ser protagonista no contexto geopolítico da mudança climática e no processo de transição energética global.

Dessa forma, este estudo destacou também a necessidade premente de adotar uma abordagem sustentável para enfrentar os desafios do Antropoceno. A busca por fontes de energia limpa e a exploração de recursos minerais críticos podem desempenhar papéis cruciais nessa transição, mas requerem uma cuidadosa consideração dos impactos ambientais, geopolíticos e normativos. A pesquisa sobre a ERG exemplifica como as nações estão buscando soluções inovadoras para atender às demandas de energia e ao mesmo tempo enfrentar os desafios ambientais globais.

Para concluir, a pesquisa realizada sugere áreas de aprofundamento para futuros estudos, destacando a necessidade de investigar mais profundamente os aspectos normativos relacionados à exploração dos recursos marinhos e as questões do Direito Internacional envolvendo a extensão da plataforma continental estendida.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Guilherme Brum de. **O pleito brasileiro de extensão da Plataforma Continental e a recomendação da Comissão de Limites da Plataforma Continental**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Altos Estudos de Defesa) – Escola Superior de Guerra, Brasília, 2020. Disponível em: <https://repositorio.esg.br/handle/123456789/965>. Acesso em: 13 set. 2023.

BARBOSA, João Franswilliam. **A Elevação do Rio Grande (ERG) como continuação da plataforma continental estendida brasileira à luz do direito internacional**. Universidade Federal Fluminense – UFF (Tese de Doutorado do Curso de Doutorado em Direito, Instituições e Negócios). Rio de Janeiro. 2022.

BENITES, Mariana *et al.* Genesis and evolution of ferromanganese crusts from the summit of Rio Grande Rise, Southwest Atlantic Ocean. **Minerals**, Basel, 2020, v. 10, n. 4, p. 349, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/min10040349>. Acesso em: 13 set. 2023.

BLANCHARD, Catherine *et al.* The current status of deep-sea mining governance at the International Seabed Authority. **Marine Policy**, Amsterdam, v. 147, p. 105396, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2022.105396>. Acesso em: 13 set. 2023.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Política Nacional de Defesa e Estratégia de Defesa Nacional**. Brasília, DF: Ministério da Defesa, 2020. Disponível em: [https://www.gov.br/defesa/pt-br/arquivos/estado\\_e\\_defesa/pnd\\_end\\_congresso\\_.pdf](https://www.gov.br/defesa/pt-br/arquivos/estado_e_defesa/pnd_end_congresso_.pdf). Acesso em: 08 ago. 2023.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. **Acordo de Paris**. [Brasília, DF]: MCTIC, [2017]. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o->

mcti/sirene/publicacoes/acordo-de-paris-e-ndc/arquivos/pdf/acordo\_paris.pdf. Acesso em: 07 set. 2023.

COMO é que as alterações climáticas se manifestam? **Climate Science 2030**, [s. l.], [2023?]. Disponível em: <https://climatescience2030.com/pt-pt/como-e-que-as-alteracoes-climaticas-se-manifestam/>. Acesso em: 27 maio 2023.

CORRÊA, Paulo Vinicius F. *et al.* Benthic megafauna habitats, community structure and environmental drivers at Rio Grande Rise (SW Atlantic). **Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers**, Amsterdam, v. 186, p. 103811, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.dsr.2022.103811>. Acesso em: 13 set.2023.

CRUTZEN. Paul J. The “anthropocene”. **J. Phy. IV France** (Proceedings), [s. l.], v. 12, n. 10, p. 1-5, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1051/jp4:20020447>. Acesso em: 13 set. 2023.

CRUTZEN, Paul J.; STOERMER, Eugene F. The “anthropocene”. **Global Change Newsletter**, Stockholm, n. 41, p. 17-18, 2000. Disponível em: <http://www.igbp.net/download/18.316f18321323470177580001401/1376383088452/NL41.pdf>. Acesso em: 13 set. 2023.

EARLE, Sylvia A. **The world is blue: how our fate and the ocean’s are one**. [Washington, D.C.]: National Geographic Society, 2010.

FERNANDES, Manuel. O papel dos minerais no processo de transição energética: cooperação regional e protocolos alinhados às diretrizes de ESG na América do Sul podem impulsionar globalmente os negócios. **KPMG Business Insights**, [s.l.], n. 34, 2023.

GALVÃO, Igor Leonardo Guerra.; CASTRO, David Lopes de. Contribution of global potential field data to the tectonic reconstruction of the Rio Grande Rise in the South Atlantic. **Marine and Petroleum Geology**, Amsterdam, v. 86, p. 932-949, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2017.06.048>. Acesso em: 13 set. 2023.

GRAÇA, Michelle Cunha. **A formação da elevação do Rio Grande e sua correlação com a evolução da Margem Continental Sudeste Brasileira**. 2018. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Faculdade de Oceanografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/20462>. Acesso em: 13 set. 2023.

GUAITOLINI, Francisco Lima; OBREGÓN, Marcelo Fernando QUIROGA. A extensão da Plataforma Continental brasileira além das 200 milhas marítimas: oportunidades e desafios. **Revista Quaestio Iuris**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 4, p. 646-674, 2019.

GUERRERO, Ana Lia. Geopolitics of global energy transformation and territorial dynamics of energy transition in south america. **Ambiente & Sociedade**, v. 24, 2021.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY(IEA). The role of critical minerals in clean energy transitions. *In*: INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **World Energy Outlook 2021**. Paris: IEA, 2021. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions>. Acesso em: 13 set. 2023.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY(IEA). **World Energy Outlook 2022**. Paris: IEA, 2022. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022/executive-summary>. Acesso em: 17 maio 2023.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY(IEA). **Minerals used in selected power generation technologies**. Paris: IEA, 2020. Disponível em: <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/minerals-used-in-selected-power-generation-technologies>. Acesso em: 17 maio 2023.

JOUFFRAY, Jean-Baptiste *et al.* **The blue acceleration: the trajectory of human expansion into the ocean**. *One Earth*, Amsterdam, v. 2, n. 1, p. 43-54, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2019.12.016>. Acesso em: 13 set. 2023.

LÈBRE, Éléonore *et al.* The social and environmental complexities of extracting energy transition metals. **Nature Communications**, v. 11, n. 1, p. 4823, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41467-020-18661-9>. Acesso em: 13 set. 2023.

LIMA, Lenadro Jose Barbosa; HAMZAGIC, Miroslava. Estratégias para a transição energética: revisão de literatura. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, ano 7, v. 8, p. 96-120, 2022. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-ambiental/transicao-energetica>. Acesso em: 07 abr. 2022.

LISNIEWSKI, Maria Aline. **Caracterização de potenciais habitats bentônicos na Elevação do Rio Grande**. 2020. Tese (Doutorado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2020. Disponível em: <http://app.uff.br/riuff/handle/1/24758>. Acesso em: 13 set. 2023.

LODGE, Michael W.; VERLAAN, Philomène A. Deep-sea mining: international regulatory challenges and responses. **Elements**, McLean, Virginia, v. 14, n. 5, p. 331-336, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.2138/gselements.14.5.331>. Acesso em: 13 set. 2023.

LUBCHENCO, Jane; HAUGAN, Peter M. What role for ocean-based renewable energy and deep-seabed minerals in a sustainable future? In: LUBCHENCO, Jane; HAUGAN, Peter M. (Ed.). **The blue compendium: from knowledge to action for a sustainable ocean economy**. [Berlin]: Springer, 2023. p. 51-89.

MARINHA expulsa navio alemão que espionava águas brasileiras. **Revista Oeste**, São Paulo, 08 maio 2023. Seção Brasil. Disponível em: <https://revistaoste.com/brasil/marinha-expulsa-navio-alemao-que-espionava-aguas-brasileiras/>. Acesso em: 01 jul. 2023.

O QUE é IPCC? **Climate Science 2030**, [s. l.], [2023?]. Disponível em: <https://climatescience2030.com/pt-pt/o-que-e-o-ipcc/>. Acesso em: 27 maio 2023.

OLIVEIRA, Valdineia dos Santos. **Elevação do Rio Grande: um estudo acerca de sua localização dentro da PCJ – brasileira e seus impactos na soberania nacional**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Altos Estudos em Defesa) – Escola Superior de Guerra, Brasília, DF, 2019. Disponível em: <https://repositorio.esg.br/handle/123456789/1065>. Acesso em: 13 set. 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (1982)**. Montego Bay: 1982. Disponível em: [https://www.un.org/depts/los/convention\\_agreements/texts/unclos/unclos\\_e.pdf](https://www.un.org/depts/los/convention_agreements/texts/unclos/unclos_e.pdf). Acesso em: 28 ago. 2023.

PAOLI, Paola Huwe de. Os desafios da transição energética em direção às energias renováveis na Economia-Mundo capitalista: introdução à evolução dos sistemas energéticos chinês e brasileiro de 1990 a 2019. *In: COLÓQUIO BRASILEIRO EM ECONOMIA POLÍTICA DOS SISTEMAS-MUNDO*, 15., 2021, Santa Maria, RS. **Anais [...]**. Santa Maria, RS: Universidade Federal de Santa Maria, 2021. Disponível em: <https://gpepsm.paginas.ufsc.br/files/2021/11/Paoli-2021.pdf>. Acesso em: 13 set. 2023.

RAMOS, Kaio de Assis. **Transição energética: conceituações, recursos energéticos e perspectivas para Alemanha e os EUA**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Relações Internacionais) – Departamento de Economia e Relações Internacionais, Centro Sócio-Econômico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/188608>. Acesso em: 13 set. 2023.

SANSON, Fábio Eduardo de Giusti. **Florestas do antropoceno: tensões no contexto das mudanças climáticas**. 2016. Tese (Doutorado em Ciências Humanas) – Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/175316>. Acesso em: 13 set. 2023.

SANTOS, Yolacir. Panorama da mineração brasileira em relação a alguns dos principais minerais críticos necessários à transição energética. **Latin American Journal of Energy Research**, [s. l.] v. 10, n. 1, p. 77-86, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.21712/lajer.2023.v10.n1.p77-86>. Acesso em: 13 set. 2023.

SILVA, Alexandre Pereira da. O novo pleito brasileiro no mar: a plataforma continental estendida e o Projeto Amazônia Azul. **Revista Brasileira de Política Internacional**, Brasília, DF, v. 56, n. 1, p. 104-121, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0034-73292013000100006>. Acesso em: 14 set. 2023.

SILVA, Cleyton Martins da; ARBILLA, Graciela. Anthropocene: the challenges for a new world. **Revista Virtual de Química**, São Paulo, v. 10, n. 6, p. 1619-1647, 2018.

TAKEHARA, Lucy *et al.* Avaliação do potencial de terras raras no Brasil. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, 48., 2016, Porto Alegre. **Anais [...]**. São Paulo: SBG, 2016. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/17091>. Acesso em: 14 set. 2023.

THE WORLD needs more battery metals. Time to mine the seabed. **The Economist**, London, 06 jul. 2023. Leaders. Disponível em: <https://www.economist.com/leaders/2023/07/06/the-world-needs-more-battery-metals-time-to-mine-the-seabed>. Acesso em: 11 jul. 2023.

VIOLA, Eduardo; BASSO, Larissa. O sistema internacional no Antropoceno. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, São Paulo, v. 31, n. 92, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.17666/319201/2016>. Acesso em: 14 set. 2023.

VYSETTI, Balaram. Deep-sea mineral deposits as a future source of critical metals, and environmental issues: a brief review. **Minerals and Mineral Materials**, Los Angeles, v. 2, n. 5, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.20517/mmm.2022.12>. Acesso em: 14 set. 2023.

WATARI, Takuma *et al.* Total material requirement for the global energy transition to 2050: a focus on transport and electricity. **Resources, Conservation and Recycling**, [s. l.], v. 148, p. 91-103, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.05.015>. Acesso em: 14 set. 2023.

ZALASIEWICZ, Jan *et. al* (Ed.). **The Anthropocene as a geological unit: a guide to the scientific evidence and current debate**. Cambridge: Cambridge University Press, 2019.