



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS JURÍDICAS - CCJ
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS JURÍDICAS – DCJ
CURSO DE GRADUAÇÃO EM DIREITO**

MÉRCIA CRISTINA GOMES DE ARAÚJO

**RECURSOS MINERAIS ESTRATÉGICOS, ATIVIDADE MINERÁRIA E
DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO NACIONAL: O CASO DOS ELEMENTOS
DE TERRAS RARAS (ETR)**

**SANTA RITA – PB
2023**

MÉRCIA CRISTINA GOMES DE ARAÚJO

**RECURSOS MINERAIS ESTRATÉGICOS, ATIVIDADE MINERÁRIA E
DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO NACIONAL: O CASO DOS ELEMENTOS
DE TERRAS RARAS (ETR)**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Direito do Centro
de Ciências Jurídicas da Universidade
Federal da Paraíba, como exigência parcial
da obtenção do título de Bacharel em
Ciências Jurídicas.

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo Alencar dos
Santos

**SANTA RITA – PB
2023**

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

A663r Araújo, Mércia Cristina Gomes de.

Recursos minerais estratégicos, atividade minerária e desenvolvimento econômico nacional: o caso dos Elementos de Terras Raras (ETR) / Mércia Cristina Gomes de Araújo. - Santa Rita, 2023.

94 f. : il.

Orientação: Ronaldo Alencar dos Santos.
Monografia (Graduação) - UFPB/CCJ/DCJ.

1. Elementos de Terras Raras (ETR). 2. Mineração. 3. Cadeia produtiva de valor agregado. I. Santos, Ronaldo Alencar dos. II. Título.

UFPB/BSDCJ

CDU 34



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS JURÍDICAS
DIREÇÃO DO CENTRO
COORDENAÇÃO DE MONOGRAFIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS JURÍDICAS
DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO



DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO – TCC

**ATA DA BANCA EXAMINADORA DA DEFESA PÚBLICA DO TRABALHO DE
CONCLUSÃO DE CURSO**

Ao primeiro dia do mês de Junho do ano de dois mil e vinte três, realizou-se a sessão de Defesa Pública do Trabalho de Conclusão do Curso de Direito intitulado “Recursos minerais estratégicos, atividade minerária e desenvolvimento econômico nacional: o caso dos Elementos de Terras Raras (ETR)”, sob orientação do(a) professor(a) Ronaldo Alencar dos Santos que, após apresentação oral, foi arguido pelos integrantes da Banca Examinadora que se reuniram, reservadamente, e decidiram emitir parecer favorável à APROVAÇÃO, de acordo com o art. 33, da Resolução CCGD/02/2013, do(a) aluno(a) Mércia Cristina Gomes de Araújo com base na média final de 9,5 (NOVE PONTOS E CINQUENTA DÉCIMOS). Após aprovada por todos os presentes, esta ata segue assinada pelos membros da Banca Examinadora.


Ronaldo Alencar dos Santos


Fernando Joaquim Ferreira Maia

Documento assinado digitalmente
 ALANA RAMOS ARAUJO
Data: 12/06/2023 09:26:04-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Alana Ramos Araújo

À minha mãe e à minha Dadá, por todo amor e amparo emocional.

À minha avó Ana (*in memoriam*), por ser minha bússola e proteção.

Aos meus tios e tias, por todo afeto e carinho.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por atender a todos os meus pedidos e me trazer até aqui.

À minha família, por todo o apoio e carinho.

Ao meu anjo da guarda que tem nome e sobrenome: Vovó Ana (*in memoriam*).

Aos meus amigos da graduação, sem os quais esses quase seis anos não poderiam ser tão prazerosos e adoráveis. Estes que fizeram cada momento uma aventura, repleta de risadas e ideias, até mesmo nas situações mais difíceis.

Ao meu orientador, Dr. Ronaldo Alencar, por ter aceitado me guiar nessa pesquisa.

À todos os componentes do Departamento de Atos de Pessoal e Previdência do Tribunal de Contas do Estado da Paraíba, por terem me recebido tão carinhosamente no estágio e me ensinado coisas que levarei para vida toda.

Agradeço, de modo especial, a querida D. Suely, minha companheira de sala no estágio, pessoa afável que tantas vezes me ouviu falar sobre essa monografia. Sentirei muitas saudades.

Aos demais professores do DCJ, por toda atenção e disponibilidade.

“O gargalo para a produção de terras raras no Brasil não está na mineração. O maior estímulo que pode ser dado para o desenvolvimento da cadeia de produção de terras raras no Brasil é a criação de um mercado. É a demanda”.

Edson Ribeiro
Executivo da mineradora Vale

RESUMO

Esta monografia tem como objetivo analisar como a atividade mineraria de Elementos de Terras Raras (ETR) pode contribuir para o fomento da indústria de produtos com alto valor agregado no Brasil, levando, por conseguinte, ao desenvolvimento econômico nacional em patamar mais elevado. Parte-se da premissa de que, malgrado o Brasil seja rico em reservas de tais minerais estratégicos, as políticas direcionadas para o setor de atividade mineraria não têm conseguido superar o atraso na agregação de valor nas cadeias produtivas, de modo a levar o país a um novo patamar de desenvolvimento industrial. Nesse diapasão, o problema de pesquisa reside em responder a seguinte questão: em que medida a atividade mineraria de Elementos de Terras Raras (ETR) pode ser utilizada como variável estratégica para o desenvolvimento econômico nacional? A hipótese testada é a de que as políticas de mineração brasileiras devem estar articuladas com uma política industrial compromissada em transformar a maior parcela possível dos recursos minerais de ETR em produtos de alto valor tecnológico, sem escantear, todavia, os cuidados necessários a redução dos impactos ambientais inerentes à própria atividade de mineração. A metodologia utilizada no trabalho será um estudo de caso, qualitativo e de caráter indutivo, lançando mão de dados disponíveis em fontes primárias e secundárias (relatórios e documentos oficiais) referentes a variações nos preços de produtos, bem como valores de produção e exportação.

Palavras-chave: Elementos de Terras Raras (ETR). Mineração. Cadeia Produtiva de Valor Agregado.

ABSTRACT

This monograph aims to analyze how the mining activity of Rare Earth Elements (RET) can contribute to the promotion of the industry of products with high added value in Brazil, leading, therefore, to the national economic development at a higher level. It is based on the premise that, despite Brazil being rich in reserves of such strategic minerals, the policies aimed at the mining activity sector have not been able to overcome the delay in adding value in the production chains, in order to lead the country to a new level of industrial development. In this vein, the research problem lies in answering the following question: to what extent can the mining activity of Rare Earth Elements (REE) be used as a strategic variable for national economic development? The tested hypothesis is that Brazilian mining policies must be articulated with an industrial policy committed to transforming the largest possible portion of REE mineral resources into products of high technological value, without neglecting, however, the necessary care to reduce the impacts environmental factors inherent to the mining activity itself. The methodology used in the work will be a case study, qualitative and inductive, making use of data available in primary and secondary sources (reports and official documents) referring to changes in product prices, as well as production and export values.

Keywords: Rare Earth Elements (REE). Mining. Added Value Productive Chain.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIA – Avaliação de Impacto Ambiental

ANM – Agência Nacional de Mineração

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

EIA – Estudo de Impacto Ambiental

ENCTI – Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação

IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração

MME – Ministério de Minas e Energia

PNM 2030 – Plano Nacional de Mineração 2030

PRAD – Plano de Recuperação de Área Degradada

RIMA – Relatório de Impacto Ambiental

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Conversão de recursos em resultados econômicos.....	60
Figura 2 – Tabela Periódica.....	63
Figura 3 – Lista dos 15 primeiros resultados para a pesquisa de publicações indexadas no portal ISI web of Knowledge entre os anos de 2002 e 2012: produção por instituição, principais periódicos utilizados para publicação e principais colaborações internacionais.....	67
Figura 4 – Cadeia produtiva de valor agregado.....	70
Figura 5 – Preços selecionados de óxido de terras raras entre 2009 e 2013. Dados em US\$/Kg.....	75
Figura 6 - Ocorrência de Terras Raras no Brasil (dados de 2013).....	80

LISTA DE GRÁFICOS E TABELAS

Gráfico 1 – Distribuição de depósito de ETR (2010)	68
Gráfico 2 – Reservas de Elementos de Terras Raras - Dados de 2015.....	69
Gráfico 3 – Exportação de compostos de Terras Raras – Dados de 2012.....	74
Tabela 1 – Elementos de Terras Raras e seus usos finais.....	65
Tabela 2 – Produção e Reservas de Minerais contendo ETR - Dados em toneladas.....	72

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 ASPECTOS JURÍDICOS-CONSTITUCIONAIS DA ATIVIDADE MINERÁRIA NO ORDENAMENTO PÁTRIO.....	18
2.1 A ATIVIDADE MINERÁRIA E SUA ABORDAGEM CONSTITUCIONAL.....	19
2.2 OS IMPACTOS AMBIENTAIS DA ATIVIDADE MINERÁRIA.....	22
2.2.1 Impacto Ambiental Negativo versus Dano Ambiental.....	25
2.3 NATUREZA JURÍDICA DO DANO AMBIENTAL MINERÁRIO.....	28
2.4 ESTUDOS AMBIENTAIS APLICÁVEIS À ATIVIDADE MINERÁRIA – AIA, EIA E RIMA.....	31
2.4.1 Avaliação de Impacto Ambiental (AIA).....	31
2.4.2 Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA).....	33
2.5 INSTRUMENTOS DE CONTROLE DE IMPACTOS NEGATIVOS NA MINERAÇÃO.....	36
2.5.1 Licenciamento Ambiental das atividades minerárias.....	37
2.5.1.1 Licença Prévia (LP).....	39
2.5.1.2 Licença de Instalação (LI)	40
2.5.1.3 Licença de Operação (LO)	40
2.5.2 Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD).....	41
3 O OUTRO LADO DA MOEDA: ATIVIDADE MINERÁRIA E SEU VIÉS ECONÔMICO-ESTRATÉGICO.....	44
3.1 RECURSOS MINERAIS ESTRÉGICOS COMO “BENS AMBIENTAIS”.....	45
3.2 A EXPLORAÇÃO DE RECURSOS MINERAIS SOB A PERSPECTIVA DA ECONOMIA.....	48
3.3 RECURSOS MINERAIS E SUA RELAÇÃO COM O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO BRASILEIRO.....	52
3.4 O PARADOXO DA ABUNDÂNCIA: RECURSOS MINERAIS ENQUANTO “MALDIÇÃO” PARA O DESENVOLVIMENTO.....	55
3.5 O PARADOXO DA ABUNDÂNCIA: RECURSOS MINERAIS ENQUANTO “BENÇÃOS” PARA O DESENVOLVIMENTO.....	58

4 A POTENCIAL EXPLORAÇÃO DOS ELEMENTOS DE TERRAS RARAS (ETR) E SEU PAPEL NO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO-SOCIAL SUSTENTÁVEL BRASILEIRO.....	62
4.1 O QUE SÃO OS ELEMENTOS DE TERRAS RARAS (ETR)?.....	63
4.1.1 Histórico.....	66
4.1.2 Cadeia Produtiva.....	69
4.1.3 Análise de oferta e da demanda.....	71
4.2 ELEMENTOS DE TERRAS RARAS E SUA IMPORTÂNCIA PARA O DESENVOLVIMENTO DE UMA CADEIA PRODUTIVA DE ALTO VALOR AGREGADO.....	76
4.3 PERSPECTIVAS DE REGULAÇÃO DO MERCADO DE ETR NO BRASIL.....	80
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	84
REFERÊNCIAS.....	87

1 INTRODUÇÃO

Tomando como premissa uma leitura pragmática de desenvolvimento econômico nacional, o objetivo desta monografia consiste em analisar como os recursos minerais estratégicos, especialmente os Elementos de Terras Raras (ETR), podem ser considerados potenciais variáveis de fomento a indústria nacional de produtos de alto valor agregado.

Por princípio e por lógica, recai-se de início na própria definição do que seriam os Elementos de Terras Raras (ETR). Os ETR não são terras, tampouco raras, como a própria nomenclatura sugere. Tratam-se, em verdade, de um grupo de elementos químicos que se encontram na tabela periódica entre o Lantânio (La;57) e o Lutécio (Lu;71). Somados a essa série estão os metais Escândio (Sc;21) e Ítrio (Y;39). Os ETR são considerados importantes insumos, visto estarem presentes na cadeia produtiva comercial de inúmeros produtos, sendo utilizados desde em âmbito comercial, com a produção de *tablets*, *smarphones* e tecnologias afins, até na produção de armamentos de grande porte, como bombas e mísseis de precisão.

Diante disso, ao levar em consideração que os ETR também servem como motor de expansão do desenvolvimento de cadeias produtivas de diversos produtos, mormente de produtos altamente tecnológicos, o presente trabalho busca contribuir no sentido de analisar a importância da atividade mineraria de recursos minerais estratégicos, como dos ETR, para o desenvolvimento econômico do Brasil.

O problema de pesquisa reside em responder a seguinte questão: em que medida a atividade mineraria de Elementos de Terras Raras (ETR) pode ser utilizada como variável estratégica para o desenvolvimento econômico nacional? A hipótese sustentada nesta monografia é a de que as políticas de mineração brasileiras devem estar articuladas com uma política industrial compromissada em transformar a maior parcela possível dos recursos minerais de ETR em produtos de alto valor tecnológico, sem escantear, todavia, os cuidados necessários a redução dos impactos ambientais inerentes à própria atividade de exploração.

A fim de esclarecer esta hipótese, salienta-se que o Brasil é rico em minerais estratégicos de ETR, no entanto, as políticas direcionadas para o setor de atividade mineraria não têm conseguido superar o atraso na agregação de valor nas cadeias produtivas, de modo a levar o país a um novo patamar de desenvolvimento industrial. Nesse sentido, como será visto ao longo do estudo, a própria atuação das políticas minerais chinesas no setor dos ETR pode apontar caminhos interessantes a serem avaliados pelo Brasil, mesmo considerando as sensíveis diferenças em âmbito político e econômico entre ambas as nações.

O objetivo geral da pesquisa é analisar como a atividade mineraria de ETR pode contribuir para o fomento da indústria de produtos com alto valor agregado no Brasil, levando, por conseguinte, ao desenvolvimento econômico nacional em patamar mais elevado.

Os objetivos específicos serão listados a seguir: (i) apresentar teoricamente os aspectos jurídico-constitucionais da atividade mineraria no ordenamento pátrio brasileiro, pressupostos indispensáveis para a análise do viés econômico-estratégico da atividade minerária, em especial dos Elementos de Terras Raras (ETR); (ii) discutir acerca do viés econômico-estratégico da atividade minerária, levando-se em conta uma dupla lógica: por um lado, ambientalista – constituindo sobre esta uma linha primária de proteção – e, por outro lado, em um plano geoestratégico mais alargado de desenvolvimento econômico, com investimentos direcionados para a exploração de *commodities* e a diversificação da estrutura produtiva com a produção de alto valor agregado e; (iii) apresentar o objeto de estudo, ou seja, os ETR, discutindo sobre sua importância para o desenvolvimento de cadeias produtivas de alto valor agregado.

Impende consignar que os ETR não são tratados na literatura que versa sobre recursos minerais estratégicos como *commodities* tradicionais, mas como elementos químicos especiais que precisam ser desenvolvidos para seus usos finais. Nesse sentido, com o objetivo de respaldar a pesquisa do ponto de vista empírico, empregam-se dados disponíveis em fontes primárias e secundárias (relatórios e documentos oficiais) referentes a variações nos preços de produtos, bem como valores de produção e exportação.

De antemão, torna-se necessário deixar claro os procedimentos teórico-metodológicos que consubstanciarão a análise proposta. Em suma, utilizar-se-á o estudo de caso como método analítico para angariar os resultados pretendidos ao término do trabalho. De acordo com Gerring (2004), o termo “estudo de caso” é um pântano de definição, uma vez que poderá ser visto por diferentes lentes de análise. Para os fins pretendidos, o estudo de caso investigará um único fenômeno, assunto ou exemplo.

Para tanto, a escolha de tal estudo justifica-se pelos seguintes critérios: (i) em se tratando do desenvolvimento de uma cadeia produtiva de alto valor agregado, tem-se que o potencial exploratório de ETR se encontra em Minas Gerais (MG), no município de Araxá, estando tais elementos associados, majoritariamente, ao nióbio. Por sua vez, essa junção de elementos estratégicos pode representar uma excelente oportunidade para o setor mineral brasileiro, sobretudo com a implantação de um programa que leve ao desenvolvimento de pesquisas científicas voltadas ao fomento de cadeias produtivas de produtos de alto valor agregado; (ii) em suma, a necessidade de manter atividades de pesquisa científica e

desenvolvimento está intimamente relacionada à própria expansão do mercado de terras-raras. A esse respeito, ainda em 2011 o governo brasileiro deu aos ETR o caráter de minerais estratégicos devido a crescente utilização dos mesmos em novas tecnologias, tratando de tais recursos no PNM 2030 e; (iii) o próprio Plano Nacional de Mineração 2030 (PNM) ao reconhecer a importância estratégica dos ETR, sobretudo pela crescente utilização dos insumos em novas tecnologias, suscitou que o Brasil não deve se limitar a descoberta dos minérios e sua extração, mas deve apostar no desenvolvimento de uma cadeia produtiva.

Em pese a sensibilidade do tema, até então não aprofundado enquanto objeto voltado à área jurídica, o Governo Brasileiro já reconheceu reiterada vezes a importância dos ETR. Nessa senda, à priori, essa monografia se justifica pela importância que a regulamentação do setor minerário voltado à exploração de ETR apresenta em contextos interno e externo em um cenário econômico, político e social.

Posto isso, esta monografia encontra-se estruturada em três partes:

No primeiro capítulo será qualificada a abordagem constitucional da atividade mineraria, evidenciando que a viabilização do exercício da mineração, mediante a exploração de jazidas contendo recursos naturais pode provocar inúmeras transformações na área de exploração na qual se localiza o recurso, dentre estas, a ocorrência de danos ambientais. A partir desse panorama, será realizada a distinção conceitual entre dano ambiental e impacto ambiental negativo, tanto para confirmar – ou afastar – a ideia de que a mineração pode ser vista enquanto uma atividade danosa ao meio. Finalmente, será realizada breve análise dos instrumentos de controle de impactos negativos da mineração, a exemplo do licenciamento ambiental e das medidas compensatórias administrativas.

No segundo capítulo tratar-se-á especificamente da exploração dos recursos minerais considerados estratégicos sob a perspectiva da Economia e sua relação com o desenvolvimento econômico-social brasileiro, mormente quando se tem em conta que o mercado de *commodities* está rigorosamente atrelado à perspectiva econômica de desenvolvimento nacional. Por conseguinte, realizar-se-á uma breve análise doutrinária acerca dos recursos minerais enquanto “maldição” para o desenvolvimento nacional brasileiro, considerando a cada vez maior presença de grandes mercados importadores, a exemplo da China, o que pode levar, entre outros efeitos deletérios, a estagnação do crescimento econômico brasileiro a longo prazo.

Analisar-se-á, ademais, os recursos minerais nacionais enquanto “bençãos” para o desenvolvimento, enfatizando a singularidade da indústria nacional brasileira que foi agraciada pela natureza com a abundância de recursos do solo, e a possibilidade desta de

perpassar entre as fases da cadeia produtiva, podendo chegar a seu topo com a propagação de “*technical spillovers*”.

Finalmente, o terceiro e último capítulo apresentará os Elementos de Terras Raras (ETR) como recursos minerais estratégicos e sua importância para o desenvolvimento de cadeias produtivas de alto valor agregado. Parte-se da ideia de que o mercado dos ETR tem se mostrado economicamente promissor, sobretudo nas últimas décadas. Nesse diapasão, serão analisadas algumas perspectivas de regulação do mercado dos ETR no Brasil, considerando que tais recursos são elementos químicos com alto valor para diferentes segmentos da indústria brasileira, tendo sua importância destacada no Plano Nacional de Mineração 2030 e na Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI).

Por fim, a monografia se encerra com considerações finais. Estas se dedicam a retomar os pontos principais percorridos ao longo do trabalho, como o viés estratégico da atividade minerária e o papel dos ETR enquanto recursos importantes para a construção de uma cadeia produtiva diversificada de alto valor agregado, bem como para recolocação do Brasil como grande *player* no mercado internacional de *commodities*.

2 ASPECTOS JURÍDICOS-CONSTITUCIONAIS DA ATIVIDADE MINERÁRIA NO ORDENAMENTO PÁTRIO

Este capítulo tem como objetivo principal analisar os aspectos jurídicos e constitucionais da mineração no ordenamento pátrio brasileiro, pressupostos indispensáveis para a análise do viés econômico-estratégico da atividade minerária que se realizará nos capítulos subsequentes.

No primeiro momento, será qualificada a abordagem constitucional da atividade minerária. Impende destacar, já de início, que a discussão jurídica que permeia essa abordagem não é simples, visto que há uma complexa dicotomia em torno da mineração, sendo esta corriqueiramente relacionada com a temática em torno da proteção ao meio ambiente e ao desenvolvimento sustentável.

Além disso, é certo que, em algumas situações, a atividade minerária é vista como uma dádiva capaz de alimentar estrategicamente a economia de territórios naturalmente favorecidos com jazidas, estas, por sua vez, indissociáveis de elementos como o solo e a flora, mas, em outros tantos casos, é vista como uma maldição, considerando a inevitabilidade da ocorrência de impactos ambientais causados pela prática minerária.

No segundo momento, a análise visará evidenciar que a viabilização do exercício da mineração, mediante a exploração de jazidas contendo recursos naturais, pode provocar inúmeras transformações na área de exploração na qual se localiza o recurso, dentre estas, a ocorrência de danos ambientais. A partir desse panorama, será realizada a distinção conceitual entre dano ambiental e impacto ambiental negativo, tanto para confirmar – ou afastar – a ideia de que a mineração pode ser vista enquanto uma atividade danosa ao meio ambiente, quanto para servir de suporte conceitual para os capítulos seguintes.

Nesse ínterim, não é demasiado repisar que o meio ambiente é um bem fundamental de caráter difuso. Logo, tratar acerca de dano ambiental não é tarefa de fácil valoração, porquanto a própria estrutura ambiental não limita até onde e até que ponto se estendem as sequelas do estrago causado. Assim, como será visto adiante, mesmo que se promova estudos de medidas reparatórias e/ou compensatórias, nem sempre será possível calcular a totalidade do dano ambiental.

Apesar disso, há necessidade de estudos ambientais prévios, bem como a aplicação efetiva de instrumentos legais capazes de regular, mesmo minimamente, a forma pela qual a atividade minerária será desenvolvida, visando dirimir e/ou compensar os danos ambientais decorrentes da prática minerária.

Neste cenário, insere-se a previsão constitucional do artigo 225, precisamente em seu parágrafo 2º, que dispõe que “aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei”. Em suma, como será visto adiante, o referido dispositivo visa, entre outros fatores, amenizar o ônus do impacto social da exploração de recursos naturais, bem como estipular condições de sustentabilidade à atividade minerária.

Finalmente, no terceiro e último momento deste capítulo, será realizada breve análise dos instrumentos de controle de impactos negativos da mineração, a exemplo do licenciamento ambiental e das medidas compensatórias administrativas. Contudo, embora já tenha sido destacado na introdução, é importante ressaltar que a análise dos pressupostos jurídicos que se realizará neste capítulo é, apesar de relevante, fundamentalmente contextual para a discussão proposta nos demais capítulos deste trabalho.

2.1 A ATIVIDADE MINERÁRIA E SUA ABORDAGEM CONSTITUCIONAL

A atividade minerária se encontra regulamentada pela Constituição Federal de 1988, pelo Código de Mineração de 1967 e por atos normativos do Ministério de Minas e Energia (MME), Ministério do Meio Ambiente (CONAMA) e da Agência Nacional de Mineração (ANM). Com efeito, o exercício de tal atividade está estritamente relacionado com o meio ambiente, logo, antes de adentrar a pauta específica da mineração, mister é sublinhar que não são recentes as preocupações com a conscientização a respeito da necessidade da proteção ambiental.

Malgrado a pauta ambiental estar alicerçada, atualmente, na Constituição Federal de 1988, o amadurecimento da questão ambiental remonta anos antes, com a Declaração de Estocolmo de 1972 que versou a respeito de questões relativas ao desenvolvimento e ao meio ambiente. A partir de Estocolmo, foram produzidos diversos ordenamentos jurídicos pelo mundo que passaram a ter, entre suas disposições, a necessidade de preservação da questão ambiental.

Conforme destaca Ferreira & Ferreira (2011), no que tange ao Brasil, a Constituição Federal de 1988 trouxe consigo uma evolução do direito brasileiro quanto a implementação de uma política nacional relacionada à proteção ao meio ambiente. Não obstante, antes mesmo do advento da CF/88, a Lei nº 6.938/81 que pode ser considerada um marco inicial de proteção jurídica para com as questões ambientais, visto ter instituído a Política Nacional do Meio Ambiente, já dispunha de uma inovação integrada e sistêmica no tocante a questão ecológica, com o fornecimento de diretrizes e instrumentos para a tutela do meio ambiente.

Precisamente, em seu artigo 14, a referida Lei dispunha:

Art 14 - Sem prejuízo das penalidades definidas pela legislação federal, estadual e municipal, o não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção dos inconvenientes e danos causados pela degradação da qualidade ambiental sujeitará os transgressores:

I - à multa simples ou diária, nos valores correspondentes, no mínimo, a 10 (dez) e, no máximo, a 1.000 (mil) Obrigações Reajustáveis do Tesouro Nacional - ORTNs, agravada em casos de reincidência específica, conforme dispuser o regulamento, vedada a sua cobrança pela União se já tiver sido aplicada pelo Estado, Distrito Federal, Territórios ou pelos Municípios.

II - à perda ou restrição de incentivos e benefícios fiscais concedidos pelo Poder Público;

III - à perda ou suspensão de participação em linhas de financiamento em estabelecimentos oficiais de crédito; IV - à suspensão de sua atividade.

§ 1º - Sem obstar a aplicação das penalidades previstas neste artigo, é o poluidor obrigado, independentemente da existência de culpa, a indenizar ou reparar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros, afetados por sua atividade. O Ministério Público da União e dos Estados terá legitimidade para propor ação de responsabilidade civil e criminal, por danos causados ao meio ambiente.

§ 2º - No caso de omissão da autoridade estadual ou municipal, caberá ao Secretário do Meio Ambiente a aplicação das penalidades pecuniárias previstas neste artigo.

§ 3º - Nos casos previstos nos incisos II e III deste artigo, o ato declaratório de perda, restrição ou suspensão será atribuição da autoridade administrativa ou financeira que concedeu os benefícios, incentivos ou financiamento, cumprindo resolução do CONAMA.

§ 4º Nos casos de poluição provocada pelo derramamento ou lançamento de detritos ou óleo em águas brasileiras, por embarcações e terminais marítimos ou fluviais, prevalecerá o disposto na Lei nº 5.357, de 17 de novembro de 1967. (Revogado pela Lei nº 9.966, de 2000)

§ 5º A execução das garantias exigidas do poluidor não impede a aplicação das obrigações de indenização e reparação de danos previstas no § 1º deste artigo. (Incluído pela Lei nº 11.284, de 2006) (BRASIL, 1981).

Para Moreira (2020), ao se falar em legislação ambiental, a Lei nº 6.938/81 foi um divisor de águas para a legislação ambiental brasileira, isso porque, até o início da década de 1980, desde que atendessem a determinados parâmetros, era plenamente aceitável a emissão de poluentes por empresas que realizavam a exploração do solo, sob a égide de que toda atividade produtiva causa impacto ao meio ambiente. Para a autora, após a Lei nº 6.938/81 o cenário de exploração começou a ser melhor regulamentado.

Na sequência, a Carta Magna de 1988 contemplou e refinou as diretrizes previstas na Lei nº 6.938/81. Nesta, a questão ambiental ganhou tamanha notoriedade que deteve para si um capítulo próprio no novo ordenamento pátrio. Este, por sua vez, atinou para temas sensíveis aludidos ao direito a um meio ambiente saudável, ecologicamente equilibrado e protegido. Assim, a CF/88 trouxe em seu artigo 225, capítulo VI do Título VIII, a seguinte disposição:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e

futuras gerações (BRASIL, 1988).

Como se extrai da citação acima, a tutela ambiental aparece como objeto central da proteção constitucional, estando associada à busca pela qualidade de vida e à existência digna, condições que, quando somatizadas, proporcionam o desenvolvimento humano sob as melhores condições possíveis. Nesse sentido, Silva (2008) assevera que:

[...] a qualidade do meio ambiente se transformara num bem, num patrimônio, num valor mesmo, cuja preservação, recuperação e revitalização se tornaram num imperativo do Poder Público, para assegurar a saúde, o bem-estar do homem e as condições de seu desenvolvimento. Em verdade, para assegurar o direito fundamental à vida (SILVA, 2008, p. 848/849).

Nessa senda, ao se falar em defesa do meio ambiente, impende destacar que esta não se atine apenas ao Estado, mas a todo corpo social que o compõe. Do mesmo modo, não se restringe a um direito, mas a uma obrigação de todos os indivíduos. Em suma, a dicção constitucional prevê expressamente a necessidade de um “meio ambiente ecologicamente equilibrado”, e tal expressão remonta a proteção e a restauração de áreas eventualmente degradadas pelo ser humano.

Anos após a publicação da Carta Magna de 1988, foram concebidos outros dois marcos do direito ambiental brasileiro, sendo eles a Lei dos Crimes Ambientais (Lei nº 9.605/1998) e a Lei nº 12.305/2010 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e alterou a Lei 9.605/1998, estabelecendo diretrizes ao gerenciamento dos resíduos sólidos, definindo que estes sejam processados antes da destinação final e atribuindo penas passivas, inclusive de prisão, ao infrator que desobedecer a previsão legal.

Nesse panorama complexo, banhado pela preocupação com a preservação ambiental que perpassa a vertente individual e atinge a esfera coletiva, evidencia-se à pauta da mineração e sua consequente dicotomia “explorar *versus* restaurar”. Nesse ínterim, não vai em demasia destacar que, em termos de quantidade e diversidade, o Brasil é um país rico em minérios e recursos naturais valiosos. Por isso, não é atoa que o próprio ordenamento constitucional tenha dedicado norma específica no tocante à atividade de mineração, quando determina a obrigação de recuperar o meio ambiente àquele que explorar recursos minerais (art. 225, §2º).

Ademais, o próprio texto constitucional dispõe ser patrimônio da União os recursos minerais, inclusive os do subsolo (art. 20, IX). Ao referir-se à disposição do art. 225, §2º, Antunes (2005) aduz que, mesmo reconhecendo a inevitabilidade da ocorrência de danos ambientais ocasionados pela atividade mineratória, o constituinte não negligenciou a esfera

sócio-econômica da mineração, ao contrário, deteve-se a estabelecer uma condição para a exploração dos recursos minerais, qual seja, a proteção ambiental sob a égide de rígidos critérios.

Destarte, em que pese os recursos minerais serem bens de titularidade da União por força de dispositivo legal (artigo 20, IX), competindo à esta privativamente legislar sobre a pauta minerária na forma do artigo 22, inciso XII, isto não limita à União a possibilidade de explorá-los comercialmente, isso porque a atividade minerária possui características singulares que subsidiam a legislação que a aborda enquanto atividade economicamente rentável. Nesse diapasão, Herrmann (1995) destaca algumas particularidades da atividade minerária, quais sejam:

- (i) a exauribilidade da jazida, pois se trata de um recurso não renovável, ocorrendo apenas uma única safra;
- (ii) a singularidade das minas, não existindo jazidas idênticas e havendo alto grau de incerteza em sua exploração;
- (iii) a dinâmica do projeto mineiro, que deve adequar-se a estas incertezas e aos contornos da região explorada; e, principalmente,
- (iv) a rigidez locacional, significando que a jazida encontra-se onde os condicionantes geológicos a criaram, não havendo possibilidade de escolha do local onde ocorrerá a lavra (HERMANN, 1995, p. 102).

Outrossim, ainda no que pertine às singularidades da atividade minerária, a Constituição de 1988 não se eximiu de um caráter integrador do meio ambiente junto à pauta da ordem econômica, ao contrário, o constituinte buscou viabilizar o exercício da mineração atrelando-o ao desenvolvimento econômico, sem negligenciar, todavia, a defesa ambiental.

Nesse diapasão, o próprio texto constitucional prevê a possibilidade de exploração de minérios pela iniciativa privada na forma do artigo 176, §1º, assegurando, de outro giro, uma compensação financeira à sociedade diretamente impactada pela instalação do empreendimento, conforme disposto no artigo 20, §1º. Não obstante, como será visto a seguir, em que pese o constituinte ter modelado a tutela ambiental à atividade minerária, de modo a não impedir à realização da última, são sensíveis os impactos ambientais decorrentes das externalidades negativas da atividade.

2.2 OS IMPACTOS AMBIENTAIS DA ATIVIDADE MINERÁRIA

A atividade minerária causa impactos significantes ao meio ambiente e estes são dos mais diversos tipos. Não obstante, as obrigações de prevenção e de controle dos impactos e danos ambientais decorrentes da mineração dependem *sine qua non* de uma interface afinada entre o Poder Público e os responsáveis pelos empreendimentos, que devem agir de modo que os impactos gerados pela atividade minerária sejam ao fim e a cabo, mais positivos que

negativos.

Aprioristicamente, antes de adentrar à discussão sobre impactos ambientais na mineração, é necessário, primeiramente, definir o conceito de “Impacto Ambiental”. De início, cumpre esclarecer que do ponto de vista legal, a Lei nº 6.938/1981 define os conceitos de meio ambiente e degradação da qualidade ambiental, senão vejamos:

Meio ambiente é o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas; degradação da qualidade ambiental, a alteração adversa das características do meio ambiente; poluição, a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente: a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; c) afetem desfavoravelmente a biota; d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos; poluidor, a pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável, direta ou indiretamente, por atividade causadora de degradação ambiental (BRASIL, 1981).

De outro norte, o termo “Impacto Ambiental” tem sua definição jurídica expressa na Resolução 001/86 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Esta traz no teor do seu artigo 1º que

[...] considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas, que direta ou indiretamente, afetam-se: a saúde, a segurança e o bem estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos naturais (BRASIL, 1986).

Tratar acerca da série de possíveis impactos que a mineração pode gerar através da exploração de minas e da conseqüente extração de minérios é tratar diretamente sobre às técnicas e materiais que são utilizados durante a atividade e que interferem em diferentes graus na gestão ambiental, principalmente quando se considera que em grande parte das vezes, os locais escolhidos para realização da atividade minerária estão localizados em áreas sensíveis.

A esse respeito, Pontes, Farias & Lima (2013) sublinham que o nível do impacto causado pela mineração está diretamente relacionado a localização da mina e/ou garimpo, ao tipo de minério comportado na jazida e a forma de extração que é utilizada. Coadunando com os autores retromencionados, em sua análise Bacci et al. (2006) associa à ocorrência dos impactos ambientais irreparáveis outras variáveis, como, por exemplo, as fases de extração dos recursos minerais que vão desde a abertura da cava, com a desertificação da área, até o desmonte das rochas mediante o uso de explosivos que geram fragmentos, poeira e ruído.

Não é demais ressaltar que, em que pese o nível elevado de modernização que a

sociedade atual alcançou no decorrer dos séculos, caracterizada, sobretudo, pela criação de novas tecnologias, a extração desmedida e irresponsável de minérios ainda acarreta danos ambientais irreperáveis, a exemplo das tragédias socioambientais ocorridas em Mariana (2015) e Brumadinho (2019).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM), a partir dessas duas experiências traumáticas oriundas do manejo inadequado dos rejeitos de mineração, a necessidade de regulamentação da atividade de mineração esteve em pauta com a criação de novos marcos legais, quais sejam:

- Lei Federal nº 12.334/2010 – 20/09/2010: estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens e altera a redação do art. 35 da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e do art. 4º da Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000.
- Ministério do Meio Ambiente – Conselho Nacional de Recursos Hídricos – Resolução nº 143, de 10 de julho de 2012: estabelece critérios gerais de classificação de barragens por categoria de risco, dano potencial associado e pelo seu volume, em atendimento ao art. 7º da Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010.
- Ministério do Meio Ambiente – Conselho Nacional de Recursos Hídricos – Resolução nº 144, de 10 de julho de 2012: estabelece diretrizes para implantação da Política Nacional de Segurança de Barragens, aplicação de seus instrumentos e atuação do Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens, em atendimento ao art. 20 da Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que alterou o art. 35 da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.
- Portaria DNPM nº 416, de 03 de setembro de 2012: cria o Cadastro Nacional de Barragens de Mineração e dispõe sobre o Plano de Segurança, Revisão Periódica de Segurança e Inspeções Regulares e Especiais de Segurança das Barragens de Mineração conforme a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que dispõe sobre a Política Nacional de Segurança de Barragens.

Entretanto, de acordo com Moreira (2020), os impactos ambientais decorrentes da mineração não se retém ao local da própria atividade mineradora, mas se expandem para distintas escalas geográficas. Para a autora, os efeitos podem atingir desde a escala macro, focando-se na economia e na própria legislação que permeia a atividade de mineração, até a escala micro, cuja discussão é ambientada no meio socioeconômico das comunidades afetadas pela atividade extrativa.

Na mesma linha de pensamento, Enríquez (2007) assevera:

Como uma das mais antigas atividades produtivas exercidas pela humanidade, durante séculos a mineração movimentou e continua movimentando a economia de muitos povos. No entanto, ela também provocou e ainda provoca graves distúrbios ecológicos e sociais nos espaços onde ocorre. Os efeitos dos empreendimentos minerais, normalmente, são de amplo alcance, abarcando desde a comunidade local até os grandes mercados financeiros internacionais. Por esse histórico e abrangência é que há um intenso e vasto debate a respeito da relação

entre a atividade mineradora e os processos de desenvolvimento socioeconômico, particularmente, sobre os processos de desenvolvimento sustentável (ENRÍQUEZ, 2007, p. 109).

Em que pese as tentativas de minimizar o risco de ocorrência de impactos e danos ambientais através das obrigações de controle e prevenção, lamentavelmente persistem as ocorrências de eventos altamente danosos ocasionados pela atividade minerária. Destarte, muito embora o ordenamento jurídico brasileiro tenha em seu corpo instrumentos que visam controlar os impactos negativos e danos ambientais causados pela mineração, mister é entender que ambos os institutos são diferentes.

2.2.1 Impacto Ambiental Negativo *versus* Dano Ambiental

Como destacado no tópico anterior, a atividade minerária é, em sua própria gênese, responsável pela ocorrência de impactos ambientais significativos, seja porque exige uma intervenção direta no meio ambiente, através da exploração de minas que possuem recursos minerais e de seus entornos, seja por ser uma atividade de caráter fundamentalmente econômico que requer, entre outros fatores, a instalação de empreendimentos em área ambiental.

A despeito disso, a discussão doutrinária acerca dos institutos de dano e impacto ambiental negativo é comumente negligenciada pela doutrina especializada. Pouco ou quase nenhum conteúdo doutrinário brasileiro há sobre análise conceitual dos institutos “Impacto Ambiental Negativo” e “Dano Ambiental”, que são muitas vezes reputados como sinônimos.

Nessa linha de pensamento, Sanchez (2013) ressalta que a confusão conceitual que perpassa transversalmente os institutos, além de ser evidenciada corriqueiramente na prática jurídica, pode ser vislumbrada com frequência nos meios de imprensa, o que tornou comum associar o termo “impacto” a um dano à natureza.

Corroborando com Sanchez (2013), Artigas (2017) vai além e assevera que a confusão interpretativa entre os dois institutos também tem confundido de sobremaneira a doutrina e a jurisprudência, mormente dos nossos Tribunais Superiores, o que pode ocasionar equivocadamente a exigência de reparação civil de impactos ambientais como se estes fossem equivalentes a danos ambientais.

Forte nessa constatação, e para fins meramente didáticos, mister é separar ambos os institutos jurídicos e analisar suas características próprias, uma vez que a aplicação equivocada de qualquer uma das categorias pode implicar em arbitrariedades, mormente no âmbito do licenciamento ambiental. Ademais, apenas a interpretação conceitual correta pode

indicar a medida exata de prevenção, controle, reparação ou mitigação de cada um dos institutos (MOREIRA, 2020).

Como visto alhures, em boa escrita, o art. 1º da Res. CONAMA 1/1986 formulou o conceito de impacto ambiental remetendo-o a alterações das propriedades não apenas físicas, mas também químicas e biológicas provocadas por interferência humana, tal como o é a atividade minerária. A despeito disso, para a correta compreensão desse conceito, importa esclarecer que nem todo impacto ambiental tem caráter negativo, sobretudo quando se considera que toda e qualquer ação humana gera certo impacto ambiental, sendo este vislumbrado em maior ou menor escala.

Na contracorrente do senso comum, o impacto ambiental positivo existe e pode ser ilustrado a partir de práticas de limpeza de rios, criação de espaços verdes em centros urbanos através do replantio de árvores, mas não somente. Sobre este, Mechi & Sanches (2010) também trazem a lume a ideia de que a mineração influencia diretamente na criação de novos empregos, sejam estes diretos ou indiretos, na arrecadação de tributos e, sobretudo, no suprimento de materiais que fomentam a atividade empresarial.

Porém, desfrutando de certa obviedade, o impacto ambiental negativo possui maior repercussão, mormente midiática, por representar uma alteração adversa das características do meio ambiente através de certas atividades, como, por exemplo, o descarte de resíduos poluentes em rios, o uso inadequado da tecnologia e o aumento de gás carbônico.

Lado outro, ao contrário do que ocorre com a definição de “Impacto Ambiental”, o ordenamento pátrio brasileiro não definiu, às expensas, o que seria “Dano Ambiental”. Todavia, conforme assevera Brito (2019), ambos os institutos são próximos, visto convergirem por serem alterações adversas ao meio ambiente, sendo por muitas vezes confundidos na prática. Nas palavras do autor:

[...] o impacto é previsto, mitigável ou compensável administrativamente, sendo potencialmente inevitável para a realização de atividade socioeconomicamente necessária e, por isso, tolerado pelo órgão ambiental. Por sua volta, o dano ambiental é extraordinário e não admitido em qualquer hipótese, sendo reparável via responsabilização dos causadores, em especial através da reparação civil (BRITO, 2019, p. 115).

Destarte, sobre a definição de dano ambiental Milaré (2016) aduz que

[...] é dano ambiental toda interferência antrópica infligida ao patrimônio ambiental (natural, cultural, artificial), capaz de desencadear, imediata ou potencialmente, perturbações desfavoráveis (*in pejus*) ao equilíbrio ecológico, à sadia qualidade de vida, ou a quaisquer outros valores coletivos ou de pessoas (MILARÉ, 2016, p. 83).

Para Milaré (2016), para entender o que de fato é o dano ambiental, deve-se analisar os elementos que o integram. No entendimento da autora, o primeiro elemento a ser entendido é o da interferência antrópica. Esta, por sua vez, está estritamente ligada à ação humana, mediante a prática de degradação ambiental, e não a fatos exclusivos da natureza como terremotos e tsunamis, por exemplo.

O segundo elemento que compõe a definição proposta por Milaré (2016) é o patrimônio ambiental. Este, para a autora, abrange uma visão mais ampla e complexa do meio ambiente que deve ser visto como holístico, sistêmico e interdisciplinar. Curiosamente, é justamente nesse patrimônio amplo e abrangente que se enquadra a categoria ora analisada neste trabalho, isto é, os recursos minerais. Dessa forma, segundo Milaré (2016, p. 83) “a noção de dano ambiental não poderia estar divorciada desta visão ampla de meio ambiente, certo que o seu conteúdo não se resume só ao conjunto de elementos naturais, mas, também, aos artificiais eculturais”.

O terceiro elemento que compõe a análise são as perturbações desfavoráveis, aqui entendidas como qualquer interferência, à priori, prejudicial ao meio ambiente, a exemplo de emissões que possuem potencial poluidor severo, afastando-se, por obviedade as alterações frívolas ou emissões que são rapidamente absorvidas pelo meio ambiente sem a ocorrência de lesões; e se não há lesões, por consequência, não há danos.

É fato que a distinção dos institutos do impacto ambiental negativo e dano ambiental é demasiadamente tênue, porém, diferenciar ambas as categorias é de sobremaneira importante para o direito ambiental. Segundo Milaré (2016)

[...] o *impacto negativo ao meio ambiente* é um fato previsto pela legislação ambiental e aceito pela sociedade, exigindo, porém, o seu gerenciamento pelo processo administrativo de licenciamento ambiental. No decorrer de tal processo, medidas compensatórias são impostas para confortar o meio ambiente pelos impactos negativos resultantes de empreendimentos lícitos e aceitos, e não pelos danos ambientais decorrentes de eventos indesejados e repugnados pela legislação que protege o meio considerado. Em uma palavra, não se pode falar em *dano* quando se promove o gerenciamento dos *impactos* pelo licenciamento ambiental (MILARÉ, 2016, p. 85).

A propósito, com o advento de novas tecnologias, o próprio dinamismo social com o surgimento de novos empreendimentos podem gerar novas situações de impactos ambientais negativos que implicarão na necessidade de novas soluções ou até, em casos excepcionais, na cessação da atividade. Em outro dizer, não basta ser um evento negativo para ser dano, mas considera-se dano aquele evento excepcional que não foi mitigado em sua origem.

Ante a distinção entre os institutos de impacto ambiental negativo e dano ambiental, o tópico seguinte se dedicará a analisar a natureza jurídica do dano ambiental minerário. Mister sublinhar, todavia, que em nenhum momento esta pesquisa sustentará a atividade minerária enquanto empreendimento necessariamente lesivo ao meio ambiente, pois, como será visto adiante, malgrado seja uma atividade fundamentalmente impactante, se for devidamente fiscalizada e controlada mediante o instrumento de licenciamento ambiental, os danos podem nunca ocorrer.

Por fim, uma ressalva importante acerca da discussão dos institutos do impacto ambiental negativo e do dano ambiental é que, como será visto adiante, estes transcendem o objeto deste trabalho, ou seja, a atividade minerária, e alcança, com efeito, todas as atividades que podem ser lesivas e causar danos ao meio ambiente.

2.3 NATUREZA JURÍDICA DO DANO AMBIENTAL MINERÁRIO

No âmbito da mineração, imperativo trazer à baila que quando se fala em natureza jurídica do dano ambiental, fala-se intrinsecamente em responsabilidade civil, administrativa e penal. Para os fins pretendidos com esse trabalho, porém, dar-se-á maior atenção a responsabilidade civil voltada à seara ambiental, mormente porque se trata de uma premissa fundamental para a compreensão do instituto “dano ambiental minerário”.

Nessa senda, diga-se já de início que, em matéria de direito ambiental, a responsabilidade pelo dano ambiental é objetiva, ou seja, independe de prova de culpa ou de dolo daquele que é responsável pelo empreendimento. Tal afirmação é tida como incontroversa por força do artigo 14, §1º da Lei nº 6.938/51, que prevê expressamente que o causador do dano (poluidor) é obrigado a indenizar e reparar a lesão causada, sem qualquer apreciação subjetiva da sua conduta para a produção do dano.

Frente a essa ponderação, na esfera da legislação infraconstitucional mencionada, o termo “dano” abarca todos os danos coletivos provocados a terceiros e oriundos de um mesmo episódio fático. Logo, ao assumir a atividade minerária, inerentemente permeada por riscos, o empreendedor assume a responsabilidade por seus resultados e a obrigação de reparar todos os tipos de danos que por ventura foram causados.

À propósito, em se tratando de legislação infraconstitucional voltada à atividade de mineração, a Lei 14.066/2020 que alterou a Lei da Política Nacional de Segurança de Barragens (Lei 12.334/2010), trouxe uma importante inovação para a caracterização de danos ambientais voltados à empreendimentos e atividades relacionadas à prática mineratória, mormente ao rompimento de barragens, senão vejamos:

Art. 2º (...) VII - dano potencial associado à barragem: dano que pode ocorrer devido a rompimento, vazamento, infiltração no solo ou mau funcionamento de uma barragem, independentemente da sua probabilidade de ocorrência, a ser graduado de acordo com as perdas de vidas humanas e os impactos sociais, econômicos e ambientais; (...) XIV – desastre: resultado de evento adverso, de origem natural ou induzido pela ação humana, sobre ecossistemas e populações vulneráveis, que causa significativos danos humanos, materiais ou ambientais e prejuízos econômicos e sociais (BRASIL, 2010).

É também nesse sentido que a própria Constituição Federal de 1988 trouxe em seu artigo 225, § 3º que “as condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados”.

A leitura do citado diploma legal demonstra a própria materialização da responsabilidade integral daquele que empreende na seara minerária. Mais que isso, ao se falar em responsabilidade civil ambiental deve-se atentar que sua aplicação transpassa o dano ambiental público e se estende, de igual modo, ao dano ambiental privado. Nesse sentido destaca-se o Recurso Especial nº 1.373.788/SP de relatoria do Ministro Paulo de Tarso Sanseverino:

A responsabilidade civil por danos ambientais, seja por lesão ao meio ambiente propriamente dito (dano ambiental público), seja por ofensa a direitos individuais (dano ambiental privado), é objetiva, fundada na teoria do risco integral, em face do disposto no art. 14, § 1º, da Lei 6.938/1981, que consagra o princípio do poluidor-pagador. A responsabilidade objetiva fundamenta-se na noção de risco social, que está implícito em determinadas atividades, como a indústria, os meios de transporte de massa, as fontes de energia. Assim, a responsabilidade objetiva, calcada na teoria do risco, é uma imputação atribuída por lei a determinadas pessoas para ressarcirem os danos provocados por atividades exercidas no seu interesse e sob seu controle, sem que se proceda a qualquer indagação sobre o elemento subjetivo da conduta do agente ou de seus prepostos, bastando a relação de causalidade entre o dano sofrido pela vítima e a situação de risco criada pelo agente.

STJ, REsp 1.373.788/SP, 3ª Turma, rel. min. Paulo de Tarso Sanseverino, j. 06.05.2014 (BRASIL, 2014).

À evidência, a responsabilidade integral ou teoria do risco integral, em que pese existirem entendimentos contrários à sua, aplicação tem sido comumente defendida pela doutrina e respaldada na jurisprudência dos Tribunais Superiores. De acordo com Benjamin (2014, p. 41), a teoria do risco integral é cristalina ao dispor que, se o dano ambiental ocorreu no curso de uma atividade potencialmente degradadora, a exemplo da mineração, cabe ao responsável por esta reparar os danos causados, independente de eventuais circunstâncias externas.

Em sintonia, já julgou o Superior Tribunal de Justiça (STJ), prevendo a aplicação da

Teoria do Risco Integral a todos os danos ambientais, ocasionados a partir do mesmo evento, senão vejamos:

De acordo com o entendimento firmado pelo Superior Tribunal de Justiça, no julgamento do REsp nº 1.374.284/MG, representativo de controvérsia multitudinária e processado sob o rito do art. 543-C, do Código de Processo Civil, "a responsabilidade por dano ambiental é objetiva, informada pela teoria do risco integral, sendo o nexo de causalidade o fator aglutinante que permite que o risco se integre na unidade do ato, sendo descabida a invocação, pela empresa responsável pelo dano ambiental, de excludentes de responsabilidade civil para afastar sua obrigação de indenizar." - Tendo sido demonstrados o nexo causal entre o rompimento de barragem de contenção de rejeitos oriundos da atividade de mineração desenvolvida pela Ré e os danos que atingiram a autora, resta configurado o dever de indenizar os danos morais e materiais suportados pela parte demandante. - No arbitramento do valor da indenização por dano moral devem ser observados os critérios de moderação, proporcionalidade e razoabilidade em sintonia com o ato ilícito e suas repercussões, como, também, com as condições pessoais das partes. - A indenização por dano moral não pode servir como fonte de enriquecimento do indenizado, nem consubstanciar incentivo à permanente reincidência do responsável pelo ilícito¹.

Por sua vez, doutrinadores como Netto, Rosenvald e Carvalho (2015) trazem à lume outra característica atribuída de forma recorrente à responsabilidade civil em matéria ambiental, qual seja: o ônus de prova invertido. Para os autores citados, cabe ao suposto poluidor demonstrar que o dano não ocorreu, ou que não deu causa para que este ocorresse.

Segundo Brito (2019), por muito tempo a inversão do ônus da prova em matéria ambiental esteve condicionada a aplicação análogica do artigo 6º, VIII, do Código de Defesa do Consumidor (CDC) em ações civis que versavam sobre o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado e a aplicação do princípio ambiental da precaução. Todavia, o tema do ônus da prova invertido em matéria ambiental foi tão recorrentemente debatido pelos Tribunais Superiores que se tornou objeto da Súmula 618 do STJ de 24/10/2018, a qual estabelece que "(a) inversão do ônus da prova aplica-se às ações de degradação ambiental”.

Outrossim, na concepção de doutrinadores como Villas Bôas, Remédio Júnior & Vilhena (2017) a responsabilidade civil em matéria ambiental, para além da característica do ônus da prova invertido, também subsume que a obrigação de reparar o dano ambiental possui natureza “*propter rem*”, o que no entendimento dos autores citados significa que o

¹Ver mais em: APELAÇÃO CÍVEL - AÇÃO DE INDENIZAÇÃO - ATIVIDADE DE MINERAÇÃO - DANO AMBIENTAL - RESPONSABILIDADE OBJETIVA - TEORIA DO RISCO INTEGRAL - DANOS MATERIAIS E MORAIS - NEXO DE CAUSALIDADE - DEMONSTRAÇÃO - PROVA PERICIAL - DEVER DE INDENIZAR CONFIGURADO - DANOS MORAIS - QUANTUM INDENIZATÓRIO - CRITÉRIOS DE ARBITRAMENTO. - TJMG, Apelação Cível nº 1.0439.07.065014-8/001. Rel. Des. Roberto Vasconcellos. Publicação 10/09/2015.

proprietário da área em que houve a degradação assume a obrigação de reparar-lá, mesmo que a ela não tenha dado causa, haja vista que a obrigação de reparar acompanha o bem imobiliário. Afasta-se, portanto, um requisito basilar da teoria clássica da responsabilidade civil, o nexo de causalidade.

Com efeito, o entendimento doutrinário consignado acima foi incorporado ao novo Código Florestal (Lei nº 12.651/2012) em um dispositivo autoexplicativo, nos termos de seu artigo 2º, §2º, o qual dispõe que “as obrigações previstas nesta Lei têm natureza real e são transmitidas ao sucessor, de qualquer natureza, no caso de transferência de domínio ou posse do imóvel rural”.

Observadas com brevidade as características da natureza jurídica do dano ambiental minerário, mormente a responsabilidade civil na seara ambiental, passa-se agora à análise dos estudos ambientais aplicáveis à mineração.

2.4 ESTUDOS AMBIENTAIS APLICÁVEIS À ATIVIDADE MINERÁRIA – AIA, EIA E RIMA

Como visto alhures, a atividade minerária pode produzir impactos ambientais negativos de difícil mensuração, a exemplo da poluição visual, contaminação de rios, danos à saúde, entre outros. Por isso, visando analisar a questão da viabilidade econômica da atividade frente aos possíveis danos causados decorrentes de sua implementação, foram surgindo estudos e pareceres técnicos que visam subsidiar a verificação do exercício da atividade minerária e sua repercussão junto ao ambiente em que é promovida, de modo a compatibilizar a sustentabilidade da prática à qualidade ambiental sustentável.

Tratam-se, portanto, de diagnósticos técnicos que avaliam a viabilidade dos empreendimentos minerários, bem como servem de parâmetros para mensuração da responsabilidade legal pelo eventual dano ao ambiente e a sua necessária reparação.

2.4.1 Avaliação de Impacto Ambiental (AIA)

Segundo Martins & Junior (2018), quando se fala em Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) é mister sublinhar que tal termo remonta a década de 1970, com os estudos desenvolvidos nos Estados Unidos (EUA) a partir da publicação da Lei da Política Nacional do Meio Ambiente (NEPA – sigla em inglês).

Como parte da referida lei americana, foi criado o Conselho de Qualidade Ambiental (CEQ – sigla em inglês), cujo objetivo era garantir que as eventuais consequências de determinadas ações sobre o ambiente fossem estudadas antes do processo decisório. Em 1973,

o Conselho publicou um relatório com diretrizes, em formato de checklists, a serem utilizadas no Estudo de Impacto Ambiental (EIA ou EIS – sigla em inglês)

A posteriori, a partir do referido diploma legal americano, foram sendo desenvolvidos outros estudos nos demais continentes, sobretudo no Europeu, mormente porque a Europa vivenciava nas décadas subsequentes à 1970 uma complexa evolução de problemas correlatos ao desenvolvimento econômico do continente e a proteção ao meio ambiente (MILARÉ, 2011).

Já no Brasil, em que pese parte da doutrina entender que a Avaliação de Impactos Ambientais surgiu através da Lei nº 6.938/81, com a Política Nacional de Meio Ambiente, Martins & Junior (2018) asseveram que ao se falar em AIA, deve-se remeter, temporalmente, à Lei de Zoneamento Industrial nas Áreas Críticas de Poluição (Lei Federal nº 6.803/80), visto que esta já se mostrava enquanto procedimento jurídico de avaliação de impacto ambiental.

Anos mais tarde, precisamente no início da década de 1990, a Conferência da Organização das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, comumente conhecida como ECO-92, realizada no Brasil, trouxe no teor de sua declaração a AIA enquanto Princípio, nos seguintes termos:

Princípio 17: Deverá ser empreendida a avaliação de impacto ambiental, em termos de instrumento nacional, a despeito de qualquer atividade proposta que provavelmente produza impacto negativo considerável no meio ambiente e que esteja sujeita à decisão de uma autoridade nacional competente (BRASIL, 1990).

Com efeito, conforme assevera Santos (2013), a partir da ECO-92 a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) ganhou notoriedade de instrumento de política nacional de meio ambiente, sendo utilizada exponencialmente para identificar, prever e mitigar os efeitos de projetos voltados à área ambiental que possam acarretar em impactos negativos ao meio ambiente.

No Brasil, a AIA se tornou uma atividade majoritariamente técnica, desenvolvida no bojo do Estudo de Impacto Ambiental (EIA). Segundo Romancheli (2009), com a utilização da Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) realizada a partir de técnicas e métodos de diagnóstico específicos para cada caso, se tornou possível realizar uma análise dos impactos ambientais considerando elementos como duração, importância, reversibilidade e magnitude.

Em suma, a AIA trata-se de uma ferramenta de importância basilar na gestão pública ambiental, mormente porque ao proporcionar o conhecimento preliminar sobre determinada

proposta de empreendimento, se apresenta enquanto instrumento de execução dos princípios ambientais da precaução e da prevenção, subsidiando o processo de tomada de decisão, não podendo, todavia, com esta ser confundida (PIMENTEL; PIRES, 1992).

Como será visto adiante, uma das etapas do processo de Avaliação dos Impactos Ambientais (AIA) é o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA).

2.4.2 Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA)

Dentre os estudos ambientais aplicáveis à mineração, o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) é considerado o instrumento de política pública mais relevante, sendo utilizado como base técnica inclusive em questões levadas ao Poder Judiciário. Segundo Miranda (2007), em sede de Atividade Minerária, o EIA visa, em simultâneo, prever e prevenir danos ambientais e mitigar - ou reduzir - os efeitos prejudiciais ao meio ambiente decorrentes da instalação do empreendimento e de sua ulterior execução.

Por sua vez, a previsão original do EIA no ordenamento jurídico brasileiro está na Resolução CONAMA nº 1/86, precisamente em seu art. 5º, que traz a lume as diretrizes gerais que norteiam a elaboração do EIA, sendo elas:

- I – Contemplar todas as alternativas tecnológicas e de localização do projeto, confrontando-as com a hipótese de não-execução do projeto;
- II – Identificar e avaliar sistematicamente os impactos ambientais gerados nas fases de implantação e operação da atividade;
- III – Definir os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos, denominada área de influência do projeto, considerando, em todos os casos, a bacia hidrográfica na qual se localiza;
- IV – Considerar os planos e programas governamentais propostos e em implantação na área de influência do projeto e sua compatibilidade (BRASIL, 1986).

Para além das diretrizes acima citadas, o mesmo dispositivo legal traz em seu parágrafo único a possibilidade de serem fixadas novas diretrizes, quando julgadas necessárias em casos específicos, frente as peculiaridades do projeto e da área geográfica, senão vejamos:

Parágrafo Único - Ao determinar a execução do estudo de impacto ambiental o órgão estadual competente, ou o IBAMA ou, quando couber, o Município, fixará as diretrizes adicionais que, pelas peculiaridades do projeto e características ambientais da área, forem julgadas necessárias, inclusive os prazos para conclusão e análise dos estudos (BRASIL, 1986).

Com efeito, para a formulação do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) são necessários conhecimentos gerais acerca do empreendimento, como a identificação deste e de seu porte,

informações relativas ao empreendedor, a qualidade das tecnologias a serem utilizadas na atividade, a localização geográfica da instalação das bases do empreendimento, a previsão de suas etapas e suas respectivas justificativas.

Por conseguinte, após a execução do EIA, a síntese das suas análises e conclusões compõem o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA). Conforme salienta Brito (ano), o RIMA pode ser entendido enquanto instrumento correlato e indissociável do EIA, representando, de modo simplório, um resumo técnico simplificado das vantagens e desvantagens do empreendimento, bem como de suas possíveis consequências ambientais.

Não atoa, a própria Constituição Federal de 1988 consagrou a importância do EIA como um dos instrumentos de Política Pública em matéria ambiental, reservando à este previsão específica no artigo 225, §1º, V, que dispõe sua exigibilidade, na forma da lei, quando a atividade ou empreendimento for potencialmente ou efetivamente causadora de significativo impacto ambiental.

Destarte, em que pese a atividade de extração de minérios requerer a elaboração de um Estudo de Impacto Ambiental (EIA) para ser devidamente licenciada, segundo Brito (ano), eventualmente a exigência do estudo poderá ser prescindida, mormente quando restar evidenciado que a atividade a ser empreendida não possui o potencial de causar impacto ambiental significativo.

A esse respeito, a Resolução CONAMA nº 237/1997 deixou consignado em seu artigo 3º, parágrafo único:

A licença ambiental para empreendimentos e atividades consideradas efetiva ou potencialmente causadoras de significativa degradação do meio dependerá de prévio estudo de impacto ambiental e respectivo relatório de impacto sobre o meio ambiente (EIA/RIMA), ao qual dar-se-á publicidade, garantida a realização de audiências públicas, quando couber, de acordo com a regulamentação.

Parágrafo único. O órgão ambiental competente, verificando que a atividade ou empreendimento não é potencialmente causador de significativa degradação do meio ambiente, definirá os estudos ambientais pertinentes ao respectivo processo de licenciamento (BRASIL, 1997).

À propósito, a citação acima é relevante para este trabalho, porque como visto no tópico anterior, a mineração comumente é uma atividade fundamentalmente impactante ao meio ambiente, que deve ser controlada de forma preventiva. Consigne-se, todavia, que nem toda atividade minerária resultará essencialmente em impacto ambiental significativo, por isso, eventualmente para fase de extração do minério em determinadas áreas geográficas, não se apresenta enquanto obrigatória a elaboração do EIA (BRITO, 2019).

Nesse sentido, no contexto da Resolução CONAMA nº 1/86, devem ser observadas a amplitude e complexidade da atividade, veja-se disposição legal:

Artigo 6º - O estudo de impacto ambiental desenvolverá, no mínimo, as seguintes atividades técnicas:

I - Diagnóstico ambiental da área de influência do projeto completa descrição e análise dos recursos ambientais e suas interações, tal como existem, de modo a caracterizar a situação ambiental da área, antes da implantação do projeto, considerando: a) o meio físico - o subsolo, as águas, o ar e o clima, destacando os recursos minerais, a topografia, os tipos e aptidões do solo, os corpos d'água, o regime hidrológico, as correntes marinhas, as correntes atmosféricas; b) o meio biológico e os ecossistemas naturais - a fauna e a flora, destacando as espécies indicadoras da qualidade ambiental, de valor científico e econômico, raras e ameaçadas de extinção e as áreas de preservação permanente; c) o meio sócio-econômico - o uso e ocupação do solo, os usos da água e a sócioeconomia, destacando os sítios e monumentos arqueológicos, históricos e culturais da comunidade, as relações de dependência entre a sociedade local, os recursos ambientais e a potencial utilização futura desses recursos. II - Análise dos impactos ambientais do projeto e de suas alternativas, através de identificação, previsão da magnitude e interpretação da importância dos prováveis impactos relevantes, discriminando: os impactos positivos e negativos (benéficos e adversos), diretos e indiretos, imediatos e a médio e longo prazos, temporários e permanentes; seu grau de reversibilidade; suas propriedades cumulativas e sinérgicas; a distribuição dos ônus e benefícios sociais. III - Definição das medidas mitigadoras dos impactos negativos, entre elas os equipamentos de controle e sistemas de tratamento de despejos, avaliando a eficiência de cada uma delas. IV - Elaboração do programa de acompanhamento e monitoramento (os impactos positivos e negativos, indicando os fatores e parâmetros a serem considerados. Parágrafo Único - Ao determinar a execução do estudo de impacto ambiental o órgão estadual competente; ou o IBAMA ou quando couber, o Município fornecerá as instruções adicionais que se fizerem necessárias, pelas peculiaridades do projeto e características ambientais da área (BRASIL, 1986).

Outro ponto de considerável relevância é que o EIA tornou-se uma ferramenta de atuação preventiva sumariamente importante que deve ser realizada por uma equipe multidisciplinar, nos termos do art. 7º do mesmo arcabouço legal: “Artigo 7º - O estudo de impacto ambiental será realizado por equipe multidisciplinar habilitada, não dependente direta ou indiretamente do proponente do projeto e que será responsável tecnicamente pelos resultados apresentados.”.

Por seu turno, o RIMA deverá refletir a simplificação objetiva do EIA de modo a zelar pela transparência das informações e participação de todos os que, por ventura, possam se tornar interessados no empreendimento. Nos termos do art. 9º da mesma Resolução tem-se que:

Artigo 9º - O relatório de impacto ambiental - RIMA refletirá as conclusões do estudo de impacto ambiental e conterá, no mínimo: I - Os objetivos e justificativas do projeto, sua relação e compatibilidade com as políticas setoriais, planos e programas governamentais; II - A descrição do projeto e suas alternativas tecnológicas e locacionais, especificando para cada um deles, nas fases de construção e operação a área de influência, as matérias primas, e mão-de-obra, as fontes de energia, os processos e técnica operacionais, os prováveis efluentes, emissões, resíduos de energia, os empregos diretos e indiretos a serem gerados; III -

A síntese dos resultados dos estudos de diagnósticos ambiental da área de influência do projeto; IV - A descrição dos prováveis impactos ambientais da implantação e operação da atividade, considerando o projeto, suas alternativas, os horizontes de tempo de incidência dos impactos e indicando os métodos, técnicas e critérios adotados para sua identificação, quantificação e interpretação; V - A caracterização da qualidade ambiental futura da área de influência, comparando as diferentes situações da adoção do projeto e suas alternativas, bem como com a hipótese de sua não realização; VI - A descrição do efeito esperado das medidas mitigadoras previstas em relação aos impactos negativos, mencionando aqueles que não puderam ser evitados, e o grau de alteração esperado; VII - O programa de acompanhamento e monitoramento dos impactos; VIII - Recomendação quanto à alternativa mais favorável (conclusões e comentários de ordem geral).

Parágrafo único - O RIMA deve ser apresentado de forma objetiva e adequada a sua compreensão. As informações devem ser traduzidas em linguagem acessível, ilustradas por mapas, cartas, quadros, gráficos e demais técnicas de comunicação visual, de modo que se possam entender as vantagens e desvantagens do projeto, bem como todas as consequências ambientais de sua implementação (BRASIL, 1986).

Nesse contexto, embora nem sempre sejam exigíveis, o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) servem como importantes mecanismos preventivos que visam evitar ou apaziguar as consequências nocivas da atividade ao meio ambiente. Ante o exposto, o tópico seguinte se dedicará a análise dos instrumentos específicos de controle de impactos negativos da Mineração.

2.5 INSTRUMENTOS DE CONTROLE DE IMPACTOS NEGATIVOS DA MINERAÇÃO

Esse tópico se dedicará a análise dos instrumentos específicos de controle ambiental aplicáveis a Atividade Minerária desde a implantação do empreendimento até a sua desativação. Tratar-se-á, em síntese, do Licenciamento Ambiental e do Plano de Recuperação de Área Degradada.

Em termos de arcabouço legal, a Lei nº 6.938/81 prevê em seu artigo 2º, inciso V, os princípios de controle e zoneamento das atividades potencial ou efetivamente poluidoras, bem como traz em seu artigo 9º, inciso IV, o instrumento do licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras, visando o estabelecimento de critérios e padrões de qualidade ambiental e de normas relativas ao uso e manejo de recursos ambientais, nos termos do artigo 4º, inciso III, do mesmo texto legal.

Com efeito, conforme sublinha Andrade (2010), nas últimas décadas, o exponencial aumento dos casos de degradação ambiental promoveu a integração entre os campos da economia e da ecologia, gerando o campo da economia ecológica. Esta, por sua vez, foi conceituada na década de 1991 por Constanza et al, senão vejamos:

[...] trata-se de um campo transdisciplinar de estudo que aborda a relação entre os ecossistemas e sistema econômico em um sentido mais amplo. E continua [...] a relação entre ambos os campos está centrada nos atuais problemas da humanidade em construir um futuro sustentável que não estava sendo abordada por nenhuma disciplina científica (CONSTANZA et al. 1991, p.3).

Ao se considerar a cada vez mais proeminente correlação entre meio ambiente e desenvolvimento econômico nacional, bem como a necessidade cada vez maior de cuidar do equilíbrio ambiental e reduzir a – quase inafastável - degradação ambiental, a política brasileira voltada à pauta ambiental dedica particular atenção ao instrumento de licenciamento ambiental, mormente quando este diz respeito aos empreendimentos implantados visando o exercício da atividade minerária, com a exploração de recursos minerais em solo brasileiro.

Posto isso, passa-se agora a análise da definição, dos requisitos condicionantes do instrumento de licenciamento ambiental e da sua finalidade, bem como dos procedimentos adotados para grandes mineradoras.

2.5.1 Licenciamento Ambiental das atividades minerárias

De antemão, impende ressaltar que, quanto à competência legislativa para legislar acerca do instrumento de licenciamento ambiental, tem-se que conceitualmente a competência é concorrente, cabendo à União o papel de legislar sobre normas gerais e, subsidiariamente, aos Estados e ao Distrito Federal, o poder de suplementar as normas gerais elaboradas pela União. Da mesma forma, também cabe aos Municípios a competência legislativa em matéria cujo interesse é local, de modo que este pode suplementar tanto à legislação estadual, quanto a federal, por força do art. 30 da Constituição Federal de 1988.

Dito isto, antes de partir para análise do instrumento do licenciamento ambiental das atividades minerárias, mister é definir o próprio termo “Licenciamento Ambiental”. Em termos normativos, de acordo com a Resolução CONAMA 237/97, o Licenciamento Ambiental pode ser definido como:

Procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras; ou aquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicadas ao caso (BRASIL, 1997).

À posteriori, a Lei Complementar nº 140/2011 que fixa normas para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas,

inclusive às relacionadas à proteção do meio ambiente, define em seu art. 2º, inciso I, o Licenciamento Ambiental enquanto “procedimento administrativo destinado a licenciar atividades ou empreendimentos utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental”.

Doutrinariamente, para estudiosos do Direito Ambiental como Edis Milaré (2018) e Celso Fiorillo (2006), o licenciamento ambiental enquanto procedimento administrativo tem por finalidade a concessão de uma licença ambiental pela Administração Pública, visando o devido controle desta sobre a instalação e o funcionamento de empreendimentos que utilizam recursos naturais poluidores ou potencialmente capazes de causar danos ao meio ambiente. Objetiva-se, em outras palavras, assegurar de modo preventivo que o desenvolvimento econômico atrelado à atuação humana na natureza seja compatível à preservação do equilíbrio ecológico.

Deveras, é por meio do procedimento administrativo do licenciamento ambiental que, em sede de mineração, a Administração Pública pode realizar o controle preventivo das atividades de cunho econômico derivadas da utilização da exploração de minas e jazidas que possuem recursos minerais e dos reflexos desta no meio ambiente. Nesse ínterim, sendo os bens minerais de competência da União, o licenciamento voltado à atividade minerária decorre, aprioristicamente, de um consentimento dado por esta ao particular para exploração de recursos do solo.

À evidência, para se obter o “licenciamento mineral”, o interessado pelo empreendimento deverá requerer junto à Prefeitura do Município em que se situa a jazida uma licença específica para realizar a prática de exploração. Não obstante, como destaca Figueiredo (2017), o processo para concessão da licença ambiental, mormente na seara minerária, é minucioso e complexo, visto ser precedido de um estudo avaliativo sobre os métodos e critérios a serem utilizados pelo empreendimento requerente.

Nessa senda, a própria Resolução do CONAMA nº 237/97 dispõe em seu artigo 10 que o procedimento de licenciamento ambiental deverá obedecer a um roteiro taxativo, qual seja:

- I - Definição pelo órgão ambiental competente, com a participação do empreendedor, dos documentos, projetos e estudos ambientais, necessários ao início do processo de licenciamento correspondente à licença a ser requerida;
- II - Requerimento da licença ambiental pelo empreendedor, acompanhado dos documentos, projetos e estudos ambientais pertinentes, dando-se a devida publicidade;
- III - Análise pelo órgão ambiental competente, integrante do SISNAMA, dos documentos, projetos e estudos ambientais apresentados e a realização de vistorias técnicas, quando necessárias;
- IV - Solicitação de esclarecimentos e complementações pelo órgão ambiental competente integrante do

SISNAMA, uma única vez, em decorrência da análise dos documentos, projetos e estudos ambientais apresentados, quando couber, podendo haver a reiteração da mesma solicitação caso os esclarecimentos e complementações não tenham sido satisfatórios; V - Audiência pública, quando couber, de acordo com a regulamentação pertinente; VI - Solicitação de esclarecimentos e complementações pelo órgão ambiental competente, decorrentes de audiências públicas, quando couber, podendo haver reiteração da solicitação quando os esclarecimentos e complementações não tenham sido satisfatórios; VII - Emissão de parecer técnico conclusivo e, quando couber, parecer jurídico; VIII - Deferimento ou indeferimento do pedido de licença, dando-se a devida publicidade (BRASIL, 1997).

Extraí-se da citação acima que o licenciamento ambiental, ao final e a cabo, tem como objeto a licença ambiental. Esta, por sua vez, é igualmente definida na Resolução do CONAMA nº 237/97, precisamente em seu artigo 1º, inciso II, o qual dispõe que a licença ambiental é o

Ato administrativo pelo qual o órgão ambiental competente estabelece as condições, restrições e medidas de controle ambiental que deverão ser obedecidas pelo empreendedor, pessoa física ou jurídica, para localizar, instalar, ampliar e operar empreendimentos ou atividades utilizadoras dos recursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou aquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental (BRASIL, 1997).

Com efeito, assim como existem, em regra, etapas a serem seguidas durante o procedimento de licenciamento ambiental, a concessão das licenças ambientais também obedece um roteiro definido na própria Resolução do CONAMA nº 237/97, precisamente em seu artigo 8º, o qual dispõe que o Poder Público expedirá a Licença Prévia (LP), seguida da Licença de Instalação (LI) e, por fim, a Licença de Operação (LO), que terão prazos de validade estabelecidos pelo órgão licenciador, conforme disciplina o artigo 18º da mesma Resolução.

2.5.1.1 Licença Prévia (LP)

Após a realização de estudos acerca da viabilidade do empreendimento, o órgão ambiental pode – ou não – conceder a licença prévia (LP), estabelecendo condicionantes que deverão ser cumpridas pelo empreendedor. Trata-se, portanto, de uma licença concedida ainda na fase de planejamento do empreendimento. Com relação a Licença Prévia (LP) o artigo 8º, inciso I, da Resolução CONAMA nº 237/97 trata do tema nos seguintes termos:

Licença Prévia (LP) - concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação (BRASIL, 1997).

Impende salientar, todavia, que a concessão da Licença Prévia (LP) não autoriza a intervenção ou edificação do empreendimento no meio ambiente, muito menos seu funcionamento. Em suma, a concessão de tal licença apenas atesta que o empreendimento planejado é viável no que tange à sua localização e concepção no meio ambiente.

A respeito de sua validade, o artigo 18, inciso I, da Resolução CONAMA nº 237/97 dispõe que “o prazo de validade da Licença Prévia (LP) deverá ser, no mínimo, o estabelecido pelo cronograma de elaboração dos planos, programas e projetos relativos ao empreendimento ou atividade, não podendo este ser superior a 5 (cinco) anos” (BRASIL, 1997).

2.5.1.2 Licença de Instalação (LI)

Após a concessão da Licença Prévia (LP), a Licença de Instalação (LI) permite que o empreendedor faça intervenções no empreendimento, a exemplo do corte de árvores ou uso de recursos hídricos, desde que tenha outorga para tanto. Em suma, a Licença de Instalação (LI) como o próprio termo sugere permite a instalação do empreendimento, desde que estes estejam em consonância com os planos e projetos aprovados, bem como que tenham sido realizadas as medidas condicionantes previstas ainda na fase da Licença Prévia (LP).

Com relação a Licença de Instalação (LI) o artigo 8º, inciso II, da Resolução CONAMA nº 237/97 trata do tema nos seguintes termos:

Licença de Instalação (LI) - autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes, da qual constituem motivo determinante (BRASIL, 1997).

Assim como ocorre na Licença Prévia (LP), na Licença de Instalação (LI), o empreendedor ainda não possui autorização para iniciar o funcionamento do empreendimento. Sobre a validade da Licença de Instalação (LI), o artigo 18º, inciso II, da Resolução CONAMA nº 237/97 estabelece que “o prazo de validade da Licença de Instalação (LI) deverá ser, no mínimo, o estabelecido pelo cronograma de instalação do empreendimento ou atividade, não podendo ser superior a 6 (seis) anos” (BRASIL, 1997a).

2.5.1.3 Licença de Operação (LO)

Por fim, a Licença de Operação (LO), também denominada por parte da doutrina como Licença de Funcionamento (LF), é a licença responsável por autorizar a operação da atividade ou do empreendimento, sendo concedida após a verificação de que as medidas de controle e condicionantes que constavam nas licenças anteriores foram cumpridas.

Com relação a Licença de Operação (LO) o artigo 8º, inciso III, da Resolução

CONAMA nº 237/97 trata do tema nos seguintes termos:

Licença de Operação (LO) - autoriza a operação da atividade ou empreendimento, após a verificação do efetivo cumprimento do que consta das licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinados para a operação (BRASIL, 1997).

É importante frisar, todavia, que mesmo após a concessão da licença de operação (LO) o instrumento de licenciamento ambiental não se exaure, visto que é a partir do efetivo funcionamento do empreendimento que passam a ocorrer o monitoramento e a fiscalização das condicionantes por parte do órgão ambiental responsável pela emissão da licença. A esse respeito, Rodrigues (2016) assevera que

As condicionantes são propostas inicialmente na fase da Licença Prévia, sendo que a implementação deve ter início já na segunda fase do licenciamento, na qual é emitida a Licença de Instalação; na última fase de licenciamento, a Licença de Operação apenas deve ser concedida mediante a verificação do cumprimento integral das condicionantes e demais disposições constantes das licenças anteriores. (RODRIGUES, 2016, p. 2).

Finalmente, quanto ao prazo de validade da Licença de Operação (LO), este também está previsto no artigo 18, precisamente no inciso III, da Resolução CONAMA nº 237/97, que estabelece que “o prazo de validade da Licença de Operação (LO) deverá considerar os planos de controle ambiental e será de, no mínimo, 4 (quatro) anos e, no máximo, 10 (dez) anos” (BRASIL, 1997).

2.5.2 Plano de Recuperação de Área Degradada – PRAD (Decreto Federal nº 97.632/89)

Como dito alhures, em que pese a atividade minerária ser potencialmente capaz de prover inúmeros benefícios de cunho econômico, o modelo de exploração do solo adotado por empreendimentos que se dedicam à extração mineral pode gerar impactos ambientais significativos, independente do bem mineral extraído.

Como herança da atividade minerária, comumente ocorre a supressão de vegetação e exposição a céu aberto de cavas extensas, além da remoção da camada fértil do solo e da poluição de águas nos entornos do local onde ocorreu a extração mineral. Com maior gravidade, somam-se à esses impactos a morte de espécies da fauna e da flora, incluindo eventuais espécies em extinção (MECHI; SANCHES, 2010).

Com o fito de restaurar as áreas afetadas pelos impactos significativos das atividades minerárias, surge o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD). Segundo Engel & Parrota (2003), o PRAD é o primeiro ato de intervenção humana a ser utilizado para a

restauração do ecossistema afetado, e é através dele que são elaboradas medidas e diretrizes para restaurar a biodiversidade da área impactada.

Em se tratando de arcabouço legal, o Decreto nº 97.632/89 tornou obrigatória a apresentação do PRAD para atividades cujo objeto seja a exploração de recursos minerais. Em síntese, trata-se de um reflexo da aplicação dos princípios da Política Nacional do Meio Ambiente, estabelecidos pela Lei nº 6.989/81, mormente no tocante à exigência legal de recuperar as áreas degradadas. Dispõem os artigos 1º e 3º do Decreto nº 97.632/89:

Art. 1º – Os empreendedores que se destinam à exploração de recursos minerais deverão, quando da apresentação do EIA/RIMA, submeter à aprovação do órgão ambiental competente plano de recuperação de área degradada.

Art. 3º – A recuperação deverá ter por objetivo o retorno do sítio degradado a uma forma de utilização, de acordo com um plano preestabelecido para o uso do solo, visando à obtenção de uma estabilidade do meio ambiente (BRASIL, 1989).

Em suma, o PRAD deve ser cuidadosamente preparado, de modo a dispor de diretrizes a serem adotadas após a interrupção ou o encerramento das atividades empreendidas. Curiosamente, em que pese aparentar ser uma medida de cunho compensatório, o PRAD deve ser analisado junto aos estudos ambientais prévios utilizados para concessão do licenciamento ambiental.

Segundo Lima, Flores & Costa (2006), a obrigatoriedade da apresentação do PRAD pelo empreendedor, com a devida aprovação do órgão ambiental responsável, tem como base o princípio da devolução da área ambientalmente perturbada nas condições desejáveis ao seu estado original. Ressalte-se, todavia, que durante o funcionamento do empreendimento o PRAD anteriormente aprovado pode ser alterado, caso se mostre conveniente a elaboração de ações alternativas mais eficazes ao processo de restauração.

Igualmente, precisamente no tocante às atividades de mineração, tem-se a normativa NBR 13030, elaborada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e responsável por fixar as diretrizes a serem utilizadas na elaboração e posterior apresentação do PRAD, no que tange a reabilitação de áreas degradadas especificamente pelas atividades de mineração.

No mesmo caminho o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), elaborou a Instrução Normativa nº 4/2011 que estabelece procedimentos para elaboração do PRAD ou Área Alterada, para fins de cumprimento da legislação ambiental.

Nessa senda, a partir da análise dos instrumentos específicos de controle ambiental aplicáveis a Atividade Minerária, como o Licenciamento Ambiental e o Plano de

Recuperação de Área Degradada (PRAD), tem-se que o Poder Público tem avançado em relação às políticas públicas de meio ambiente, mormente no que diz respeito à busca constante de aperfeiçoamento dos mecanismos responsáveis pelo controle ambiental, tanto no viés preventivo através das fases licenciatórias, quanto no período pós-licenciamento, com a fiscalização eficiente das atividades e a devida conscientização de todas as partes envolvidas.

Apresentadas as noções gerais acerca dos aspectos jurídicos e constitucionais da mineração no ordenamento pátrio brasileiro, entende-se que em que pese a controvérsia ideológica e doutrinária entre mineração *versus* preservação ambiental, a atividade minerária se realizada de forma responsável e sustentável, mediante práticas de mineração mais eficientes, do fiel cumprimento a leis e regulamentos ambientais, bem como em observância a devida participação das comunidades afetadas, pode ser vista como um fator importante ao desenvolvimento nacional.

Neste contexto, no próximo capítulo aprofundar-se-á o debate sobre a importância da atividade minerária, analisando-a, entre outros fatores, como fundamental para o desenvolvimento de tecnologias verdes e sustentáveis que tem por objetivo a redução do impacto ambiental e a conservação dos próprios recursos minerais considerados estratégicos.

3 O OUTRO LADO DA MOEDA: ATIVIDADE MINERÁRIA E SEU VIÉS ECONÔMICO-ESTRATÉGICO

Inserido na grande área do Direito Econômico e Minerário, este capítulo está distante de ser uma ampla apresentação de conceitos e autores. De modo restrito, tem-se como objetivo precípuo analisar o viés econômico-estratégico da atividade minerária, levando-se em conta uma dupla lógica: por um lado, ambientalista – constituindo sobre esta uma linha primária de proteção – e, por outro lado, em um plano geoestratégico mais alargado de desenvolvimento econômico, com investimentos direcionados para a exploração de *commodities* e a diversificação da estrutura produtiva com a produção de alto valor agregado.

À partida, impende sublinhar que a exploração de recursos minerais é antiga e remonta a própria história da civilização de inúmeros países, mormente o Brasil, reputado “país mineiro”, expressão cunhada por José Mendo Mizaél de Souza, dada sua posição privilegiada enquanto exportador de matérias primas no mercado internacional.

Nessa senda, em que pese o reconhecido impacto ambiental e social que tal atividade pode ocasionar tratado com maior afincamento no capítulo anterior, visa-se com este capítulo trazer a lume algumas vantagens econômicas oriundas da mineração. Para tanto, a primeira parte deste capítulo se dedicará a analisar os recursos minerais enquanto bens ambientais, considerando sua relação direta com a preservação e recuperação do meio ambiente.

Na sequência, tratar-se-á especificamente da exploração dos recursos minerais considerados estratégicos sob a perspectiva da Economia e sua relação com o desenvolvimento econômico-social brasileiro, mormente quando se tem em conta que o mercado de *commodities* está rigorosamente atrelado à perspectiva econômica de desenvolvimento nacional. Nesse sentido, como será visto adiante, ao se falar em exploração de recursos minerais, é inescapável que ocorra uma mútua interação entre as esferas da economia e da política, muito embora estas possuam dinâmicas próprias.

A terceira parte deste capítulo se debruçará sobre o chamado “paradoxo da abundância” dos recursos naturais, tema que reemergiu na América Latina, sobretudo após a centralidade do mercado “sinocêntrico” no globo a partir dos anos 2000, como principal exportador de tecnologias finais e principal importador de matérias primas.

Nesse diapasão, realizar-se-á uma breve análise doutrinária acerca dos recursos minerais enquanto “maldição” para o desenvolvimento nacional brasileiro, considerando a cada vez maior presença de grandes mercados importadores, a exemplo da China, o que pode levar, entre outros efeitos deletérios, a estagnação do crescimento econômico brasileiro a longo prazo.

Por fim, a última secção deste capítulo se dedicará a análise dos recursos minerais nacionais enquanto “bençãos” para o desenvolvimento, enfatizando a singularidade da indústria nacional brasileira que foi agraciada pela natureza com a abundância de recursos do solo, e a possibilidade desta de perpassar entre as fases da cadeia produtiva, podendo chegar a seu topo com a propagação de “*technical spillovers*”.

3.1 RECURSOS MINERAIS ESTRATÉGICOS COMO “BENS AMBIENTAIS”

Para compreender o cenário em que se insere o viés econômico-estratégico da atividade mineraria, é necessário primeiro expor o próprio objeto da referida atividade, qual seja: os recursos minerais. Em nível global, a definição de “mineral estratégico” ou “mineral crítico” foi atualizada no ano de 2018 pelos Estados Unidos (EUA), através do subcomitê específico do *National Science and Technology Council*. Na definição norte-americana, recurso mineral estratégico ou crítico pode ser entendido como:

[...] Mineral (1) identificado como não combustível mineral ou material mineral essencial para a segurança econômica e nacional dos Estados Unidos da América, (2) de uma rede de suprimentos que é vulnerável a ruptura, e (3) que serve como uma função essencial na manufatura de um determinado produto, cuja ausência poderia gerar consequências substanciais para a economia e a segurança nacional norte-americana (NSTC, 2018).

Conceitualmente, trazendo para uma definição a nível nacional, Ramos (2010, p. 32) aduz que se entende por recurso mineral estratégico aquele que “é a chave do funcionamento do sistema capitalista de produção e/ou para a manutenção da hegemonia regional e mundial”. Em outras palavras, os recursos minerais estratégicos são àqueles que possuem um valor econômico ou geopolítico significativo para a economia e a segurança de um país, uma vez que podem ser utilizados tanto no setor tecnológico para fins de desenvolvimento econômico, quanto no setor bélico, determinando, portanto, de forma simultânea a capacidade que determinada nação possuirá de competir no mercado internacional, e a capacidade desta de defender sua segurança nacional.

Entre os recursos minerais estratégicos mais conhecidos no Brasil estão o petróleo e gás natural, fontes de energia amplamente utilizadas em todo o globo, metais básicos como o ferro, cobre e alumínio, utilizados em grande escala na construção, transporte e infraestrutura, metais raros como o lítio e o neodímio, que são utilizados na produção de baterias e os Elementos de Terras Raras (ETR), objeto desta monografia, que constituem um grupo de elementos químicos que são utilizados desde em tecnologias de defesa, eletrônicos e

comunicações, até no setor de energia renovável, com em imãs permanentes essenciais para turbinas eólicas.

Nesse sentido, não é hiperbolismo ressaltar que os recursos minerais considerados estratégicos são fundamentais para o desenvolvimento tecnológico, econômico e social de todos os países do globo, sobretudo daqueles que possuem tais recursos em seu território. Tampouco vai em demasia sublinhar que em decorrência do seu valor estratégico, a exploração, produção e distribuição dos recursos minerais são alvos de disputas políticas e comerciais, isso porque, ao passo em que determinado recurso mineral estratégico se torna vital para o desenvolvimento de determinada atividade econômica, sua escassez traz a lume um componente conflitivo de cunho geopolítico (SENHORAS, MOREIRA, VITTE, 2009).

À evidência, como a própria extração do minério do solo é o estágio considerado inicial na cadeia produtiva de vários produtos, o próprio conceito de “recurso estratégico” foi sendo alargado para “recurso crítico”, mormente após o cenário instaurado na chamada Guerra Fria, em que superpotências buscavam em países detentores de recursos os meios para garantir seu domínio geopolítico. À época, o que para determinadas nações era considerado estratégico, para os países exportadores poderia ser considerado crítico e vice-versa.

Nesse diapasão, de acordo com definições adotadas em nações como Estados Unidos (EUA) e União Européia (UE), os recursos minerais “estratégicos” ou “críticos”, são aqueles que são considerados

[...] vitais para o desenvolvimento econômico e funcionamento das linhas de produção dos países, mas cujo suprimento pode envolver riscos devido a diversas questões, tais como: escassez minerogeológica, dinâmicas geopolíticas, regulações comerciais, instabilidade política ou de infraestrutura, entre outros fatores (EC, 2017; USDE, 2011).

Outro aspecto de relevante importância é que na atualidade, tais recursos estão sendo utilizados majoritariamente na composição de produtos inovadores que visam à obtenção de energia por fontes renováveis e na aplicação de tecnologias consideradas “limpas” (BOBBA et al., 2020). Em geral, em um mundo cada vez mais globalizado e preocupado com a sustentabilidade ambiental, as matérias primas extraídas do solo estão sendo cada vez mais direcionadas à composição de turbinas eólicas, painéis solares e baterias de alta capacidade (EC, 2021; BLENGINI, 2020).

De outro norte, muito embora determinados recursos minerais possam ser considerados bens ambientais, nem todos assim o são. Nessa senda, mister é entender que enquanto os recursos minerais são elementos naturais que comumente são utilizados para

satisfação de necessidades e atividades de cunho econômico, os bens ambientais possuem um valor em si mesmo, independentemente de serem utilizados para atividades humanas.

Segundo o doutrinador ambientalista Milaré (2011), o bem ambiental tem a natureza de direito público subjetivo, podendo ser definido, portanto, como um elemento da natureza essencial à manutenção da qualidade de vida, a exemplo do ar, da água, do solo, ecossistemas entre outros. Para o autor trata-se, pois, de um conceito que transcende valores econômicos e/ou pessoais e ao qual a própria Constituição Federal de 1988 atribuiu valor intrínseco, ao tratar o meio ambiente enquanto bem coletivo que deve ser conservado, protegido e restaurado.

Nas palavras de Milaré (2011):

Deveras, a Constituição define o meio ambiente ecologicamente equilibrado como direito de todos e lhe dá a natureza de bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo a corresponsabilidade do Poder Público e do cidadão pela sua defesa e preservação (art. 225, caput). [...] Ao proclamar o meio ambiente como “bem de uso comum do povo” foi reconhecida a sua natureza de “direito público subjetivo”, vale dizer, exigível e exercitável em face do próprio Estado, que tem também a missão de protegê-lo (MILARÉ, 2011, p. 176/177).

Por outro lado, a doutrina ambientalista não é uníssona em se tratando de natureza de bem ambiental, Machado (2011), por exemplo, aduz que o Poder Público não tem propriedade sobre bens ambientais, mas é apenas seu gerente. Logo, para o autor a natureza de bem ambiental transcende o conceito de propriedade pública ou privada. Para Machado (2011), entender essa concepção jurídica de bem ambiental leva o Poder Público a atuar com maior gerência sobre a matéria ambiental.

A Constituição, em seu art. 225, deu uma nova dimensão ao conceito de meio ambiente como bem de uso comum do povo. Não elimina o conceito antigo, mas o amplia. Insere a função social e a função ambiental da propriedade (arts. 5º, XXIII, e 170, III e VI) como bases da gestão do meio ambiente, ultrapassando o conceito de propriedade privada e pública. O Poder Público passa a figurar não como proprietários de bens ambientais – das águas e da fauna –, mas como um gestor ou gerente, que administra bens que não são dele e, por isso, deve explicar convincentemente sua gestão. A aceitação dessa concepção jurídica vai conduzir o Poder Público a melhor informar, a alargar a participação da sociedade civil na gestão dos bens ambientais e ater que prestar contas sobre a utilização dos bens “de uso comum do povo”, concretizando um “Estado Democrático e Ecológico de Direito” (arts. 1º, 170 e 225). (MACHADO, 2011, p. 137).

Coadunando com Machado (2011), Fiorillo (2006) já havia afirmado em seu livro “*Curso de Direito Ambiental*” que o domínio do bem ambiental não pode ser resumido a público ou privado, visto que a própria Constituição Federal de 1988 determina que o bem ambiental pertence a todos, bem como que a sua gestão compete tanto ao Poder Público,

quando à sociedade no geral, tratando-se, em verdade, de um bem difuso. Nas palavras do autor:

O art. 225 da Constituição Federal, reitera-se, ao estabelecer a existência jurídica de um bem que se estrutura como de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, configurou nova realidade jurídica, disciplinando bem que não é público, nem muito menos, particular. Esse dispositivo fixa a existência de uma norma vinculada ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, reafirmando, ainda, que todos são titulares desse direito. Não se reporta a uma pessoa individualmente concebida, mas sim a uma coletividade de pessoas indefinidas, o que demarca um critério transindividual, em que não se determinam, de forma rigorosa, os titulares do direito. O bem ambiental é, portanto, um bem de uso comum do povo, podendo ser desfrutado por toda e qualquer pessoa dentro dos limites constitucionais, e, ainda, um bem essencial à qualidade de vida. Devemos frisar que uma vida saudável reclama a satisfação dos fundamentos democráticos de nossa Constituição Federal, entre eles, o da dignidade da pessoa humana, conforme dispõe o artigo 1º, III. (FIORILLO, 2006, p. 63/64).

Tratando-se, pois, de um bem difuso cuja proteção e preservação competem a toda coletividade, as conseqüências negativas de uma ação prejudicial ao meio ambiente perpassam ao autor do dano e atingem toda a sociedade. Nesse sentido, na seara da mineração, através de mecanismos como o Licenciamento Ambiental e o Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD), já analisados no capítulo anterior, busca-se ao fim e a cabo à proteção ambiental, tendo os empreendimentos o dever de adotar práticas sustentáveis em suas atividades, minimizando os impactos negativos sobre o meio ambiente.

3.2 A EXPLORAÇÃO DE RECURSOS MINERAIS ESTRATÉGICOS SOB A PERSPECTIVA DA ECONOMIA

A disputa sobre territórios que possuem matérias-primas minerais consideradas estratégicas não é recente e, conforme demonstra a história, gerir com eficiência um vasto número de recursos minerais considerados estratégicos pode implicar, em alguns cenários, exercer um papel positivo ou negativo no cenário geopolítico global.

Em verdade, a geopolítica dos recursos minerais com propriedades estratégicas sempre esteve no epicentro de grandes conflitos entre nações que visavam, entre outras coisas, aumentar seu poder econômico e/ou bélico, sobretudo considerando que determinados recursos apresentam especificidades importantes e que o risco de suprimento é iminente. Esse é o caso, por exemplo, das intervenções realizadas pelos Estados Unidos (EUA) no Oriente Médio decorrentes da busca por um recurso mineral indispensável para os norte-americanos: o petróleo (NYE, 2012) e dos próprios investimentos chineses em países em desenvolvimento, a exemplo do Brasil.

Por outro lado, ao se falar em exploração de recursos minerais e sua relação com a receita gerada e aplicada no fomento do desenvolvimento nacional, mister é relembrar que, especificamente no caso brasileiro, o crescimento econômico sempre esteve atrelado à riqueza natural que possui em seu território.

Historicamente, no século XVIII a exploração de recursos naturais como o ouro, representou o início do deslocamento do eixo político-econômico da colônia em direção a região sul-sudeste do Brasil. Logo, por toda sua história a atividade mineraria fez parte de um projeto de crescimento e desenvolvimento econômico local, sendo intensificada nas últimas décadas pela exportação de *commodities* e pelo aumento da arrecadação dos royalties.

Na atual conjuntura, os recursos minerais considerados estratégicos formam a base de muitas cadeias produtivas, sendo utilizados pelas indústrias em diferentes linhas e níveis de produção (IRTC, 2020). Soma-se a isso o fato que determinados insumos minerais têm se destacado ao atenderem precipuamente às novas facetas do mercado, em uma sociedade que tem incorporado cada vez mais o estilo sustentável, utilizando tecnologias digitais e de baixo carbono (BLENGINI, 2019).

É justamente em um cenário de inovações tecnológicas e do aumento das chamadas “tecnologias verdes”, que minerais como o lítio, cobalto, níquel, neodímio e praseodímio têm se tornado fundamentais para o fomento de cadeias produtivas nacionais e suas posteriores inserções em novos mercados, de modo a garantir uma posição de destaque de determinados países no mercado global (CASTRO, PEITER & GÓES, 2020). Contudo, em que pese determinados recursos minerais ainda serem considerados abundantes, o risco de suprimento e sua importância econômica variam e seus estudos envolvem esforços de pesquisa inovadoras e investimentos onerosos de grande porte (USGS, 2017).

Dito isto, entender a exploração de recursos minerais sob a perspectiva da economia implica compreender que, sobretudo no século XXI, tais recursos se mostraram imprescindíveis para o fomento de grandes cadeias de produção voltadas a inovações tecnológicas e a política de segurança nacional, com a produção de instrumentos bélicos cada vez mais aprimorados. Logo, deter o poder sobre determinados recursos do solo implica, por um lado, conseguir ocupar uma posição satisfatória no mercado internacional e, por outro, ser capaz de garantir com êxito a própria segurança nacional (CASTRO, PEITER & GÓES, 2020).

Vale frisar que, nas últimas décadas, a aceleração do livre comércio em âmbito internacional, fruto da globalização, fez com que grandes indústrias extrativas tivessem seus polos de atuação transferidos para nações agraciadas naturalmente com jazidas de minérios

considerados estratégicos. É o caso, por exemplo, da China que passou por um processo de alargamento de sua riqueza e de potencialidade de cooperação, estendendo seus investimentos a países detentores de vasta riqueza mineral (MORENO 2015).

A combinação entre as variáveis antecedentes e as variáveis dependentes, ou melhor, os custos reduzidos em termos de emprego de capital para a utilização da mão-de-obra disponível, somada a existência de investimentos nas áreas de exploração e produção tem sido apontada como uma das causas principais do acelerado crescimento chinês no setor de mineração (SERRA, 2011).

Por sua vez, o encurtamento das distâncias entre grandes centros de poder, promovido de sobremaneira pelo avanço das tecnologias, e países onde o custo de produção pudesse ser menor, somados à dependência cada vez mais alargada de determinados bens minerais considerados estratégicos, levaram à expansão global do setor de exploração mineral (MACHADO, 2011).

A propósito, a dependência econômica de determinados bens minerais foi amplamente exposta recentemente, com o surgimento da pandemia da COVID-19 que se estendeu por todo o globo em uma velocidade incontrolável e evidenciou que as cadeias de abastecimento mundiais de recursos minerais podem ser afetadas por fatores alheios a cálculos numéricos (NAKANO, 2021)

No auge da crise econômica e social a nível global, ocasionada pelo COVID-19, uma série de mudanças no comportamento de consumo decorrentes das políticas de isolamento social e da utilização em massa de tecnologias digitais que passaram a ser utilizadas desde em regime de tele trabalho, até no regime de ensino remoto, fizeram com que determinados setores minerais fossem impulsionados devido à urgência de reabastecimento de recursos minerais com propriedades específicas.

Nesse ínterim, a crise sanitária mundial revelou a fragilidade da logística de vários setores, inclusive o mineral, que teve interrupções severas na cadeia de suprimentos, bem como sofreu com a interrupção temporária de indústrias e refinarias, causando de um lado a queda no percentual exportado e do outro, e com maior sensibilidade, na indisponibilidade temporária de recursos essenciais utilizados nacionalmente (JOWITT, 2020).

Olhando um pouco mais detidamente a nível nacional, quanto a esse cenário em específico, podem-se extrair duas ilações básicas: a primeira é que em cenários imprevisíveis, como o foi o da pandemia, é impossível estabelecer limites para a necessidade humana de determinados recursos; a segunda é que alguns recursos disponíveis, com o tempo, se tornaram severamente escassos.

Nesse panorama, no início da pandemia do SARS-CoV o Ministério de Minas e Energia publicou a Portaria nº 135/GM, que passou a considerar a disponibilização de determinados insumos minerais como atividade essencial, logo, os Estados produtores não puderam cessar por completo a atividade mineraria. Ainda como fruto do cenário pandêmico, dados disponibilizados pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) evidenciam que, em que pese a continuidade da atividade extrativa, em termos de produção física exportada, o minério de ferro, principal produto da exportação do setor mineral brasileiro, quando comparado aos últimos três meses de 2019, teve uma queda de 14% no seu valor exportado nos primeiros meses de 2020 (IPEA, 2020).

Por conseguinte, sobre um tema tão complexo predominam dois tipos de enfoques legislativamente adotados, quais sejam: ante a possibilidade de escassez, a exploração de recursos minerais implica tanto no controle da atividade extrativa por parte do Estado, quanto na imposição de pagamento como compensação onerosa à sociedade. Sobre ambos os enfoques, Brito (2019) assevera:

A limitação na extração começa pela necessidade de prévia obtenção de concessão mineral para exploração de recursos minerais, como é regra (artigo 176, §1º, Constituição Federal de 1988), e acompanha todo o desenvolvimento da atividade até o fechamento da mina, pelo controle do empreendimento (artigo 23, XI, Constituição Federal de 1988), embora não haja, *a priori*, restrições impostas ao minerador na quantidade de minério a ser extraído, sendo uma opção do concessionário conforme suas particulares estratégias de mercado. Já a imposição de pagamento de compensação financeira é realizado na cobrança de *royalties* minerários (artigo 20, §1º, Constituição Federal de 1988), a chamada “Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais” (CFEM). (BRITO, 2019, p. 27).

Quanto ao controle da atividade extrativa pelo Estado, como visto no capítulo anterior, o legislador elaborou uma série de diretrizes a serem seguidas, de modo a reduzir a possibilidade de a atividade mineraria ser estritamente danosa ao meio ambiente. Por outro lado, quanto à compensação financeira pela exploração de recursos, tem-se que esta é responsável por assegurar, nos termos da lei, aos órgãos vinculados à União, Estados e Municípios a devida participação no resultado da exploração dos recursos, conforme disposição expressa no art. 20, §1º da Constituição Federal de 1988, senão vejamos:

Art. 20. § 1º É assegurada, nos termos da lei, à União, aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios a participação no resultado da exploração de petróleo ou gás natural, de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica e de outros recursos minerais no respectivo território, plataforma continental, mar territorial ou zona econômica exclusiva, ou compensação financeira por essa exploração. (Redação dada pela Emenda Constitucional nº 102, de 2019) (Produção de efeito)

Como complemento, o artigo 176, §2º, do mesmo diploma legal, estabelece que as jazidas, em lavra ou não, e demais recursos minerais e os potenciais de energia hidráulica constituem propriedade distinta da do solo, para efeito de exploração ou aproveitamento, e pertencem à União, garantida ao concessionário a propriedade do produto da lavra, sendo assegurada a participação do proprietário do solo nos resultados da lavra, na forma e no valor que dispuser a lei (BRASIL, 1988).

Como será visto no tópico seguinte, dada a relevância dos recursos minerais na seara econômica nacional, a relação da atividade minerária com o desenvolvimento econômico nacional está cada vez mais fortalecida. Sobretudo nas últimas décadas, as atividades que envolvem a exploração para fins de exportação de recursos minerais considerados estratégicos têm impulsionado o desenvolvimento econômico-social brasileiro.

Tal fato decorre, em grande medida, de um interesse contínuo de diversas nações em aplicações de tecnologias limpas que dependem, a rigor, da utilização de determinados recursos minerais, bem como da necessidade proeminente de promover inovações no campo informacional, com a integração entre tecnologia, ciência e produção.

3.3 RECURSOS MINERAIS E SUA RELAÇÃO COM O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO BRASILEIRO

Ao longo das últimas décadas, sobretudo após a eclosão das duas Grandes Guerras Mundiais e da Guerra Fria, a atividade de exploração de recursos naturais estratégicos tem pautado o desenvolvimento de diversos países do globo. Nesse ínterim, nações como Estados Unidos (EUA), Japão e União Européia (UE) passaram a utilizar em grande escala determinados recursos minerais como combustível para alçar os patamares mais altos de competitividade no mercado internacional.

De acordo com Fuser (2010), uma análise teórica mais sistemática acerca dos recursos considerados estratégicos surgiu ainda na década de 1970, com o primeiro choque no setor petrolífero, quando determinadas nações produtoras à época passaram a estabelecer o nível de produção, repercutindo em um considerável efeito sobre o preço do insumo que antes era determinado pelo mercado de países considerados “ricos”.

Décadas mais tarde, com a expansão da globalização dos mercados e frente às investidas americanas e europeias, a China emergiu isoladamente no continente asiático como principal economia no mercado dos recursos minerais, passando a realizar investimentos de grande porte em diversos países ricos em minérios, e atuando, simultaneamente, nas

atividades extrativas em seu próprio território, tanto a montante quanto a jusante, em sede de cadeia produtiva.

Em uma perspectiva “sinocêntrica” de mercado de recursos estratégicos, a China moldou seu *modus operandi*, perpetuando os benefícios da atividade extrativa em território nacional e, em âmbito externo, diversificando seus parceiros comerciais, a exemplo do Brasil (WTO, 2010; PEGG, 2006; STIGLITZ et al., 2007).

Já em uma ótica nacional, de acordo com dados do IPEA (2020), reconhecido mundialmente como produtor e exportador de matérias-primas minerais, em especial de metais críticos, o Brasil tem como principal destino de suas exportações a China, atualmente responsável por 32,7% do valor total exportado de *commodities*. Entre as exportações brasileiras, destacam-se os minérios de ferro, alumínio, nióbio, cobre, níquel, manganês e ouro.

Enquanto mercado majoritariamente líder exportador de *commodities*, em especial de minerais metálicos, o Brasil possui uma grande variedade de recursos minerais em seu território e conta com estratégias definidas para a conversão da exploração de recursos do solo em desenvolvimento nacional. Tal fato pode ser evidenciado a partir da elaboração de dois documentos estratégicos elaborados pelo Poder Executivo: o Plano Nacional de Mineração (PNM) 2030 (MME, 2010); e a Estratégia Nacional de Ciência e Tecnologia 2016-2022 (MCTIC, 2016).

Partindo da premissa de que os recursos minerais se encontram na base do padrão de consumo da sociedade moderna, o Plano Nacional de Mineração (PNM) 2030 pode ser definido como uma ferramenta que tem objetivo precípua nortear as ações que envolvem políticas voltadas ao setor mineral, para que este possa servir como combustível para o desenvolvimento sustentável do país em médio e longo prazo.

Trata-se, pois, de um documento formulado no ano de 2011 que estabeleceu diretrizes gerais para as áreas de recursos minerais, geologia e metalurgia para os próximos 20 anos, integradas às políticas industriais e ambientais. Dentre as diretrizes abarcadas no PNM 2030 destacam-se a governança pública, o estímulo à agregação de valor a todas as etapas do setor mineral, e a ampliação do conhecimento científico sobre sustentabilidade no setor mineral.

Entre as ações sugeridas no PNM (2030) destaca-se o estímulo a agregação de valor na cadeia produtiva de bens minerais com competitividade em nível de mercado mundial, com a promoção de estudos, pesquisas e processos tecnológicos, e a criação de programas que busquem aperfeiçoar a indústria brasileira no fornecimento de bens e serviços.

Além do PNM (2030), tem-se como documento norteador em sede de aproveitamento de recursos minerais e aumento da capacidade competitiva em nível internacional o documento intitulado “Estratégia Nacional de Ciência e Tecnologia 2016/2020” (ENCTI 2016-2022) (MCTIC, 2016), que tem por objetivo dispor de técnicas de fomento à pesquisa, à inovação e ao desenvolvimento de tecnologias na cadeia produtiva de recursos minerais que possuem capacidade estratégica. Busca-se, em outras palavras, agregar valor a cadeia produtiva nacional de recursos minerais, aumentando a competitividade dos produtos brasileiros e visando, sobretudo, a redução da dependência externa de produtos manufaturados.

Com esse fito, em 2020 foi publicado o “Programa de Mineração e Desenvolvimento 2020/2023” de autoria do Ministério de Minas e Energia (MME). O programa traz em seu teor dez planos e 108 metas, divididas em temas diversos, como economia mineral, investimento no setor mineral, seleção de ações futuras, combate às práticas ilícitas e mineração na sociedade, entre outros (MME, 2020).

Somam-se as iniciativas expostas anteriormente o Plano de Ação de Ciência, Tecnologia e Inovação para Minerais Estratégicos (MCTIC, 2018) e o Programa Inova Mineral, de iniciativa do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). Curiosamente, em relação ao primeiro, este teve como foco os Elementos de Terras Raras, objeto de estudo do terceiro capítulo desta monografia. Já o segundo se dedica a análise de propostas sobre minerais “portadores de futuro”, como contêm cobalto, grafita, lítio, metais do grupo da platina, molibdênio, silício (grau solar), tálio, tântalo, terras raras, titânio, vanádio e o nióbio (CASTRO, PEITER & GÓES, 2020).

De outro norte, em que pese à adoção de medidas e programas que visam utilizar os recursos minerais nacionais como fomento ao desenvolvimento de uma cadeia produtiva de alto valor agregado, a geopolítica das matérias-primas vem se reformulando diante da necessidade de garantia de determinados suprimentos. Por outro lado, a dependência do Brasil da importação de bens finais de países como a China ainda é latente, o que reforça a necessidade de adotar políticas capazes de reforçar a competitividade estrutural da indústria brasileira.

Segundo dados disponíveis no Anuário Mineral brasileiro (AMB) de 2020 (ano base 2019), o valor total de exportações brasileiras de metais correspondeu a US\$ 48,64 bilhões (ANM, 2020). Estas, por sua vez, destinam-se, sobretudo, à China, seguida dos Estados Unidos (EUA), da União Européia (EU) e do Canadá.

Nesse ínterim, impende sublinhar que o cenário pautado na exportação de *commodities* por determinadas nações e a importação de manufaturas já foi alvo de discussões doutrinárias na seara da economia. Na década de 1950, por exemplo, os economistas Raul Prebisch e Hans Singer formularam a tese “*Prebisch-Singer*”, a qual defendia a idéia de que a partir do momento em que uma nação assume unicamente o papel de exportador de matérias-primas e importador de produtos finais, ocorre um abismo entre nações ricas e pobres, isto é, ocorre a deterioração dos termos de troca de produtos considerados primários.

Tomando por base a discussão até agora realizada, o tópico seguinte se dedicará a análise doutrinária do chamado “paradoxo da abundância” de recursos minerais considerados estratégicos, para, a partir daí, entender as variantes que tratam a abundância de recursos minerais enquanto maldição e das que os consideram como trampolim para o desenvolvimento econômico de nações naturalmente agraciadas com vastas e diversificadas reservas em seus territórios.

3.4 O PARADOXO DA ABUNDÂNCIA: RECURSOS MINERAIS ENQUANTO “MALDIÇÃO” PARA O DESENVOLVIMENTO

A idéia de desenvolvimento econômico de países com vasta dotação de recursos minerais estratégicos em seus territórios não é consensual. A expressão “paradoxo da abundância” foi cunhada inicialmente pelo economista Richard Auty, em seu livro “*Resources, Wealth and Economic Development*”, publicado em 1993.

Auty (1993) argumentou que, muito embora a disponibilidade de recursos minerais naturalmente valiosos possa ser vista como uma benção, no tocante a possibilidade de deter uma maior competitividade no mercado, a riqueza em recursos naturais, especialmente minerais, pode levar a inúmeros problemas políticos e/ou econômicos caso sua gestão não seja eficiente. Logo, a nação agraciada com recursos minerais deve lançar mão de um bom planejamento estratégico e de uma governança eficiente, de modo a utilizar os recursos de forma sustentável.

A esse respeito, considerando que nem todas as nações conseguem atingir um nível de aperfeiçoamento adequado no que tange a elaboração de um planejamento estratégico possível de ser aplicado, a teoria do “paradoxo da abundância” ficou conhecida também como “teoria da maldição dos recursos naturais”, visto postular uma lógica inversa – quiçá negativa - entre dotação de recursos minerais estratégicos e crescimento econômico.

Para o autor, nações que possuem reservas de recursos minerais considerados estratégicos podem recair em uma espécie de comodismo econômico ao se dedicarem apenas

à exportação dos produtos brutos para grandes centros de poder. Nesse diapasão, coadunando com a visão de Auty (1993), Sachs e Warner (1995) desenvolveram as primeiras evidências de cunho empírico da probabilidade de existir uma relação inversa entre as altas proporções de exportações de determinados recursos minerais e a taxa de crescimento do PIB interno do país exportador.

Ambos os autores chegaram à conclusão de que o PIB interno de países que se dedicam inteiramente à exploração e exportação de *commodities* pode ficar abaixo de países que não se dedicam à exploração ou que são pobres territorialmente em recursos minerais. Ademais, países que não se dedicam a exploração de recursos podem sofrer com um menor índice de impactos ambientais, em detrimento de nações que alimentam sua economia a partir da exploração do meio ambiente.

Contudo, em que pese a constatação de que nem sempre deter recursos minerais significa crescer economicamente, Sachs e Warner (1995) salientam que se forem adotadas políticas de cunho estratégico orientadas para o crescimento de países dotados de recursos minerais, estes podem, de fato, obter taxas de crescimento e desenvolvimento maiores, a despeito de nações que só realizam a compra de tais recursos.

Nesse sentido, segundo Davis e Tilton (2005), a literatura que se debruça sobre a análise das variáveis positivas e negativas acerca da dotação de recursos minerais pode ser dividida em duas visões, sendo elas a convencional e a alternativa.

Nas palavras dos autores:

[...] em uma visão convencional, converte-se recursos minerais em uma produção que pode ser consumida diretamente ou convertida em outra forma de capital que aumenta a produção futura em outros setores.” e vão além ao afirmarem que [...] a mineração oferece oportunidades. Se um país não tirar proveito deles, a culpa é do governo e das outras entidades que decidem como a riqueza mineral recém-convertida é usada.” (DAVIS; TILTON, 2005, p. 235).

Em outras palavras, os autores asseveram que a partir de técnicas de boa governança, a generosidade da natureza representada pela profusão de recursos naturais pode servir como motor para o desenvolvimento econômico de determinada nação, mas caso assim não seja feito, o problema não estará na mineração em si, mas na ausência de uma boa gestão sobre esta.

Impende sublinhar que muito do que se argumenta acerca do lado obscuro do “paradoxo da abundância” advém de uma noção que ficou conhecida na década de 1970 como “doença holandesa”. Para fins de contextualização, em meados do final da década 1970 e início da década de 1980, a Holanda se destacou mundialmente enquanto exportadora de gás,

por outro lado o *boom* no setor de exportação deu azo a uma sobrevalorização cambial, o que acarretou em uma queda brusca no setor manufatureiro que sofreu com tendências desindustrializantes.

Não obstante, a idéia de que a abundância de determinados recursos pode ser também vista enquanto armadilha não se resumiu ao caso holandês. A tese de que determinadas nações agraciadas por recursos minerais tendem a se “acomodar” no papel de exportadores também foi estudada outros estudiosos, sendo ligada também à chamada *Staples Theory*, desenvolvida por Mel Watkins (*Watkins's Staples Theory of Economic Growth*).

Segundo Watkins (2006), países exportadores de recursos minerais podem sofrer com um enrijecimento da mentalidade exportadora, o que pode acarretar em uma concentração excessiva em fatores voltados a atividade primária de exploração e na relutância em promover o desenvolvimento econômico interno, com a ampliação de suas cadeias produtivas. Para fugir dessa lógica de “*staples trap*”, os países exportadores deveriam voltar-se a seus mercados internos e suas instituições, de modo a dar a devida atenção ao fomento de suas indústrias nacionais.

Após os estudos de Watkins (2006), outros autores dedicaram atenção ao conceito de “*staples trap*”. Anos mais tarde, Gago (2014, p. 34) definiu o termo “*staples trap*” como a “[...] falta de capacidade de uma economia baseada em recursos naturais para amadurecer para uma economia diversificada e industrializada”.

Coadunando com Watkins (2006), Gago (2014) aduz que a medida em que determinada nação se especializa na exportação de *commodities* ou insumos básicos, sua dependência por investimentos externos é gradualmente aumentada. E, a partir do momento em que passa a depender de investimentos externos diretos, a indústria doméstica e a diversificação econômica passam a ser variáveis escanteadas.

Compartilhando do mesmo dossiê de argumentos, Cimoli, Dosi e Stiglitz (2009, p. 556), ao tratarem acerca de fatores que levam a uma política desenvolvimentista exitosa, compartilham da ideia de que se deve evitar “a maldição dos recursos minerais”. Para estes autores, a própria dinâmica de produção fundamentada em recursos minerais demanda mais capital do que mão de obra qualificada, o que resulta em uma concentração de renda nas mãos de poucos.

Na mesma linha de pensamento, Vieira, Avellar & Veríssimo (2013), autores que se dedicam a análise literária do desenvolvimento econômico e social na América Latina, asseveram que as nações que mais avançaram em sede de poder econômico são as que

possuem internamente uma estrutura produtiva industrial, com uma cadeia de produção diversificada, a exemplo da China.

À propósito, conforme destaca Pena (2016), nas últimas décadas tem-se passado por uma intensa e constante transformação do sistema produtivo global, alimentada por inovações no campo informacional e na produção de tecnologias de ponta. Logo, deter o poder de monopólio de determinados recursos minerais e o poder de conversão destes recursos em incentivos relativos do poder econômico, distinguem os atores mais ou menos fortes no mercado global.

3.5 O PARADOXO DA ABUNDÂNCIA: RECURSOS MINERAIS ENQUANTO “BENÇÃOS” PARA O DESENVOLVIMENTO

Com o processo de expansão da globalização, a realidade econômica global foi alterada, mormente pelo agigantamento da economia chinesa e pelas transformações mercadológicas trazidas a lume por esta. Nesse contexto, a importância do debate em torno da abundância de recursos minerais considerados estratégicos e seu papel no desenvolvimento econômico das nações recolocou em posição de destaque o debate acerca do desenvolvimento econômico de países que possuem vasta diversificação de recursos do solo.

Nesse ínterim, como visto alhures, a atividade minerária pode ser considerada como um fator primordial para o desenvolvimento econômico de determinado país ou região. Não é à toa que o Brasil, enquanto território agraciado com uma vasta diversidade de recursos minerais tem adotado e formulado planos e programas que visam o aperfeiçoamento das técnicas de mineração a médio e longo prazo.

Sabe-se que deter o potencial de exploração e o monopólio de recursos minerais considerados estratégicos pode vir a representar uma série de vantagens econômicas, geopolíticas e de barganha a nível internacional. Por outro lado, como visto no tópico anterior, para que de fato ocorra o desenvolvimento econômico de determinada região, deve-se estabelecer um nível de produção voltado a produtos de alto valor agregado.

Dito isto, na contracorrente daqueles que entendem o paradoxo da abundância enquanto uma armadilha ao desenvolvimento, alguns autores buscam alargar o debate, dirimindo algumas preocupações acerca da atividade exploratória e a consequente exportação de minérios estratégicos. Ferranti et al (2002), por exemplo, aduz que o segredo do sucesso do desenvolvimento de uma nação agraciada por recursos do solo é alinhar a abundância destes, com instituições eficientes, conhecimento e capital humano.

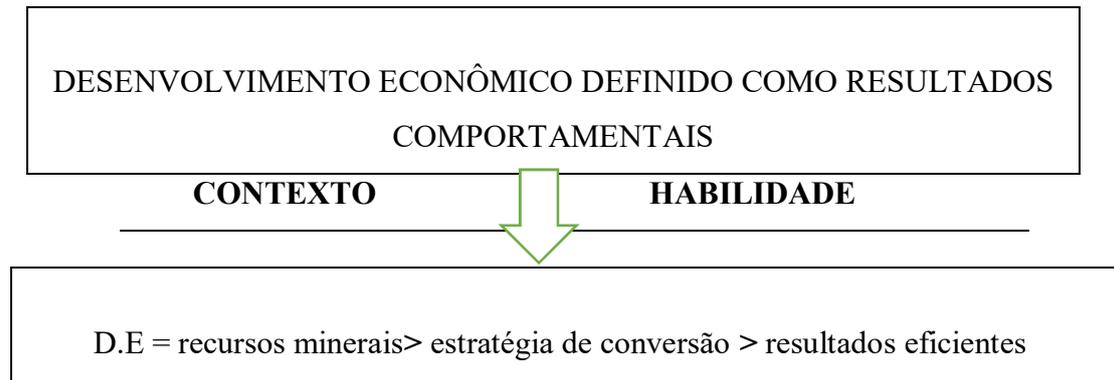
Tal ideia também é defendida por Medeiros (2012), que assevera que os recursos minerais não podem ser entendidos apenas como uma dádiva naturalmente ofertada, mas que se deve, mediante tecnologia, conhecimento e capital, explorar as possibilidades de passar entre diversas fases da cadeia produtiva de atividades que têm recursos minerais como base, propagando avanços técnicos exponenciais.

Outrossim, também refutam a tese da “maldição dos recursos” os autores Lederman e Maloney (2008). Para estes, a tese que atribui apenas efeitos negativos a abundância de recursos é vaga e não há evidências suficientes que determinem que a abundância de determinado recurso afete ou estagne o crescimento econômico dos países a longo prazo.

Somam-se aos autores já mencionados, os estudiosos Frankel (2012), Sinnott, Nash e Torre (2010), segundo os quais não há indicativos suficientes na história que levem a dedução de que um país que possua uma vasta diversificação de recursos minerais seja economicamente e/ou politicamente menos desenvolvido a despeito daquele que não possui.

Este grupo de autores é uníssono ao aduzir que a abundância de determinados recursos pode, de fato, ser encarada como uma espécie de “faca de dois gumes”, mas se os problemas associados ao enrijecimento da mentalidade exportadora forem bem manejados, não há nada que ponha em risco a possibilidade de desenvolvimento econômico e institucional dos países. Nessa perspectiva, o Estado tem que utilizar seu aparato técnico de modo a aperfeiçoar a conversão dos recursos minerais estratégicos em um motor de impulsionamento de seu poder econômico. A conversão é, portanto, uma variável crucial.

Como pode ser visto na figura abaixo, nessa perspectiva, a conversão da abundância de recursos minerais estratégicos em resultados econômicos dependerá do contexto e da habilidade do país que detém as reservas e as explora, em transformar os recursos que se encontram a sua disposição em estratégias deliberadas que conduzam a resultados econômicos eficientes.

Figura 1: Conversão de recursos em resultados econômicos

Elaboração da autora com base em Araújo (2018)

Seguindo a lógica da ilustração acima, note-se que a concepção de desenvolvimento econômico voltado à utilização de recursos minerais estratégicos está diretamente relacionada à capacidade de um país de lançar mão de um forte aparato científico e tecnológico que alinhe harmoniosamente a fertilidade do solo, a riqueza mineral e a organização de sua indústria interna.

No mesmo sentido, Cypher (2014) aduz que países como Austrália, Noruega e Canadá conseguiram em determinados momentos de suas histórias realizar a conversão da abundância de recursos e de suas exportações, em investimentos também voltados para suas indústrias nacionais, criando um círculo de diversificação, crescimento e expansão de seus mercados internos.

Também compactuam com a noção de recursos minerais como bênçãos para o desenvolvimento autores que se debruçam sobre a análise do desenvolvimento da América Latina, a exemplo de Furtado (2008) e Castro (2011). Para Furtado (2008), países com recursos naturais abundantes devem seguir o modelo adotado por grandes economias, a exemplo da China, cujo crescimento econômico exponencial advém de uma dupla lógica de investimentos externos e internos solidamente estruturada.

Já segundo Castro (2011) o Brasil enquanto detentor de uma economia híbrida, industrial e agrícola, deve adentrar ao mercado dos recursos minerais estratégicos de forma mais competitiva, fortalecendo setores internos e fomentando sua estrutura industrial. Logo, deve-se investir em uma estratégia de desenvolvimento que tenha como pilar de sustentação a industrialização, tendo como referência o próprio modelo asiático.

Não obstante, os fatores de produção abundantes e subutilizados não bastam para ocasionar *per se* o ritmo de crescimento da economia de nações que possuem uma vasta

diversificação em sede de recursos minerais. De modo particular, tem-se que o Brasil, enquanto nação agraciada por uma vasta diversidade de recursos estratégicos deve investir na criação de dinâmicas que impulsionem não apenas as exportações de *commodities*, mas que fomentem a capacidade produtiva interna de produtos de alto valor agregado.

No recorte espacial tomado por este estudo, esse capítulo buscou discutir acerca do viés econômico e estratégico da atividade mineraria. Ante a discussão realizada, conclui-se que, em que pese em determinadas situações a riqueza mineral acarretar a estagnação do crescimento econômico nacional, considerando a possibilidade de ocorrer o enrijecimento da mentalidade de exportador de bens primários, o investimento tecnológico adequado somado a um planejamento estratégico alargado pode representar uma oportunidade de desenvolvimento importante.

Em se tratando de um país que foi naturalmente agraciado pela natureza com uma vasta diversidade de recursos minerais em seu solo, detentor de um mercado interno robusto, bem como reconhecido internacionalmente por sua capacidade de exportador, tem-se que o Brasil pode avançar no domínio da estrutura de produção, chegando ao topo da cadeia produtiva com a propagação de “*technical spillovers*”.

Nesse sentido, o capítulo seguinte especificará o objeto da monografia. Dentro do escopo de recursos minerais estratégicos, apresentar-se-á os Elementos de Terras Raras (ETR). Sendo, porventura, universalmente aceite que se trata de elementos indispensáveis às indústrias de alta tecnologia e defesa, o segundo capítulo apresentará os interesses e perspectivas da exploração desses recursos para o Brasil. Ademais, ancorado em uma perspectiva estrutural do uso dos ETR, discutir-se-á a possibilidade de o país atuar de modo mais incisivo sob a cadeia produtiva global de valor agregado dos elementos.

4 A POTENCIAL EXPLORAÇÃO DOS ELEMENTOS DE TERRAS RARAS (ETR) E SEU PAPEL NO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO-SOCIAL SUSTENTÁVEL BRASILEIRO

Esse capítulo pretende apresentar os Elementos de Terras Raras (ETR) como recursos minerais estratégicos e sua importância para o desenvolvimento de cadeias produtivas de alto valor agregado. Parte-se da ideia de que o mercado dos ETR tem se mostrado economicamente promissor, sobretudo nas últimas décadas. Dito isto, impende consignar que os ETR constituem um grupo de 17 elementos químicos de difícil exploração e alto valor agregado como lantânio, cério, neodímio, európio, por exemplo, com propriedades muito semelhantes entre si em termos de maleabilidade e resistência.

Como será visto adiante, esses elementos possuem aplicação em setores da indústria civil como na composição de *tablets*, *smartphones*, baterias de carros híbridos, supercondutores e catalisadores para o refino de petróleo. Compõe também os setores de sistemas de orientação espacial e a indústria bélica, considerados materiais estratégicos para países de sofisticado sistema de defesa, a exemplo dos Estados Unidos (EUA) e da União Europeia (EU) (MELO et al, 2012).

Nessa senda, a primeira parte do capítulo se dedicará a analisar com maior profundidade o que são os Elementos de Terras Raras (ETR), seu histórico de exploração e cadeia de produção, para posteriormente tecer uma breve análise acerca da oferta e da demanda do mercado de tais elementos, bem como do potencial de produção e reservas.

Na sequência, a segunda parte deste capítulo discutirá a importância dos ETR para o desenvolvimento de uma cadeia produtiva de alto valor agregado no Brasil. Como será visto, em que pese deter reservas e uma grande variedade de depósitos minerais que apresentam boas perspectivas para extração dos minérios, o Brasil não está entre os principais fornecedores de ETR.

Nesse ínterim, de acordo com Verde & Romano (2016), existem alguns fatores que dificultam o aproveitamento estratégico dos recursos no Brasil, entre estes destacam-se questões legais que envolvem o fato de parte das reservas estar em territórios indígenas; a necessidade de licenciamento ambiental para sua exploração e, além disso, a questão ambiental, dada a produção de resíduos radioativos já que os minerais que contêm terras raras estão constantemente associados a estes elementos.

Por fim, serão analisadas algumas perspectivas de regulação do mercado dos ETR no Brasil, considerando que tais recursos são elementos químicos com alto valor para diferentes segmentos da indústria brasileira, tendo sua importância destacada no Plano

Nacional de Mineração 2030 e na Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI), discutidos no capítulo anterior.

4.1 O QUE SÃO OS ELEMENTOS DE TERRAS RARAS (ETR)?

As Terras Raras (TR) ou Elementos de Terras Raras (ETR), seus minerais e funcionalidades foram descobertos gradativamente entre os séculos XVIII e XIX. À época, em virtude da dificuldade de separar seus componentes, eram encontrados como uma mistura de óxidos de lantanídeos. Não obstante, as terras raras não são “terras”, tampouco “raras”, sua nomenclatura advém da relação entre os óxidos encontrados e as Terras Alcalinas, também nomeadas de metais alcalinos terrosos (BRAGA, 2014).

Segundo Hurst (2010), diferentemente do que a própria nomenclatura sugere, os Elementos de Terras Raras (ETR/TR) não são “raros” na crosta terrestre. Em verdade, a raridade a qual o nome aponta está relacionada à dificuldade de extração e separação dos óxidos, em virtude de estes possuírem características químicas demasiadamente similares, e não propriamente à sua escassez. Nesse sentido, conforme destaca Melo (2017), a nomenclatura “Elementos de Terras Raras” advém da dificuldade e do alto custo relacionados aos processos de separação e utilização destes em escala industrial.

Em suma, as Terras Raras (TR) ou Elementos de Terras Raras (ETR/REE) compreendem um conjunto de 17 elementos químicos que possuem número atômico (Z) e se encontram na tabela periódica entre o Lantânio (La) e o Lutécio (Lu). Como será visto na tabela periódica abaixo, somados a essa série estão os metais Escândio (Sc;21) e Ítrio (Y;39).

Figura 2: Tabela Periódica

H																			He
Li	Be											B	C	N	O	F		Ne	
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl		Ar	
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br		Kr	
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I		Xe	
Cs	Ba	La-Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At		Rn	
Fr	Ra	Ac-Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Uut	Fl	Uup	Lv	Uus		Uuo	
Lantanídeos																			
	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu				

Fonte: Figura retirada de Melo (2017)

Dentre os elementos químicos identificados como ETR, constata-se pelos registros do *Mineralogy Database* que o Túlio (Tm) e o Lutécio (Lu) são os elementos em menor quantidade na crosta terrestre, enquanto o Cério (Ce), Lantânio (La) e o Neodímio (Nd) são até mais abundantes que o Níquel (Ni) e o Chumbo (Pb), por exemplo (BRAGA, 2014). De outro norte, o Promécio (Pm) constitui-se no mais raro dos ETR, decorrente de sua instabilidade isotópica².

Segundo Greenwood & Earnshaw (1984), determinados elementos químicos podem ser encontrados em uma diversidade de formas, especialmente como minerais em rochas e granitos. Nessa senda, os ETR são agrupados, pois se distinguem como elementos metálicos com propriedades muito semelhantes entre si em termos de maleabilidade e resistência, por isso, comumente são encontrados juntos em silicatos, fosfatos, carbonatos e fluoretos (CHARALAMPIDES, 2015). Em virtude disso, possuem aplicações em áreas diversas consideradas estratégicas, que vão desde ao seu uso comercial, quanto ao seu uso na esfera militar.

Conforme aduzem Gschneidner Jr. e Capellen (1987), o que define se um determinado elemento é pertencente ou não ao grupo de ETR é a sua configuração eletrônica. A esse respeito, a - quase escassa - literatura que se dedica à análise dos ETR divide os elementos em dois grupos distintos: leves e pesados. Os elementos mais fáceis de serem extraídos e manipulados são considerados leves, enquanto àqueles cuja dificuldade e extração e manipulação é maior, são considerados pesados (MELO, 2017).

Como pode ser visto na tabela abaixo (tabela 1), além de serem amplamente utilizados em setores energéticos, a demanda dos ETR é constante pelos países industrializados devido à sua aplicação em setores de informação na composição de computadores e tecnologias afins; bélico e aeroespacial na aplicação de armas nucleares e satélites. Ademais, tais elementos detêm fundamental importância na fabricação de itens utilizados em sistemas de defesa, o que indica a grande importância destes minerais na indústria bélica (HUMPHRIES, 2013).

Outrossim, são essenciais também às inovações do setor automobilístico na composição de baterias de carros híbridos e elétricos, que chegam a utilizar dez quilos desses elementos. Todos esses produtos possuem alto valor agregado, corroborando com o crescimento econômico de países que os exploram (MELO et al, 2012).

²Instabilidade isotópica diz respeito à característica de um elemento químico cujo núcleo atômico possui o mesmo número de prótons, mas números de nêutrons diferentes.

Tabela 1: Elementos de Terras Raras e seus usos finais

ETR	Tipo	Principal uso final
Lantânio	Leve	Motores híbridos e ligas de metal
Cério	Leve	Autocatalisadores, refino de petróleo e ligas de metal.
Praseodímio	Leve	Ímãs
Neodímio	Leve	Autocalisadores, ímãs, refino de petróleo, discos rígidos de laptops, fones de ouvido e motores híbridos.
Promécio	Leve	Iluminação sem elevação de temperatura, espacial, radiologia.
Samário	Leve	Ímãs
Európio	Leve	Cor vermelha para televisores e telas de computador.
Escândio	Leve	Aeronáutica, espacial, óptica
Ítrio	Pesado	Miras a laser, supercondutores, cor vermelha de lâmpadas fluorescentes, cerâmicas agentes de ligas metálicas.
Gadolínio	Pesado	Nuclear, radares, supercondutores, iluminação fosforescente, sistema de guia de mísseis, ímãs.
Térbio	Pesado	Laser, iluminação fosforescente, lâmpadas de baixo consumo, ímãs.
Disprósio	Pesado	Nuclear, aeronáutica, ímãs de alta resistência, motores híbridos.
Hólmio	Pesado	Laser, supercondutores, magnetismo, óculos especiais, corantes de vidro, laser.
Túlio	Pesado	Bateria nuclear, supercondutores, laser, radiologia.
Érbio	Pesado	Nuclear, metalurgia, energia fotovoltaica, fibra ótica.
Itérbio	Pesado	Supercondutores, metalurgia inoxidável, ligas de aço.
Lutécio	Pesado	Catalisadores para refino de petróleo.

Fonte: Elaboração própria com base em WEBER (2012)

À evidência, a nível nacional, relatório elaborado pela Câmara dos Deputados do Brasil (2014) destacou que os ETR fazem parte da composição de mais de duzentas e cinquenta substâncias minerais, mas nem todas estas possuem concentração suficiente dos insumos para justificar seu aproveitamento.

Todavia, mesmo com relativa abundância na crosta terrestre, apenas três dos ditos “minerais conhecidos terras raras” são considerados estrategicamente mais viáveis para extração, são eles: *bastnaesita*, encontrada em pegmatitos de granitos alcalinos e depósitos metassomáticos; *xenotímio*, encontrado em granitos e pegmatitos; e *monazita*, encontrada em granitos, gnaisses, aplitos e pegmatitos e em depósitos de tríticos. Dentre esses, o *xenotímio* é a principal fonte de terras raras pesadas, enquanto a *bastnaesita* e a *monazita* são fontes de terras leves (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2014).

Ainda em nível de Brasil, segundo relatório do PNM 2030, os ETR são materiais “portadores do futuro”, ou seja, são minerais que deverão crescer em importância por sua aplicação em produtos de alto valor tecnológico e por sua utilização em áreas relativas a “tecnologias verdes”. Todavia, como será visto adiante, em sede de cadeia produtiva nacional, apesar de se aproximar da autossuficiência produtiva, o Brasil não fabrica equipamentos de alta tecnologia à base de terras raras, tais como ímãs de alto desempenho (aplicado em geradores de energia eólica) e catalisadores para o craqueamento do petróleo.

4.1.1 Histórico

Historicamente, a exploração dos minérios estratégicos de Elementos de Terras Raras (ETR) teve início no Brasil no ano de 1885, destacando-se como marco inicial a retirada da Monazita na Bahia. A Monazita é um importante fosfato que contém metais, terras raras, lantânio, tório e cério, até o início da década de 1880 sua retirada era gratuita e seus principais destinos eram a Alemanha e a Áustria onde o insumo era usado na fabricação de produtos para iluminação a gás (FILHO; SERRA, 2014).

O Brasil se manteve no posto de líder no fornecimento até 1914, quando a Índia assumiu o papel de maior fornecedor. Todavia, nas décadas seguintes o Brasil ainda se destacava como um dos principais fornecedores mundiais de Monazita. Entre 1940 e 1950, por exemplo, o país conseguiu o domínio do processo de exploração dos recursos estratégicos através de uma iniciativa privada que ficou conhecida como ORQUIMA S.A.

A iniciativa privada ORQUIMA S.A se tornou responsável por processar ao ano uma grande quantidade de Monazita e foi estatizada na década de 1960, tendo seu nome alterado para Nuclebrás Monazita (NUCLEMON). No término da década de 1980 a empresa tem seu nome alterado novamente passando a ser nomeada de Indústrias Nucleares Brasileiras (INB). Logo após a mudança de nomenclatura a INB decretou o encerramento da produção dos Elementos de Terras Raras (ETR) quase em totalidade em 2002, retirando o Brasil do cenário de competitividade no setor (FILHO; SERRA, 2014).

Nesse momento a China já despontava como monopolista da exploração dos recursos naturais estratégicos abundantes em seu território. Em paralelo ao agigantamento da indústria chinesa no setor de pesquisa em ETR, entre 2002 e 2012 o Brasil foi responsável por 1059 publicações indexadas relacionadas aos ETR, conforme pode ser visto na figura 3, abaixo colacionada.

Figura 3: Lista dos 15 primeiros resultados para a pesquisa de publicações indexadas no portal ISI web of Knowledge entre os anos de 2002 e 2012: produção por instituição, principais periódicos utilizados para publicação e principais colaborações internacionais

Tabela 1. Lista dos 15 primeiros resultados para a pesquisa de publicações indexadas no portal ISI Web of Knowledge²⁰¹² entre os anos de 2002 e 2012: produção por instituição, principais periódicos utilizados para publicação e principais colaborações internacionais

INSTITUIÇÕES		PERIÓDICOS		COLABORAÇÃO INTERNACIONAL	
USP	276 (26%)	<i>J. Alloy. Compd.</i>	86 (8%)	França	97 (9%)
UFPE	147 (14%)	<i>J. Appl. Phys.</i>	44 (4%)	EUA	60 (6%)
IPEN	118 (11%)	<i>J. Magn. Magn. Mater.</i>	41 (4%)	Alemanha	55 (5%)
UNICAMP	108 (10%)	<i>Mater. Sci. Forum.</i>	36 (3%)	Portugal	40 (3%)
UFSCar	84 (8%)	<i>J. Lamin.</i>	34 (3%)	Índia	35 (3%)
UFS	52 (5%)	<i>Phys. Rev. B</i>	29 (3%)	Espanha	35 (3%)
UnB	50 (5%)	<i>J. Therm. Anal. Calorim.</i>	28 (3%)	Argentina	28 (2%)
UERJ	43 (4%)	<i>J. Non. Cryst. Sol.</i>	23 (2%)	Inglaterra	25 (2%)
UFMG	39 (4%)	<i>Opt. Mater.</i>	22 (2%)	Rússia	22 (2%)
UFRJ	36 (3%)	<i>J. S. Am. Earth. Sci.</i>	19 (2%)	Itália	21 (1%)
UFRGS	35 (3%)	<i>J. Phys. Cond. Mater.</i>	18 (2%)	Japão	15 (1%)
CBPF	26 (2%)	<i>Chem. Phys. Lett.</i>	17 (2%)	Canadá	12 (1%)
UFSC	26 (2%)	<i>J. Solid State Chem.</i>	17 (2%)	Suíça	10 (1%)
UFC	26 (2%)	<i>Quim. Nova</i>	17 (2%)	Austrália	9 (1%)
UFPE	25 (2%)	<i>Phys. B. Cond. Mater.</i>	14 (1%)	Áustria	8 (1%)
TOTAL	1059 (100%)	TOTAL	1059 (100%)	TOTAL	546 (52%)

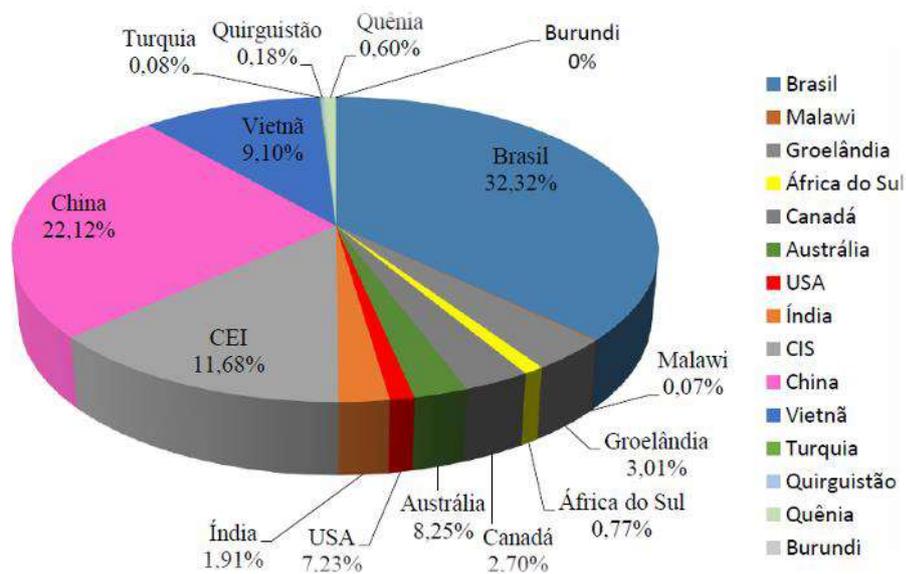
Fonte: ISI Web of Knowledge (2012)

De acordo com Filho & Serra (2014), o maior índice de pesquisas brasileiras referentes aos elementos estratégicos refere-se aos estudos sobre materiais luminescentes (41%) e materiais magnéticos (18%). Ainda em relação a essas pesquisas, a Universidade de São Paulo (USP) responde atualmente pela maior parte das publicações, seguida pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e pelo IPEN.

Em dados de 2012, os números oficiais referentes às reservas brasileiras representavam, aproximadamente, 0,3% das reservas mundiais. As reservas mais promissoras eram a de Catalão (GO) com 2 milhões de toneladas de xenotímio, e teor de 1% de ítrio e Presidente Figueiredo (AM) onde a Anglo American Brasil é proprietária de um depósito com 1,1 milhão de toneladas de fosfato contendo cério e lantânio, com teor de 7,6% e teores de urânio e tório baixíssimos (ANDRADE, 2012).

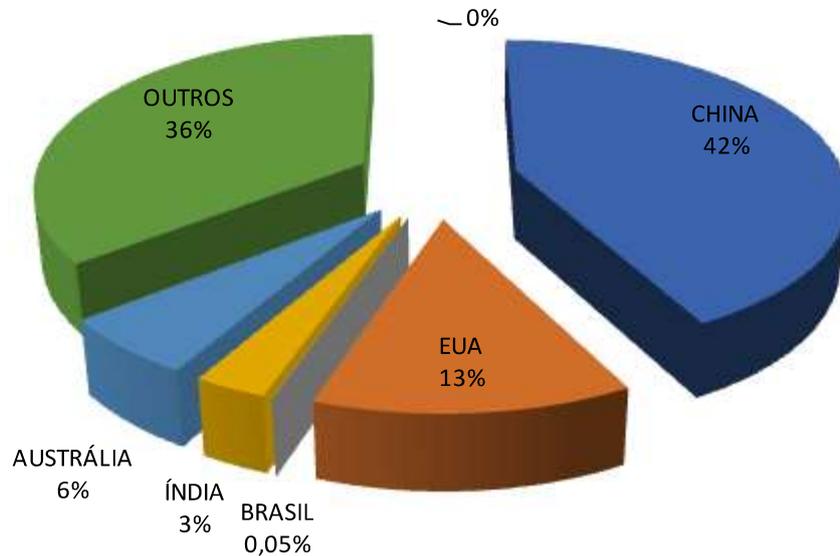
Nesse íterim, segundo o relatório da Agência de Mapeamento Geológico dos Estados Unidos, no ano de 2010 o Brasil seria o maior detentor mundial destes minérios que, se bem explorados, posicionariam o país como potência tecnológica no cenário global, como visado pela nova legislação. Assim, pelo que se depreende da tabela apresentada pelo USGS (2011) e demonstrada abaixo, em 2010, a China detinha cerca de 22,12% das reservas mundiais de terras raras e os Estados Unidos detinham aproximadamente 8%. Depósitos de terras raras também são encontrados na Austrália, Brasil, Índia, Malawi entre outros, senão vejamos:

Gráfico 1: Distribuição de depósito de ETR (2010)



Fonte: Lima (2011)

Já em dados de 2015, de acordo com Statista (2015), as reservas encontradas de ETR localizadas em território chinês tiveram um aumento exponencial, correspondendo a aproximadamente 42% das reservas mundiais totais, conforme se vê no gráfico abaixo:

Gráfico 2: Reservas de Elementos de Terras Raras - Dados de 2015

Fonte: Elaboração própria com base em STATISTA (2015)

Por seu turno, em meados de 2018, o relatório do Serviço Geológico Norte Americano (USGS) apontou que as reservas mundiais dos Elementos de Terras Raras (ETR) contabilizavam, aproximadamente, 120 milhões de toneladas, concentradas em grande escala em território chinês, com 44 milhões de toneladas, seguido do Brasil e Vietnã com 22 milhões de toneladas cada. Ademais, o mesmo relatório constatou que a produção do ETR no globo se concentra majoritariamente na China, maior fornecedor a nível mundial, com uma produção de 105 milhões de toneladas no ano de 2017.

Não obstante, o domínio chinês no mercado não advém de exclusividade física, mas de sua capacidade de converter os insumos em produção de grande escala a preços baixos, devido a sua indústria desenvolvida, custos de mão-de-obra reduzidos e regulamentação ambiental menos rigorosa, quando comparada a outras nações que possuem reservas minerais em seus territórios.

4.1.2 Cadeia Produtiva

Como dito alhures, os ETR possuem propriedades muito semelhantes em termos de maleabilidade e resistência, sendo comumente utilizados para o desenvolvimento da indústria de defesa. Em termos gerais, as suas aplicações consistem na exploração de propriedades magnéticas e/ou ópticas, que são a base do desenvolvimento de diversos produtos, como

catalisadores, turbinas e tecnologias de ponta. Não obstante, o uso acentuado de determinados elementos requer a capacidade de gerir a cadeia produtiva em suas diversas etapas, elencadas na figura abaixo:

Figura 4: Cadeia produtiva de valor agregado



Fonte: Elaboração própria com base em Araújo (2018)

Como visto na figura acima, o primeiro passo na cadeia produtiva de valor agregado consiste na extração dos minérios, podendo esta ocorrer tanto em minas externas, quanto naquelas que se encontram no subsolo. A primeira fase da cadeia produtiva, isto é, a extração, pode ser considerada como uma das mais delicadas, isso porque em determinadas rochas podem ser encontrados minerais altamente radioativos, fato este que levou diversos países a banirem sua mineração (BORGES, 2017).

Após a extração dos minérios do solo, estes passam pelo processo de trituração e flotação, ou seja, os elementos são separados das misturas heterogêneas. Após a separação dos elementos, passa-se a separação dos óxidos de terras raras, que são processados, refinados e convertidos em metais. Estes últimos, por sua vez, são combinados entre si e com outros metais, servindo como base para produção de ligas metálicas, vastamente utilizadas em diversas aplicações, sobretudo na indústria de produtos altamente tecnológicos (LIMA, 2011).

Impende consignar que todo o processo de produção dos ETR demanda um significativo consumo de energia e investimento em materiais específicos, ao mesmo tempo em que resulta em quantidades consideráveis de emissões de resíduos sólidos e até elementos radiativos, potencialmente contaminantes ao meio ambiente, a exemplo do urânio e do tório (KOLTUN; THARUNARAJAH, 2014).

A partir de uma ampla diversidade de métodos de lavra, bem como de técnicas de processamento, os metais oriundos da última fase da cadeia produtiva de ETR normalmente são utilizados como subprodutos de outros metais, o que dita a economicidade das operações (WALTERS; LUSTY, 2011; JORDENS et al., 2013).

4.1.3 Análise da oferta e da demanda

Diga-se, já de início, que o mercado de ETR sempre gozou de certa instabilidade no tocante ao equilíbrio entre a oferta e a demanda, sobretudo pelo fato de que os recursos estratégicos podem ser aplicados de modo diversos em variados setores industriais, alcançando até aplicações no setor médico (MELO, 2017).

A esse respeito, Martins & Isolani (2005) aduzem que os íons dos ETR funcionam como “agente de contraste em diagnóstico não invasivo de patologias em tecidos, por imagem de ressonância magnética nuclear (RMN), podendo-se encontrar facilmente esses íons em tempos de relaxação dos prótons da água dos tecidos onde se localizam” (MARTINS; ISOLANI, 2005, p. 115).

Repise-se que o debate entorno dos ETR está normalmente voltado à importância estratégica destes nas cadeias produtivas de produtos de alto teor tecnológico (NAMIBIA RARE EARTHS INC, 2014). Todavia, os insumos são igualmente estratégicos em setores voltados à segurança nacional, como em sistema de guiagem de armas, de formulação de sensores e de blindagem de tanques (BRENNAN, 2013).

À evidência, ainda na indústria bélica, tem-se que os ETR são recursos vitais para composição de armamentos, sobretudo àqueles que utilizam os ímãs neodímio-ferro-boro (NdFeB), que são considerados como ímãs permanentes mais fortes do mundo e que são constituídos, dentre outras coisas, pelos ETR. Compartilhando de igual importância tácito-estratégica, tem-se os ímãs samário-cobalto (SmCo), magneticamente resistentes à altas temperaturas, e amplamente utilizados na composição de bombas, aeronaves e mísseis (SENADO, 2014).

Atualmente, com a chamada “indústria verde”, os ETR possuem inúmeras aplicações em tecnologias voltadas ao controle de emissões na atmosfera, bem como na formulação de instrumentos voltados à utilização de energias limpas, estando presentes na fabricação de turbinas eólicas, veículos elétricos, semicondutores e sistemas de iluminação mais eficientes (ALMEIDA; MORAIS, 2015).

A propósito, pautando-se em uma visão estratégica e respaldando-se em princípios sustentáveis, Almeida & Morais (2015, p. 117) asseveram que “outro uso estratégico dos ETR se refere aos catalisadores utilizados no refino do petróleo e nos sistemas de exaustão de veículos” e continuam “[...] estima-se que a falta de catalisadores que contêm lantânio, um dos ETR, reduziria a produção de derivados do petróleo pelas refinarias em cerca de 7%”.

Não obstante, de acordo com dados disponibilizados no relatório do *United States Geological Survey* (USGS), em que pese à existência de ETR distribuídos por todo o mundo, as concentrações disponíveis para exploração são menores, se comparadas à maioria dos demais

insumos. Nessa senda, poucos países se dedicam à atividade exploratória das terras raras, visto que essa requer um intenso uso de investimento em tecnologia de ponta (ROCIO; da SILVA; de CARVALHO; CARDOSO, 2013).

Logo, a relação entre oferta e demanda dos recursos minerais de ETR se encontra, atualmente ditada pelo país que é responsável pela maior parte das reservas de tais elementos, a China, que detinha em 2015 aproximadamente 55.220,000 toneladas, conforme se pode observar na tabela abaixo:

Tabela 2: Produção e Reservas de Minerais contendo ETR - Dados em toneladas

País	Produção		Reservas
	2012	2013	2015
Austrália	3 200	2 000	2 200 000
Brasil	155	155	22 002 200
China	107 000	107 000	55 220 000
EUA	800	4 000	13 120 000
Índia	2 955	2 956	3 172 000
Malásia	102	102	43 000
Rússia	2 400	3 400	IOP*
Vietnã	220	220	IOP*
Outros países	NA*	NA*	41 017 240
Total mundial	117 100	117 100	140 540 000

Fonte: Elaboração própria com base em *United States Geological Survey* (2015).

*NA: não avaliado

*IOP: incluso em outros países

Não obstante, impende consignar que só a vasta quantidade de reservas não basta para explicar, *per se*, o agigantamento da China no mercado de ETR e sua influência na relação entre oferta e demanda no setor. Isso porque, em que pese às reservas serem importantes variáveis, não são as únicas, uma vez que um país pode possuir uma vasta reserva e optar por não a explorar, detendo-se a importar os elementos de outros países.

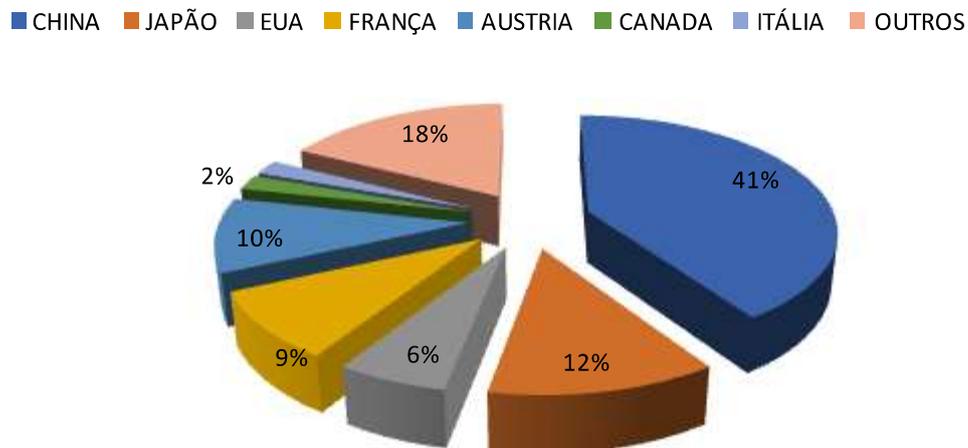
De outro norte, em se tratando de oferta mundial de ETR, tem-se que o Estado chinês concentra as maiores reservas, bem como o maior depósito, conhecido como *Bayan Obo*. De

acordo com Borges (2017), grande parte das reservas chinesas são compostas por terras raras consideradas pesadas, não comuns e vitais para a indústria das tecnologias “verdes”. Logo, em virtude dessa vantagem geoestratégica, a China promoveu a desmobilização da extração dos insumos no resto do globo, passando a se tornar a principal exportadora no mercado mundial dos ETR.

Sobretudo após a queda nos preços dos recursos minerais na década de 1990, o Estado chinês passou a investir na produção e formação de estoques. Estruturalmente, no setor dos ETR, a China se dividiu em dois grupos, o primeiro compreendendo as províncias de Sichuan, Gansu e Mongólia Interior, e voltado a produção de minérios detentores de bastnasita, e o segundo compreendendo as províncias de *Guangdong, Hunan, Jiangxi e Jiangsu*, com uma produção direcionada para argilas enriquecidas com elementos pesados de ETR. A partir desse panorama geoestratégico, a produção chinesa se intensificou (ROCIO; da SILVA; de CARVALHO; CARDOSO, 2013).

Seguindo a lógica de desenvolvimento da cadeia produtiva dos ETR, nas décadas seguintes a China aumentou sua produção em 450 por cento, saindo de 16.000 toneladas métricas para 73.000 toneladas métricas. Por conseguinte, a produção chinesa ampliou-se gradualmente, chegando ao ano de 2010 com 120.000 toneladas métricas. Paralelamente, a produção de outros países sofreu uma queda de quase 60 por cento, saindo de 44.000, para 16.000 toneladas métricas (TSE, 2011).

Em meados de 2006 o governo chinês passou a instituir uma taxa de licenças para a exportação dos insumos, o que aumentou em 13% seus preços e reduziu a competitividade dos demais estados (MORRISON; TANG, 2012). Já em 2009, após ter formado grandes estoques, a China passou a ser vista como um mercado atrativo para importação dos ETR (ROCIO; da SILVA; de CARVALHO; CARDOSO, 2013). Consequentemente, após ter se tornado o maior produtor, a China adquiriu o papel de maior exportador mundial dos elementos.

Gráfico 3: Exportação de compostos de Terras Raras – Dados de 2012

Fonte: Elaboração própria com base em *Observatory of Economic Complexity* (2012)

Ainda em 2009, o setor que controla a indústria de terras raras da China, o Ministério de Indústria, Tecnologia e Informação (MITI) divulgou a informação de que até o ano de 2014 seria restringida a exportação de cinco tipos de ETR (LEKOVITZ, MUSTAFAGA, 2010). À evidência, no ano seguinte a China anunciou a redução de 40% das cotas de exportação dos ETR, reduzindo o montante exportado para 30.250 toneladas em 2010, a despeito do total exportado no ano seguinte, que foi o de 50.150 toneladas (ANDREWS-SPEED, 2012).

Por conseguinte, o mercado reagiu com o aumento repentino no preço dos óxidos e metais de terras raras. De acordo com Humphries (2013), o aumento no preço dos insumos foi uma reação lógica do mercado, considerando a relação entre a restrição das exportações chinesas e a falta de capacidade de outros Estados de produzirem internamente o que antes importavam.

O movimento do mercado chinês forçou diversas empresas e governos a reexaminarem seus mercados, de modo a aliviar a tensão causada. Nesse diapasão, segundo Lo (2015), diversos países passaram a investir em projetos de mineração, dedicando a estes investimentos significativos, bem como outras nações que haviam paralisado empreendimentos mineiros tiveram suas operações reativadas, a exemplo de Mountain Pass nos Estados Unidos (EUA) e Mount Weld na Austrália.

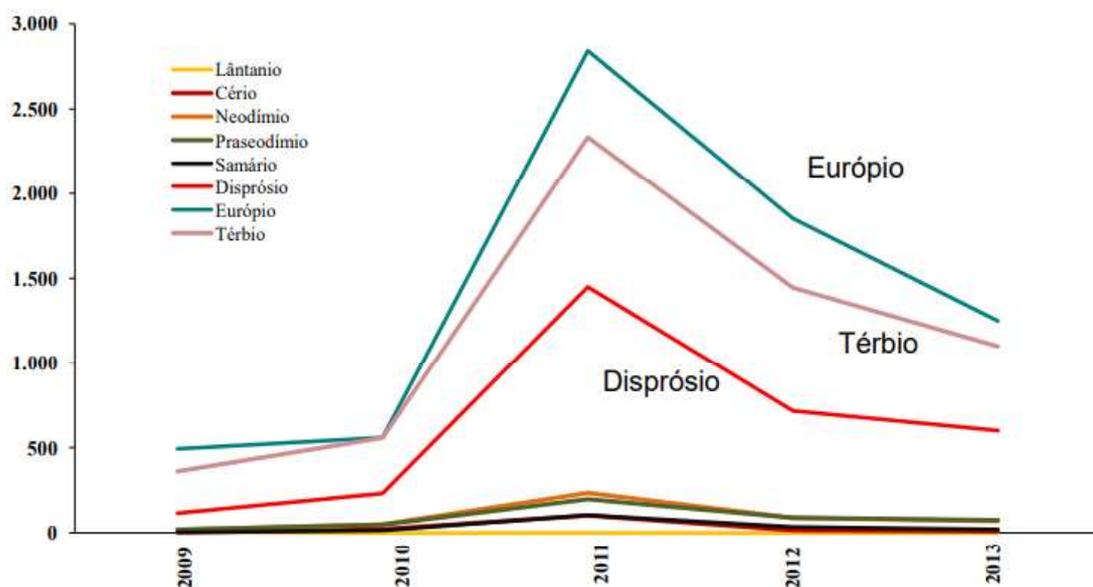
Em solo europeu, foram formadas diversas parcerias entre industriários e acadêmicos, com financiamento estatal para desenvolver o que ficou conhecido como “REECover”, projeto que visava a recuperação de minérios de ETR através de lixos eletrônicos e rejeitos do minério

de ferro (SUN et al., 2015). Em paralelo, já em solo americano, com o fito de diminuir a dependência das exportações chinesas, foram formados consórcios para produção de óxidos de ETR mediante rejeitos de carvão (KUMAR, 2017).

Finalmente, no que diz respeito ao Brasil, o governo também buscou encorajar novos projetos, mormente considerando a importância geoestratégica dos ETR. Houve, pois, a soma de esforços entre instituições como o Ministério de Minas e Energia (MME), o Centro de Tecnologia Mineral (CETEM), as Indústrias Nucleares Brasileiras (INB) e algumas Universidades, que após uma série de reuniões, decidiram incluir os ETR como prioridade nacional, no Plano Nacional de Mineração 2030 (FARIAS, 2013).

Contudo, conforme pode ser visto na figura abaixo, dois anos após as restrições chinesas os preços dos ETR no mercado mundial voltaram a cair, o que pode ser justificado pela redução da demanda, mediante a substituição de determinados elementos que antes eram importados, ou mesmo por uma alta nos estoques. Tem-se, portanto, que após o aumento acentuado no preço dos ETR, novos depósitos em outros países passaram a ser explorados.

Figura 5: Preços selecionados de óxido de terras raras entre 2009 e 2013. Dados em US\$/Kg



Fonte: Retirado de *Lynas Corporation* (2013)

Em suma, atualmente tem-se que como os ETR ainda estão concentrados em poucos países, conseqüentemente, sua produção e exportação também são restritas. Por outro lado, o monopólio chinês na oferta de terras raras, após o estabelecimento das cotas de exportação, passou a demonstrar tendências de enfraquecimento, sobretudo pelo receio dos países que

dependiam das exportações chinesas para manutenção e fomento de seus próprios parques industriais.

No intuito de aprofundar a análise das externalidades oriundas deste ramo comercial, o tópico seguinte versará acerca da importância dos ETR para o desenvolvimento de uma cadeia produtiva de alto valor agregado.

4.2 ELEMENTOS DE TERRAS RARAS E SUA IMPORTÂNCIA PARA O DESENVOLVIMENTO DE UMA CADEIA PRODUTIVA DE ALTO VALOR AGREGADO

O sucesso de um país em desenvolver e programar políticas que o levem a novos patamares de desenvolvimento social requer, entre outras coisas, a concepção de uma matriz produtiva capaz de subsidiar inovações tecnológicas. Dito isto, no século XXI os recursos minerais estratégicos, especialmente os ETR, passaram a integrar uma pauta estratégica importante para os países do globo.

Contudo, o processo de transformar os recursos extraídos do solo em vantagem industrial demanda muito mais do que a descoberta ocasional dos minérios. Segundo Medeiros & Trebat (2007), é necessário apoio estatal direto, com o devido financiamento de pesquisas científicas que busquem identificar novas técnicas de extração, bem como investimentos voltados à própria infraestrutura para levar os recursos minerais até os grandes centros de manufatura, de modo a estimular a produção de bens finais.

Nas palavras dos autores:

O acesso aos recursos, por si só, é claro, não é garantia de poder industrial. Como demonstrado pela história de várias das economias avançadas de hoje, o desenvolvimento de setores de produção de maior valor agregado exige políticas estatais agressivas que desestimulam a especialização nas exportações primárias e promovem a fabricação avançada. O contexto internacional, além disso, pode ser decisivo, frustrando tentativas de países em desenvolvimento ricos em recursos de promover setores de alta tecnologia (MEDEIROS; TREBAT, 2017, p. 508)

Naturalmente, as políticas de incentivo a modernização da política industrial de qualquer país com o uso dos ETR requerem também uma aquisição estratégica de tecnologia estrangeira. Não é à toa que a China despontou nesse mercado a partir de uma relação óbvia entre sua política de desenvolvimento nacional e a sua indústria de ETR. Sobre isso, Hurst (2010) aduz:

Os ETR são um importante recurso estratégico em que a China tem uma vantagem considerável devido às enormes reservas no país. Consequentemente, uma grande quantidade de dinheiro foi direcionada para a pesquisa de terras raras; terras raras são insumos cruciais em cada uma das áreas nas quais o Programa 863 se concentra (HURST, 2010, pp. 6-7).

Em sede de cadeia produtiva e expansão mercadológica no setor de ETR, o dragão asiático é visto até mesmo pelos Estados Unidos (EUA), como um dos seus principais inimigos em potencial. Nas palavras de Dean Poppo, ex-subsecretário do Exército dos EUA:

[...] a última mina de terras raras em solo dos EUA fechou em 2015 e em junho deste ano (2017) a última fábrica que processa estes materiais foi vendida para uma empresa de mineração chinesa por 20 milhões de dólares. Portanto, a China é atualmente o único jogador no mercado norte-americano de terras raras. Pequenas quantidades dos metais com o custo de apenas dois dólares podem ser vitais para plataformas que valem bilhões. O alcance da importância destes materiais só pode ser apreciado quando nossos adversários cortem o fornecimento se aproveitando da nossa maior vulnerabilidade³.

Para os EUA, reconhecidos mundialmente como um grande pólo de desenvolvimento, os recursos naturais estratégicos, particularmente os ETR, são um tema de relevância socioeconômica e de segurança nacional. Tal asserção pode ser exemplificada com a publicação de “*A Congressional Handbook on U.S. Materials Import Dependency/Vulnerability*”, datado de 1981, na qual o governo norte-americano estipulou quinze critérios para identificar suas matérias-primas estratégicas, quais sejam:

1. Número de fontes de fornecimento e localização;
2. Total de consumo doméstico de fontes de fornecimento além-mar;
3. Grau de importância para a economia doméstica;
4. Facilidade que a indústria teria para substituir a matéria-prima ou serviço em questão por outra matéria;
5. Taxa de aumento de consumo deste material;
6. Necessidade militar do material;
7. Valor em dólar do material usado pela nação;
8. Importância deste material para as economias aliadas;
9. Extensão da competição mundial para as reservas restantes;
10. Tempo necessário para expandir as fontes de fornecimento;
11. Impacto de um choque súbito da interrupção de fornecimento;
12. Tempo necessário para implementar políticas de substituição;
13. Probabilidade de uma interrupção e a duração de tal evento;
14. Fator de poder de alavancagem;
15. Aspectos políticos e econômicos da situação de fornecimento e demanda (U.S. CONGRESS, 1981, p. 45-46 apud LIPSCHUTZ, 1987, p.38).

De outro norte, a nível nacional a construção de uma cadeia produtiva de terras raras, da lavra até a produção industrial de alto valor agregado, depende de uma melhoria tecnológica que possa incentivar a criação de uma indústria setorial. A esse respeito, em 2013, Edson Ribeiro, um dos executivos da mineradora Vale, ressaltou em entrevista que “[...] o gargalo para a produção de terras-raras no Brasil não está na mineração. O maior estímulo que pode ser

³Trecho disponível em < https://br.sputniknews.com/asia_oceania/201710149584178-dependencia-da-defesa-dos-eua-da-china-politica/>. China possui em suas mãos “calcanhar de Aquiles” da Defesa dos EUA. Acesso em 01 de Abril de 2018.

dado para o desenvolvimento da cadeia de produção de terras raras no Brasil é a criação de um mercado. É a demanda”.

No mesmo sentido, Carlos Nogueira, à época representante do Ministério de Minas e Energia (MME) ressaltou:

[...] Não basta privilegiarem-se levantamentos geológicos e a produção mineral, mas também mecanismos de incentivo para instalação de indústrias que realizem a transformação desses bens e mecanismos de incentivo para o desenvolvimento tecnológico. O que se deve levar em consideração é a medida adequada entre as reconhecidas prerrogativas estatais e previsibilidade para aqueles que desejem correr o risco inerente a essa atividade e iniciar a produção de recursos minerais.

Em suma, a necessidade de manter atividades de pesquisa científica e desenvolvimento está intimamente relacionada à própria expansão do mercado de terras-raras. A esse respeito, ainda em 2011 o governo brasileiro deu aos ETR o caráter de minerais estratégicos devido a crescente utilização dos mesmos em novas tecnologias, tratando de tais recursos no PNM 2030.

No Brasil, a mobilização de maior importância referente à problemática dos ETR foi a da Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração (CBMM). A empresa nacional do setor privado teve sua fundação no ano de 1955 em Araxá, Minas Gerais, lugar no qual se localizam consideráveis reservas de minério de nióbio. Depois de investimentos diversos na tecnologia que envolve o nióbio e suas aplicações, a CBMM angariou a principal posição de produtor mundial no setor, atuando em todos os segmentos do mercado de nióbio.

Sendo considerada a maior produtora mundial de Nióbio, em dados de 2019 a CBMM controlava cerca de 80% da atividade exploratória do recurso natural estratégico no mundo, utilizando-o para produção de aço inoxidável. Pioneira em desenvolvimento de tecnologia no setor, a companhia passou a investir na exploração e produção dos ETR como subproduto do nióbio. É por meio da CBMM que a China tem entrado no Brasil e reforçado seu objetivo de controle absoluto sobre as diversas fases da cadeia produtiva de terras raras e suas aplicações.

Um grupo chinês, denominado *Citic Group* se associou aos produtores de aço *Taiyuan Iron and Steel* e *Baosteel* no intuito de comprar cerca de 15% da empresa brasileira CBMM⁴. Ao passo em que o método principal de atuação da CBMM é a extração de nióbio, as empresas chinesas respondem pelo maior índice de sua importação, uma vez que são as principais produtoras de aço da China, pagando um valor aproximado de US\$ 1,950 bilhão pela aquisição de parte da CBMM⁵.

⁴Ver notícia em: <<https://exame.com/negocios/grupo-chines-compra-15-de-produtora-brasileira-de-niobio/>> Acesso em: 07 mai. 2023.

⁵Ver notícia em: <<https://g1.globo.com/economia/noticia/2019/12/12/niobio-g1-visita-em-mg-complexo-industrial-do-maior-produtor-do-mundo.gh.html>> Acesso em: 07 mai. 2023.

A Companhia opera há cerca de 50 anos no setor de extração e desenvolvimento de tecnologias que fazem uso do nióbio. Isso posto, do outro lado do mundo a China compete na importação de nióbio brasileiro com seus vizinhos asiáticos, Coreia do Sul e Japão. Não obstante, ambos os países também formaram um consórcio de companhias para adquirir 15 % da CBMM por cerca de US\$ 1,8 bilhão⁶. Ainda assim, no quesito importação, a China tem aumentado sua presença na compra do nióbio a uma velocidade anual de 10%, tendo seus negócios duplicados nos últimos quatro anos⁷.

Atualmente, na região de Araxá (MG) a CBMM tem operado com a maior mina de nióbio do mundo, com extração de ETR como subproduto do minério de nióbio, e com reservas estimadas em aproximadamente 20 milhões de toneladas. Ademais, existem projetos em andamento nas cidades de Poços de Caldas (MG), Minaçu (GO) e Tapira (MG) e Pitinga (AM) (AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO, 2019).

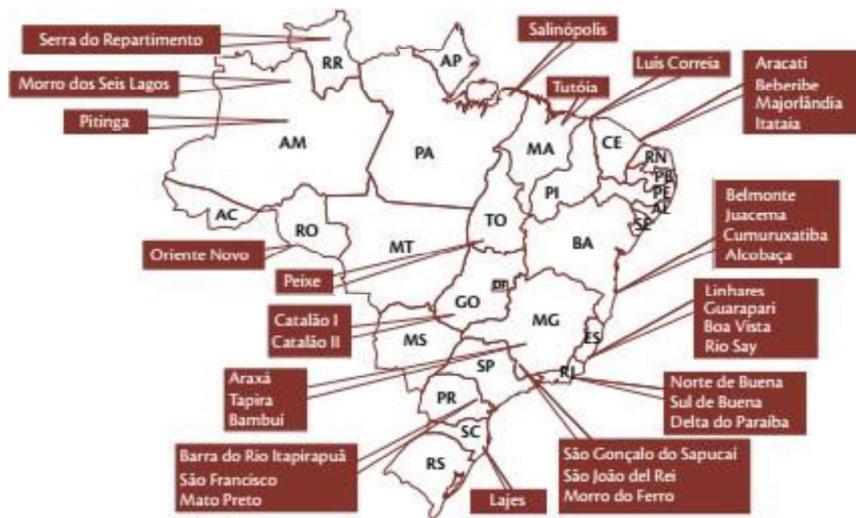
O investimento na utilização dos resíduos da mineração do nióbio tem sido capitalizado pelo governo de Minas Gerais e a demanda pelos elementos presentes nesses resíduos, bem como sua procura por parte de importadores externos, tem sido vital para o estímulo a investimentos externos no país e para a alavancagem da produção nacional dos ETR.

Não vai em demasia repisar que o Brasil possui alto potencial para depósitos leves e pesados de ETR, e a tendência é que as reservas brasileiras aumentem com o andamento de novos projetos de exploração. Na figura 6, algumas estimativas de novas ocorrências de terras-raras no Brasil.

⁶ Ver notícia em: <<https://ibram.org.br/noticia/chineses-pagam-us-195-bi-por-15-da-cbmm/>> Acesso em: 06 mai. 2023.

⁷Ver notícia em: < <https://ibram.org.br/noticia/china-detem-15-da-producao-brasileira-de-niobio-metal-raro-e-estrategico/>>. Acesso em: 05 mai. 2023.

Figura 6: Ocorrência de Terras Raras no Brasil (dados de 2013)



Fonte: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (2013)

Mister sublinhar que, atualmente, o Brasil não dispõe de lavras de ETR, e a produção existente está restrita à recuperação e comercialização dos minérios acumulados nos pátios das Indústrias Nucleares Brasileiras (INB), que suspendeu a extração da monazita em 2010. Nessa senda, de acordo com relatório da INB, em 2020 havia, aproximadamente, 1.179 toneladas de materiais estocadas, dentre as quais se encontram materiais radioativos resultantes do processamento químico de areias monazíticas (INDÚSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL, 2020).

Em suma, em se tratando do desenvolvimento de uma cadeia produtiva de alto valor agregado, tem-se que o potencial exploratório de ETR se encontra em Minas Gerais (MG), no município de Araxá, estando tais elementos associados, majoritariamente, ao nióbio. Por sua vez, essa junção de elementos estratégicos pode representar uma excelente oportunidade para o setor mineral brasileiro, sobretudo com a implantação de um programa que leve ao desenvolvimento de pesquisas científicas voltadas ao fomento de cadeias produtivas de produtos de alto valor agregado.

4.3 PERSPECTIVAS DE REGULAÇÃO DO MERCADO DE ETR NO BRASIL

Ao se falar em perspectivas de regulação de um mercado tão específico como o é dos ETR, deve-se partir da ideia de que nos últimos anos, o setor de mineração passou por sensíveis mudanças no tocante a sua regulação. De modo geral, as mudanças foram iniciadas com a apresentação do Novo Código da Mineração pelo Poder Executivo em 2009, bem como

com o Decreto nº 9.406/2018. A partir dos diplomas citados, foi promovida a atualização do marco regulatório voltado ao contexto do mercado da mineração.

Dentre as principais modificações, destacam-se a extinção do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) e a criação da Agência Nacional da Mineração (ANM) para substituí-lo; a ampliação do tempo de pesquisa; a criação do Conselho Nacional de Política Mineral (CNPM); modificações na base de cálculo da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM) e, por fim, a revisão de requisitos e/ou procedimentos para a concessão da atividade minerária.

Nesse panorama, a indústria dos ETR e as atividades voltadas a implantação da cadeia produtiva e da aplicação de tais elementos passaram a cumprir os mesmos regramentos e requisitos legais, ambientais e de segurança, das demais indústrias do setor de mineração como um todo. O que há de específico no caso dos ETR é que, no ano de 2014, o Senado Federal aprovou o Projeto de Lei nº 529/2013, que instituiu o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico dos Minerais de Elementos Terras-Raras e à Criação de Cadeia Produtiva (PADETR)⁸.

O Projeto de Lei nº 8325/2014 que tem como escopo assegurar o domínio científico e tecnológico de todas as fases de produção dos ETR, foi aprovado por unanimidade nas comissões de Ciência e Tecnologia e Minas e Energia⁹, porém atualmente se encontra parado na Comissão de Finanças e Tributação da Câmara Federal.

Vale mencionar, ademais, que no ano de 2021 passou a tramitar no Senado Federal o Projeto de Lei nº 2.210, que institui a Política Nacional de Fomento ao Desenvolvimento Tecnológico da Cadeia Produtiva dos Minerais Componentes dos Elementos Terras-Raras (PADT)¹⁰. Atualmente, este projeto se encontra na Relatoria da Comissão de Meio Ambiente, com última tramitação datada de 14 de março de 2023, e é muito semelhante ao PADETR, contudo dedica prioridade no licenciamento ambiental da produção mineral dos ETR, prevendo ainda um fundo específico para fomentar o desenvolvimento da cadeia produtiva de tais elementos.

O próprio Plano Nacional de Mineração 2030 (PNM) ao reconhecer a importância estratégica dos ETR, sobretudo pela crescente utilização dos insumos em novas tecnologias, suscitou que o Brasil não deve se limitar a descoberta dos minérios e sua extração, mas deve apostar no desenvolvimento de uma cadeia produtiva.

⁸Ver mais em: <<https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/115774>>. Acesso em: 27 abr. 2023.

⁹Ver mais em: <<https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=860919>>. Acesso em: 13 abr. 2023.

¹⁰Ver mais em: <<https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/148827>>. Acesso em: 13 abr. 2023.

Uma segunda situação é a dos minerais que deverão crescer em importância nas próximas décadas por sua aplicação em produtos de alta tecnologia. As terras-raras, o lítio, o cobalto, o tântalo, entre outros denominados de materiais “portadores do futuro”. A produção mundial desses minerais se dá em quantidades da ordem de dezenas de milhares de toneladas, com alto valor unitário. A estratégia aqui não deve se limitar à descoberta e produção destes bens minerais no País. Os países desenvolvidos desprovidos desses recursos minerais os importam em bruto ou beneficiado e, após processamento, fazem uso deles em produtos de alta tecnologia. A estratégia preconizada vai muito além, com a necessidade de programas específicos coordenados entre governo e setor privado para o desenvolvimento de processos e produtos em cadeias produtivas de alto valor agregado, eventualmente atuando em determinados nichos, em um ambiente de intensa competitividade internacional. É neste contexto que os importantes recursos identificados de terras-raras no Brasil, com teores e reservas elevados, deverão merecer uma atenção muito especial e a implantação de um amplo programa de PD&I. (BRASIL, 2010, p. 64).

Nesse diapasão, o novo marco regulatório para a indústria mineral dos ETR, se aprovado, pode ser responsável por estimular a exploração e produção em todo o país, ampliando o investimento em pesquisa científica e tecnológica e abrindo espaço para criação de políticas públicas que visem o desenvolvimento de cadeias produtivas de produtos de alto valor agregado.

Malgrado a discussão sobre o referido marco regulatório estar parada em tramitação no Congresso Nacional, a pesquisa acerca dos benefícios econômicos do desenvolvimento de uma cadeia de produção dos ETR não parou. Como exemplo, tem-se que em 2010 foi criado um Grupo de Trabalho Interministerial sobre Minerais Estratégicos, envolvido o Ministério de Minas e Energia (MME) e o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI).

Já em meados de 2011, a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) e a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) realizaram um estudo conjunto a respeito da implantação de uma cadeia produtiva de ímãs de ETR. Somam-se as iniciativas citadas, a importância dos ETR em estudos divulgados pela Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI) entre 2012 e 2015 e pelo Plano Diretor do Centro de Tecnologia Mineral (MCTI) entre os anos de 2011 e 2015 (IBASE, 2021).

Por fim, no que tange a investimento financeiro, em meados de 2018 o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDES) em parceria com a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), aprovou cinco propostas da linha de pesquisa Minerais Estratégicos “Portadores de Futuro” (onde se inserem terras-raras e nióbio) por meio do Programa Inova Mineral. Dois anos após esse financiamento, a FINEP destinou aproximadamente R\$ 10 milhões de reais para o desenvolvimento de produtos inovadores a partir de aplicações de nióbio e ETR (IBASE, 2021).

Como visto no recorte temporal deste capítulo, nas últimas décadas o Estado brasileiro tem buscado legislar sobre a importância dos ETR para o crescimento de sua economia e

desenvolvimento de uma cadeia produtiva mais alargada. Reconhece-se, todavia, que malgrado deter uma das maiores reservas mundiais de ETR, o Brasil não está na lista de principais produtores.

Nesse ínterim, é importante que o Estado brasileiro atue, mediante legislações mais atuais, estimulando o investimento neste ramo minerário, sobretudo dedicando particular atenção ao domínio científico e tecnológico de todas as fases da exploração e industrialização dos ETR.

Repise-se que com o aumento das chamadas “tecnologias verdes”, o cenário dos ETR passou a ser mais otimista, mormente quando evidenciado que a indústria eólica no Brasil tem crescido exponencialmente nas últimas duas décadas. Logo, entende-se que o governo brasileiro deve atuar, sobretudo, no estágio de inovação, desenvolvendo produtos finais baseados em ETR em escala industrial.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme o explanado ao decorrer deste trabalho, o mercado de recursos minerais considerados estratégicos, especialmente o mercado dos Elementos de Terras Raras (ETR), constitui um nicho de grande potencial. Não é a toa que grandes economias mundiais, como a China, têm dedicado importantes investimentos ao setor de mineração, sobretudo voltados à implantação de uma cadeia produtiva de alto valor agregado em seus territórios. Por sua vez, a atuação chinesa na geopolítica dos minerais estratégicos pode servir como exemplo para países que possuem igualmente condições de investir na modernização de suas economias com a produção de manufaturas.

Em se tratando de Brasil, é de salutar importância a iniciativa do governo, através de seus Ministérios, bem como de parcerias firmadas com Universidades, em legislar sobre a importância do mercado mineral para o desenvolvimento econômico nacional. De fato, sérios desafios voltados à dinâmica de regulação do setor de mineração recomendam certa cautela no desenho de um cenário ambiental, mormente após as tragédias ocorridas em Mariana (2015) e Brumadinho (2019).

Não obstante, as características da geopolítica dos recursos minerais estratégicos podem fomentar a indústria brasileira se tornando um setor fundamental para o crescimento do país em longo prazo, principalmente com o encadeamento para frente e para trás na cadeia produtiva de minérios estratégicos de ETR, com a produção de manufatura interna e a importância que esta tem adquirido enquanto setor gerador de progresso tecnológico.

É importante que o Brasil atue através de uma legislação mais incisiva, estimulando o desenvolvimento da atividade econômica em todas as fases da cadeia de produção, a fim de que o mercado tecnológico nacional na produção de bens manufaturados de alto valor agregado possa ser fomentado, mormente levando em consideração que a diversificação e sofisticação das exportações podem servir como alicerce para as vendas externas em patamares altos, caso contrário o país pode incidir no que ficou conhecido como “maldição das *commodities*”.

Entende-se, pois, que o Brasil deve lançar mão de políticas industriais voltadas para o comércio de minérios estratégicos, de modo a alterar tanto a estrutura de participação setorial do mercado de *commodities*, quanto à complexidade dos produtos elaborados pela manufatura interna. Ressalta-se, todavia, que a correlação entre política industrial e desenvolvimento nacional não decorre apenas da existência de uma manufatura grande e diversificada, mas também de uma coordenação entre às políticas tecnológicas, monetárias, fiscais e de investimentos em infraestrutura e educação, que garantam ao país a possibilidade de dar

continuidade ao processo de *catching up*.

Em termos gerais, a industrialização é um fator extremamente importante para o desenvolvimento econômico nacional, isso porque ela responde pela riqueza e geração de emprego e estes dois fatores são extremamente importantes para o sucesso de uma nação. Deste modo, os recursos minerais estratégicos, sobretudo os ETR, gozam de uma importância interna ainda maior que qualquer outro produto que possa existir no mercado mundial, já que existe relação de mútua dependência entre desenvolvimento científico-tecnológico, com o uso dos ETR em vários tipos de produtos internos, e o próprio desenvolvimento econômico que pode ser alcançado pelo Brasil no comércio mundial, enquanto potencial exportador de manufaturas complexas.

Nesse ínterim, reconhece-se que, em que pese à controvérsia ideológica e doutrinária apresentada no primeiro capítulo entre a atividade mineraria e aspectos relativos à preservação ambiental, se realizada de forma responsável e sustentável, mediante práticas de mineração mais eficientes, com estrita observância a dispositivos legais e regulamentos ambientais, a mineração pode funcionar como motor propulsor de um desenvolvimento econômico e social exponencial.

Ao se levar em consideração que o território brasileiro foi naturalmente agraciado pela natureza com uma vasta diversidade de recursos minerais em seu solo, e que o Brasil é detentor de um mercado interno robusto, bem como é reconhecido internacionalmente por sua capacidade de exportador, tem-se que o maior desafio enfrentado pelo país, atualmente, e em sede de atividade mineraria, é deter o domínio tecnológico e científico de todas as fases da atividade, que vão desde a exploração até a industrialização.

Não vai em demasia repisar que na segunda década do século XXI, a pauta de matriz energética voltada para o fomento da “indústria verde” está em alta, e que os Elementos de Terras Raras (ETR) são vastamente utilizados em diversas aplicações, sobretudo em turbinas eólicas e veículos híbridos. Ademais, tais elementos são essenciais para a produção de quase todos os produtos industriais, desde *smartphones* e telas de computador, até nos sistemas de mísseis teleguiados.

Nesse diapasão, os ETR ganham dupla importância para o Estado brasileiro: primeiro porque figuram como componentes essenciais para a indústria de produtos altamente tecnológicos, com o fomento de uma política comercial voltada a ampliação de uma política industrial, de modo que essa se converta em crescimento e desenvolvimento, e depois, porque também são estratégicos e essenciais para o setor de defesa e segurança nacional.

Vale ressaltar, todavia, que a importância do comércio dos minérios estratégicos de ETR para o desenvolvimento econômico nacional depende, *sine qua non*, da capacidade de o

Estado brasileiro de converter a exploração dos recursos minerais estratégicos em políticas industriais que visem o desenvolvimento tecnológico e estimulem a produção de manufatura interna no país, de modo a diminuir a dependência nacional de importações externas advindas dos grandes centros de poder, como da China e dos Estados Unidos (EUA), por exemplo.

Finalmente, são muitas as expectativas em torno da ampliação da atividade exploratória de ETR em território brasileiro. Nessa senda, com o fortalecimento de um marco regulatório específico e os devidos cuidados voltados à fiscalização da atividade, de modo a reduzir o impacto ambiental causado, o desenvolvimento de uma política de conhecimento e capacitação tecnológica pode recolocar o Brasil na posição de grande *player* no mercado mundial de *commodities*.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDER, Simões. **The Observatory of Economic Complexity**. [201-]. Disponível em: < <https://atlas.media.mit.edu/en/>>. Acesso em: 29 jan. 2018.
- ALMEIDA, M; MORAES, C. **Usos e aplicações de Terras Raras no Brasil: 2012-2030**. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2013.
- ANDRADE, R. H. P. **TERRAS RARAS – DNPM**, 2012. Disponível em: <https://sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostra_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=7409>. Acesso em: 02 mai. 2023.
- ANDREWS-SPEED, Philip. **The Rare Earth Case against China at the WTO: Who Wins?** Transatlantic Academy, 2012.
- ANTUNES, Paulo de Bessa. **Dano Ambiental: uma abordagem conceitual**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2005.
- ARAÚJO, M. C. G. de. **Recursos naturais estratégicos como instrumento de poder econômico chinês: o caso dos elementos de terras raras**. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Relações Internacionais - PPGRI) - Universidade Estadual da Paraíba, João Pessoa, 2018.
- ARTIGAS, Priscila Santos. **O dano ambiental e o impacto negativo ao meio ambiente**. Revista do Advogado. Ano XXXVII. Mar. 2017. n. 133.
- AUTY, R. **Sustaining development in mineral economies: the resource curse thesis**. London: Routledge, 1993.
- BACCI, D. L. [et al.]. **Aspectos e impactos ambientais de pedreiras em área urbana**. Revista. Esc. Minas, Ouro Preto, 2006.
- BENJAMIN. Antonio Herman Vasconcelos. **Função Ambiental**. Brasília: BDJur, 2014.
- BLENGINI, G. A. et al. **Study on the EU's list of Critical Raw Materials: final report**. Luxembourg: EC, 2020.
- BOAS, Regina V. V. REMÉDIO JÚNIOR, José Ângelo. VILHENA, Marlene. **Contemporaneidade do direito ambiental e do direito minerário em debate: estudos em homenagem à Professora Consuelo Yatsuda Moromizato Yoshida**. – Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2019.
- BOBBA, S. et al. **Critical Raw Materials for Strategic Technologies and Sector in the EU: a foresight study**. Luxembourg: EC, 2020.
- BORGES, R. **A Integração de Cadeias Produtivas Globais de Exploração Mineral de Terras Raras às Questões Climáticas**. Pontifícia UCMG: MG, 2017.
- BORGES, R. **A Integração de Cadeias Produtivas Globais de Exploração Mineral de Terras Raras às Questões Climáticas**. Pontifícia UCMG: MG, 2017.

BRAGA, G. **A química das terras raras e suas potencialidades**. TCC (Graduação) - Curso de Química, Universidade Federal de São João Del-rei, São João Del-rei, 2014.

BRASIL. CONAMA. **Resolução 01, de 1986**. In Coletânea de Legislação de Direito Ambiental, Constituição Federal. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2008.

_____. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

_____. **Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 2 set. 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm>. Acesso em: 15 mar. 2023.

_____. **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**. Lei de Crimes Ambientais. Disponível em: <https://presrepublica.jusbrasil.com.br/legislacao/104091/lei-de-crimes-ambientais-lei9605-98>. Acesso em: 20 fev. 2023.

_____. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. **Estratégia nacional de ciência tecnologia e inovação 2016/2022**. Brasília: MCTIC, 2016.

_____. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. **Plano de ciência, tecnologia e inovação para minerais estratégicos: 2018-2022**. Brasília: MCTIC, 2018.

_____. Ministério de Minas e Energia. **Plano nacional de mineração 2030**. Brasília: MME, 2011.

_____. **Plano Nacional de Mineração 2030: Geologia, Mineração e Transformação Mineral**. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2010.

_____. **Programa mineração e desenvolvimento: plano de metas e ações 2020/2023**. Brasília: MME, 2020.

_____. Economia mineral – 2017. Disponível em <www.portaldamineracao.com.br>, Acesso em 6 abr. 2023.

BRENNAN, Elliot. **The Next Oil?: Rare Earth Metals**. 2013. Disponível em: <<http://thediplomat.com/2013/01/the-new-prize-china-and-indias-rare-earth-s-cramble/>>. Acesso em: 29 abr. 2023.

BRITO, Luiz Antonio Gomes. **Impactos e danos ambientais na mineração: Diferenciação conceitual e instrumentos de controle para efetivação da tutela doo meio ambiente**. São Paulo: Pontificia Universidade Católica de São Paulo, 2019.

CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2014. **Minerais estratégicos e terras-raras**. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2014.

CASTRO, A. B. **O Brasil tem que se reinventar para tratar com a China**. Folha de S.Paulo, 11 de abril de 2011. (Entrevista concedida à jornalista Claudia Antunes). Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/fsp/mundo/ft1104201109.htm>. Acesso em: 15 fev. 2023.

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

CHARALAMPIDES, G. et al. **Rare earth elements: industrial applications and economic dependency of Europe.** Procedia Economics and Finance, v. 24, 2015.

CIMOLI, M.; DOSI, G.; SITIGLITZ, J. E. **The future of industrial policies in the new millennium: toward a knowledge-centered development agenda.** In: _____. (Ed.) *Industrial Policy and Development: the political Economy of capabilities accumulation.* Oxford: Oxford University Press, 2009.

CONSTANZA, R.; DALY, H. **Toward an ecological economics: modeling ecological.** New York: Elsevier, 1991.

CYPHER, J. **Neoextraccionismo y primarización: términos de intercambio em América del Sur.** In: GIRÓN, A. (Coord.) *Democracia, financiarización y neoextraccionismo ante los desafíos de la industrialización y el mercado de trabajo.* México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Económicas, 2014.

DAVIS, G. A.; TILTON, J. E. **The resource curse.** Natural resources forum. Estados Unidos: Anais, 2005.

EC – EUROPEAN COMMISSION. **Policy and strategy for raw materials.** Brussels: EC, 2017.

ENGEL, V. L. & PARROTA, J. A. **Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais.** In: KAGEYAMA, P. Y.; Oliveira, R. E.; Moraes, L. F. D.; Engel, V. L. & Gandara, F. B. (orgs.) *Restauração ecológica de ecossistemas naturais.* FEPAF. Botucatu, SP. 2003.

ENRÍQUEZ, Maria Amélia R. da S. **Maldição ou Dádiva? Os dilemas do desenvolvimento sustentável a partir de uma base mineira.** Brasília, 2007.

EVARISTO, Jéssica Andrade. **Um estudo sobre a educação ambiental proposta no PCN 2010.** Universidade Estadual de Londrina, 2010.

FARIAS, Cristiano Chaves de; BRAGA NETTO, Felipe Peixoto; ROSENVALD, Nelson. **Novo tratado de responsabilidade civil.** São Paulo: Atlas. 2015.

FERRANTI, D. de et al. **From natural resources to the knowledge economy.** Washington, D.C.: The World Bank, 2002.

FERREIRA, Gabriel Luis Bonora Vidrih; FERREIRA, Natália Bonora Vidrih. **Meio Ambiente e Mineração na Constituição Federal.** Piracicaba: Cadernos de Direito, 2011.

FILHO, Paulo C.; SERRA, Osvaldo. **Terras Raras no Brasil: histórico, produção e perspectivas.** Estudos Avançados, v. 24, 2010.

FIORILLO, Celso Antonio Pacheco. **Curso de direito ambiental brasileiro**. 18. ed. São Paulo, 2006.

FRANKEL, J. A. **The natural resource curse: a survey of diagnoses and some prescriptions**. John F. Kennedy School of Government, Harvard University, 2012.

FURTADO, J. **Muito além da especialização regressiva e da doença holandesa: oportunidades para o desenvolvimento brasileiro**. Novos Estudos: CEBRAP, n.81, 2008.

FUSER, I. **Os recursos energéticos e as teorias das relações internacionais**. In: HAGE, J.A. (org.). A energia, a política internacional e o Brasil. São Paulo: Instituto Memória, 2010.

GAGO, A. D. **The staples trap in developing countries**. In: STAMFORD, J. (Ed.) The Staples Theory: reflections on the lasting significance of Mel Watkins' "a staple theory of economic growth". S. l.: Canadian Centre for Policy Alternatives. 2014.

GERRING, John. **What is a case study and what is it good for?**. American political science review, v. 98, 2004.

GREENWOOD, N.; EARNSHAW, A. **Chemistry of the Elements**, Pergamon Press: Great Britain, 1984.

GSCHNEIDNER Jr., K.A, Capellen. **Two hundred years of Rare Earths**; Rare-earth Information Center/North-Holland: Ames/Amsterdam, 1987.

HERRMANN, H. **Mineração e meio ambiente: metamorfoses jurídico-institucionais**. Tese (Doutorado em Geociências) - Universidade Estadual de São Paulo: São Paulo, 1995.

HUMPHRIES, M. **Rare Earth Elements: The Global Supply Chain**. Washington: Congressional Research Service, 2013.

HURST, C. **China's Rare Earth Elements Industry: What can the west learn?** Institute for the Analysis of Global Security – IAGS, Washington, 2010.

IBRAM. **Rejeitos da Mineração**. 1. ed. Brasília: Instituto Brasileiro de Mineração, 2016.

JOWITT, S. M. **COVID-19 and the Global Mining Industry**. SEG Discovery, Vancouver, n. 122, 2020.

KOLTUN, P.; THARUMARAJAH, A. **Life cycle impact of rare earth elements**. ISRN Metallurgy, 2014.

KUMAR, Aneesh. **Magnets and Magnet Materials: Global Markets**. BBC Publishing, 2017. Disponível em: <https://www.bccresearch.com/market-research/advanced-materials/magnets-magnet-materials-marketsreport.html>. Acesso em: 23 fev. 2023.

LEDERMAN, D.; MALONEY, W. F. **In search of the missing resource curse**. The World Bank, 2008.

LEVKOWITZ, L., Beauchamp-MUSTAFAGA, N. **China's rare earths industry and its**

role in the international market. U.S.–China Economic and Security Review Commission Staff Background, 2010.

LIMA, H. M. de; FLORES, J. C. do C.; COSTA, F. L. **Plano de recuperação de áreas degradadas versus plano de fechamento de mina:** um estudo comparativo. Revista Escola de Minas, v. 59, 2006.

LIMA, P.C. **Terras Raras:** a importância de um plano estratégico. Estudos & Pesquisas. Caderno As Legis, 2011.

LYNAS CORPORATION LTD. **Rare earths: we touch them everyday.** Investor Presentation, 2013.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Direito Ambiental Brasileiro.** 19. ed. São Paulo: Malheiros, 2011.

MARTINS, T. S., Carmo Junior, G. N. R. **Avaliação de Impacto Ambiental:** Uma Revisão Sistemática sob a Ótica Metodológica. Engineering and Science, 2018.

MARTINS, T.; ISOLANI, P. **Terras raras:** aplicações industriais e biológicas. Química Nova, v. 28, nº1, 2005.

MECHI, A.; SANCHES, D. L. **Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo.** Estudos Avançados, v. 24, n. 68, 2010.

MEDEIROS, C. A. de. **Natural resources nationalism and development strategies.** São Paulo, 2012. Disponível em: <http://grupolujan-circus.blogspot.com.br/2012/06/natural-resources-nationalism-and.html>. Acesso em: 04 mai. 2023.

MELO, F. R. **A geopolítica das Terras Raras.** Rev. Carta Inter., Belo Horizonte, v. 12, n. 2, 2017.

MELO, F. R. et al. **A geopolítica da exploração e comercialização de terras raras:** perspectivas de tensões internacionais em segurança e comércio. In: Anais. ABED-PB, 2012.

MILARÉ, Edis. **Reação Jurídica à Danosidade Ambiental:** Contribuição para o delineamento de um microssistema de responsabilidade. PUC/SP: São Paulo, 2016.

_____. **Direito do Ambiente:** a gestão ambiental em foco. Doutrina. Jurisprudência. Glossário. 7. ed. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2011.

MIRANDA, G. S. **Mensuração e Avaliação do Assoreamento do Açude Público de Santa Luzia, PB.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande: Campina Grande, 2007.

MOREIRA, Poliana Machado da Silva. **Impactos socioambientais da atividade mineradora no município de Brumado – BA.** São Cristóvão: SE, 2020.

MORENO, C. **O Brasil made in china:** para repensar as reconfigurações do capitalismo contemporâneo. SP: Fundação Rosa Luxemburgo, 2015.

MORRISON, W.M.; TANG, R. **China's Rare Earth Industry and Export Regime: Economic and Trade Implications for the United States**. US: Congressional Research Service, 2012.

NAMIBIA RARE EARTHS INC. **What are Rare Earths?** Disponível em: <<http://www.namibiarareearths.com/rare-earths.asp>> . Acesso em: 29 mar. 2023.

NSTC – NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY COUNCIL. **Assessment of critical minerals: updated application of screening methodology**. In: subcommittee on critical and strategic mineral supply chains and committee on environment report, natural resources and sustainability. Washington, D.C: United States, 2018.

NYE, Joseph. **O futuro do Poder**. Trad. Magda Lopes. São Paulo: Benvirá, 2012.

PENA, R. **Terceira Revolução Industrial**, 2016. Disponível em <brasilescola.uol.com.br/geografia/terceira-revolucao-industrial.htm>. Acesso em: 26 abr. 2017.

PIMENTEL, G.; PIRES, S. H. **Metodologias de avaliação de impacto ambiental: aplicações e seus limites**. Revista Administração Pública, Rio de Janeiro, v. 26, n. 1, 1992.

PONTES, J. C.; FARIAS, M. S. S.; LIMA, V. L. A. **Mineração e seus reflexos socioambientais: Estudo de Impactos de vizinhança (EIV) causados pelo desmonte de rochas com uso de explosivos**. Revista Polêmica, v. 12, n. 1, 2013.

RAMOS, G.C. **La gran minería en América Latina, impactos e implicaciones**. Acta Sociológica, Cidade do México, v. 54, 2010.

ROCIO, M; SILVA, M; CARVALHO, P; CARDOSO, J. **Terras-raras: situação atual e perspectivas**. BNDES Setorial, nº 35, 2013. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Publicacoes/Consulta_Expressa/Tipo/BNDES_Setorial/201203_11.html> Acesso em: 20 abr. 2023.

RODRIGUES, M. **Monitoramento de cumprimento das condicionantes: o problema das licenças emitidas sem o atendimento integral das condicionantes**, Ribeirão Preto: USP, 2016.

ROMACHELI, Regina de Amorim. **Avaliação de impactos ambientais: potencialidades e fragilidades**. 2009. 96 f.. Dissertação (Mestrado em Economia)—Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

SACHS, J.; WARNER, A. **Natural resources and economic development: the curse of natural resources**. European Economic Review, v.45, 2001.

SALVADOR, A. R, F; MIRANDA, J. de S. **Recuperação de Áreas Degradadas**. Instituto de Educação Tecnológica, 2007.

SANCHEZ, L.E. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos**. 2 ed. São Paulo: Oficina de textos, 2013.

SANTOS, I. D. C. **Avaliação de impacto ambiental e a responsabilidade do Brasil diante da degradação ao meio ambiente.** Interfaces Científicas: Direito, Aracajú, v. 1, n. 2, 2013.

SENADO FEDERAL. **Terras-raras: estratégia para o futuro.** Brasília: Senado Federal, Secretaria Especial de Comunicação Social, 2014.

SENHORAS, E.; MOREIRA, F.; VITTE, C. **A agenda exploratória de recursos naturais na América do Sul: da empiria à teorização geoestratégica de assimetrias nas relações internacionais.** In: ENCUESTRO INTERNACIONAL DE GEÓGRAFOS DE AMÉRICA LATINA, Montevideo: EGAL, 2009.

SERRA, O. **Terras raras: Brasil x China.** Journal of the Brazilian Chemical Society, São Paulo, 2011.

SILVA, José Afonso da. **Curso de Direito Constitucional Positivo.** 30. Ed. São Paulo: Malheiros, 2008.

SINOTT, E.; NASH, J.; DE LA TORRE, A. **Natural resources in Latin American and Caribbean: Beyond Booms and Busts.** Washington: The World Bank, 2010.

STATISTA. **Percentage of rare earth oxide reserves worldwide in 2015, by region.** 2015. Disponível em: < <https://www.statista.com/statistics/232911/rare-earths-distribution-of-global-reserves/>>. Acesso em: 14 fev.2023.

TABELA. **Tabela periódica completa.** Disponível em: <https://www.tabelaperiodicacompleta.com/lantanideos/>. Acesso em: 18 mar. 2023.

TSE, Pui-Kwan. **China's rare-earth industry.** U.S. Geological Survey Open-File Report, 2011.

UNITED STATE GEOLOGICAL SURVEY. **Mineral commodity summaries rare earths.** Reston: USGS, 2016.

USDE – UNITED STATES DEPARTMENT OF ENERGY. **Critical materials strategy.** Washington: DOE, Dec. 2011

USGS – UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **Use of raw materials in the United States from 1900 through 2014.** USGS, 2017. Disponível em: <<https://bit.ly/3kcqTQ8>>. Acesso em: 20 abr. 2023.

VIEIRA, F. V.; AVELLAR, A. P. M. de; VERÍSSIMO, M. P. **Indústria e crescimento: análise de painel.** São Paulo: Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo, 2013.

VILLA VERDE, Flávia Romano; SANTOS, Priscila Rohem; LOURENÇO, Alexandre Lopes. **Terras raras.** Rio de Janeiro: Instituto Nacional da Propriedade Industrial – INPI, 2016.

WATKINS, M. A. **Staple Theory of Economic Growth (1963).** In: GRANT, H.; WOLFE, D. (Ed.) **Staples and Beyond: select writings of Mel Watkins.** Montreal, Canada: McGill-

Queens University Press, 2006.

WEBER, David. **Terres Rares**: avenir industriel et future richesse de l'Europe? Puteaux: Les Éditions du Net, 2012.