

# PRODUÇÃO INDUSTRIAL E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: UMA ANÁLISE DO SEGMENTO ELETROINTENSIVO NO BRASIL

*INDUSTRIAL PRODUCTION AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT: AN ANALYSIS OF THE ELECTROINTENSIVE SEGMENT IN BRAZIL*

*PRODUCCIÓN INDUSTRIAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE - ANÁLISIS DEL SEGMENTO ELECTROINTENSIVO EN BRASIL*

**FABRÍCIO QUADROS BORGES, Dr.** | IFPA - Instituto Federal do Pará, Brasil

**MARIA JOSÉ BUCHALL SILVA, Me.** | UNAMA - Universidade da Amazônia, Brasil

## RESUMO

O objetivo deste artigo é o de analisar estrategicamente a produção industrial eletrointensiva enquanto contribuinte ao processo de desenvolvimento sustentável no país. A relevância desta investigação reside na possibilidade de levantamento de subsídios à tomada de decisão no ambiente público, para o atendimento das demandas sociais conforme as bases do desenvolvimento sustentável. A metodologia, de caráter qualitativo, exploratório e descritivo, aborda a produção industrial mineral no Brasil, por meio de uma análise multidimensional, baseada no tripé do desenvolvimento sustentável. Nesta perspectiva, a técnica de pesquisa utilizada foi a Análise de Conteúdo e o recorte temporal, entre 2018 e 2022. O estudo concluiu que a indústria eletrointensiva no Brasil, por meio das indústrias minerais, não contribui razoavelmente aos esforços endereçados a promoção do desenvolvimento sustentável no país. O segmento mineral brasileiro se apresenta incapaz de agregar efetiva e proporcionalmente valor à produção mineral e não traduz o seu elevado perfil de consumo de eletricidade em resposta às demandas da sociedade brasileira, em decorrência dos altos benefícios fiscais ofertados a este segmento, da natureza primária voltada à exportação por meio de subfaturamento de seus insumos, e da competitividade artificial em que o setor se sustenta.

## PALAVRAS-CHAVE

Setor mineral, consumo de eletricidade, sustentabilidade.

## ABSTRACT

*The purpose of this article is to strategically analyze electro-intensive industrial production as a contributor to the sustainable development process in the country. The relevance of this investigation lies in the possibility of raising subsidies for decision-making in the public environment, in order to meet social demands according to the bases of sustainable development. The methodology, of a qualitative, exploratory and descriptive nature, approaches the industrial mineral production in Brazil, through a multidimensional analysis, based on the tripod of sustainable development. In this perspective, the research technique used was Content Analysis and the time frame, between 2018 and 2022. The study concluded that the electro-intensive industry in Brazil, through the mineral industries, does not reasonably contribute to efforts aimed at promoting sustainable development in the country. The Brazilian mineral segment is incapable of effectively and proportionally adding value to mineral production and does not translate its high profile of electricity consumption in response to the demands of Brazilian society, due to the high tax benefits offered to this segment, due to its primary nature to exports through under-invoicing of its inputs, and the artificial competitiveness on which the sector is sustained.*



## **KEYWORDS**

*Mineral sector, electricity consumption, sustainability.*

## **RESUMEN**

*El objetivo de este artículo es analizar estratégicamente la producción industrial electrointensiva como contribuyente al proceso de desarrollo sostenible del país. La relevancia de esta investigación radica en la posibilidad de subsidiar la toma de decisiones en la esfera pública, para atender las demandas sociales de acuerdo con los fundamentos del desarrollo sostenible. La metodología, cualitativa, exploratoria y descriptiva, aborda la producción industrial de minerales en Brasil a través de un análisis multidimensional basado en el trípode del desarrollo sostenible. Desde esta perspectiva, la técnica de investigación utilizada fue el Análisis de Contenido y el marco temporal se situó entre 2018 y 2022. El estudio concluyó que la industria electro-intensiva en Brasil, a través de las industrias minerales, no contribuye razonablemente a los esfuerzos para promover el desarrollo sostenible en el país. El segmento mineral brasileño es incapaz de agregar valor efectiva y proporcionalmente a la producción mineral y no traduce su perfil de alto consumo de electricidad en una respuesta a las demandas de la sociedad brasileña, como resultado de los altos beneficios fiscales ofrecidos a este segmento, el carácter primario orientado a la exportación a través de la subfacturación de sus insumos y la competitividad artificial.*

## **PALABRAS CLAVE**

*Sector minero, consumo de electricidad, sostenibilidad*

## 1. INTRODUÇÃO

A produção industrial é um dos grandes vetores do crescimento econômico do Brasil. A cada R\$1,00 produzido no setor industrial brasileiro é gerado R\$2,40 para a economia do país. Para se ter uma ideia mais precisa, no setor agrícola, a cada R\$1,00 produzido, R\$1,66 é gerado e no setor comercial, R\$1,49 (CNI, 2023). O setor industrial emprega cerca de nove milhões de trabalhadores no Brasil, o que equivale a 20,4% dos postos de trabalho formais no país (CNI, 2023). A indústria brasileira responde por 35% da energia elétrica consumida no país (EPE, 2021). A possibilidade de redução de custos de produção na atividade industrial está diretamente relacionada a diminuição do consumo de energia elétrica, na medida em que a eletricidade está dentre os três maiores custos de organizações brasileiras (CNI, 2023).

A produção industrial mineral, em particular, compreende uma atividade promotora de desenvolvimento econômico e modificou a realidade de vários países, como Estados Unidos e Austrália (BORGES; BORGES, 2011). A atividade mineral impulsiona a constituição da cadeia de produção, do processo de transformação mineral e produtos oriundos desta indústria. O ambiente da atividade mineral envolve insumos fundamentais em vários setores produtivos da indústria, de maneira a serem empregados na construção civil, cerâmica, metalurgia, fertilizantes, e vários outros. Todavia, a produção mineral consome grande volume de energia elétrica. Este perfil ocorre em virtude desta produção estar vinculada a atividades eletrointensivas, isto é, aquelas que demandam de grandes quantidades de eletricidade para operar máquinas, equipamentos e processos industriais. Dentro do segmento mineral, os segmentos de metalurgia, de produtos minerais não metálicos, o de produtos metálicos e o de extração de minerais metálicos respondem juntos por 41,9% do consumo de energia elétrica, dentre as indústrias brasileiras, o que equivale a 74.993 GWh (EPE, 2022).

A natureza das atividades econômicas, seja ela industrial, comercial ou agrícola, e os seus respectivos perfis de consumo de energia elétrica exercem reflexos dos mais variados diante dos processos de desenvolvimento de regiões e países. O referencial normativo vigente, de desenvolvimento, o sustentável, procura observar aspectos não apenas econômicos, mas também sociais e ambientais na intenção de favorecer ações mais sustentáveis e estrategicamente contribuintes ao atendimento das demandas da sociedade.

Neste sentido, o setor elétrico brasileiro, que engloba

inúmeras políticas de investimento direcionadas ao progresso econômico e o aperfeiçoamento da qualidade de vida da população, possui papel fundamental diante do desafio da sustentabilidade. O desenvolvimento de uma nação está atrelado ao progresso de seu setor elétrico, pois este insumo é diretriz ao aperfeiçoamento de vários outros setores fundamentais como educação, telecomunicações, alimentação, saúde, transporte e outros.

A dinâmica de ampliação econômica de um país está vinculada ao crescimento na oferta de eletricidade produzida a partir de investimentos no setor de energia elétrica (REIS; FADIGAS; CARVALHO, 2012; NARAYAN; DOYTCH, 2017). Contudo, o debate internacional aborda aspectos relacionados ao perfil da intensidade do consumo da eletricidade gerada e sua contribuição à melhoria da qualidade de vida das populações em bases sustentáveis. Nesta perspectiva, este estudo questiona a contribuição estratégica da produção industrial eletrointensiva ao processo de desenvolvimento sustentável no Brasil. Parte-se de duas hipóteses básicas. Na primeira, a produção industrial energointensiva no Brasil, apesar do elevado consumo de energia e dos impactos socioambientais decorrentes da atividade, agrega de maneira consistente ao processo de desenvolvimento sustentável do país. Na segunda hipótese, a produção industrial eletrointensiva brasileira não se constitui em uma atividade que contribua razoavelmente ao processo de desenvolvimento sustentável no Brasil.

O estudo, portanto, possui o objetivo de analisar estrategicamente a produção industrial eletrointensiva enquanto contribuinte do processo de desenvolvimento sustentável no país. Esta investigação, além desta introdução, está dividida em quatro partes a saber: a produção industrial eletrointensiva e o desenvolvimento sustentável; estratégia metodológica, resultados e discussões e considerações finais.

## 2. A PRODUÇÃO INDUSTRIAL ELETROINTENSIVA E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Esta seção versa sobre a base teórica deste estudo e se utilizará das seguintes abordagens: o setor elétrico, enquanto vetor de desenvolvimento de regiões e países; o referencial normativo do desenvolvimento sustentável, enquanto modelo do atual processo de desenvolvimento; e o setor industrial mineral brasileiro, enquanto perspectiva de contribuição ao desenvolvimento sustentável brasileiro.

O setor elétrico constitui-se em uma organização social composta de relações sistêmicas que envolvem desde o processo de transformação da energia primária até a utilização final por tipo de consumidor. Estas relações são constituídas entre os componentes do setor elétrico: geração, transmissão e distribuição. Conforme Reis et al. (2012), a geração de energia elétrica compreende todo o processo de transformação de uma fonte primária de energia em eletricidade e representa uma parte bastante significativa dos impactos ambientais, socioeconômicos e culturais dos sistemas de energia elétrica. A energia elétrica gerada nas centrais percorre um longo caminho até o seu local de utilização. Este percurso envolve os sistemas de transmissão, que interligam a geração aos centros de carga. A distribuição, por fim, compreende a rede que interliga a transmissão aos locais de consumo final.

Em âmbito geral, a dinâmica de funcionamento do setor energético vincula-se ao aumento do consumo, da produção e dos investimentos. Este último, não detém apenas um papel de criar demanda, mas também o de criar nova capacidade produtiva. Assim, quando o investimento é efetuado, a capacidade produtiva se expande. A expansão da capacidade produtiva, permite a expansão do produto. O crescimento do produto induz à expansão da demanda, o que corresponde a uma melhoria do padrão de vida da população, isto é, em desenvolvimento. Deste modo, o setor elétrico nacional possui, a partir de políticas públicas desenvolvidas pelo Ministério de Minas e Energia, o objetivo de direcionar investimentos, com base nos recursos energéticos, econômicos e tecnológicos disponíveis, ao uso eficiente das variadas fontes de geração de eletricidade, procurando atender as demandas setoriais brasileiras.

A eletricidade, enquanto importante componente de infraestrutura também possui papel estratégico, pois favorece ao funcionamento e à dinamização dos setores de atividade econômica. Hirschman (1961) destaca esta importância no atendimento da produção industrial, da sociedade civil e ainda na formação de um ambiente positivo para novos negócios. A infraestrutura é constituída por serviços básicos onde além da energia cita educação, saúde, transporte, poder judiciário, comunicações e saneamento (HIRSCHMAN, 1961). Neste ambiente de discussão, vários autores procuraram entender os meandros das consequências que um direcionamento estratégico de investimentos em energia elétrica pode gerar para o conjunto do processo de desenvolvimento sustentável.

O debate a respeito do processo de desenvolvimento passou a vincular-se a uma preocupação com as

consequências da degradação do meio ambiente no mundo. Isto ocorreu na década de 1960. A conferência sobre o meio ambiente em Estocolmo e a publicação do trabalho intitulado limites do crescimento, de autoria do Clube de Roma, ambas em 1972, demonstraram a continuidade destas preocupações no início da década de 1970. Em 1973, especificamente, pautado nos princípios desenvolvidos por Sachs, surge a definição de ecodesenvolvimento. Em 1974, no México, a Declaração de Cocoyok, promovida pelas Nações Unidas, discutiu modelos de utilização de recursos, meio ambiente e estratégias de desenvolvimento. Em 1975, o relatório de Dag-Hammarskjold buscava modificações nas estruturas de propriedade de campo (KITAMURA, 1994). O primeiro documento de impacto que mencionava o conceito de sustentabilidade propriamente foi o *The World Conservation Strategy*, lançado no começo da década de 80, mas que não detalhava seu significado, e se limitava ao universo biofísico no que trata das ações sugeridas (KITAMURA, 1994).

No entanto, foi no ano de 1987, por meio do Relatório de Brundtland, que surge com mais detalhamento a ideia de desenvolvimento sustentável. O Relatório de Brundtland define o conceito de desenvolvimento sustentável como um processo de mudança no qual a exploração, a direção de investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional estão em harmonia e elevam o potencial corrente e futuro para reunir necessidades e aspirações humanas (WCED 1991). O conceito de desenvolvimento sustentável do Relatório de Brundtland absorve suas ideias de ecodesenvolvimento, visto que este constitui-se em um desenvolvimento em harmonia com a ecologia, e que tem como base, a valorização da diversidade biológica e cultural, a tomada de decisão local e autônoma, o acesso mais equitativo aos recursos naturais e uma estrutura burocracia descentralizada no Estado, entre outras (SACHS, 1986). A seguir, por meio do Quadro 1, observam-se algumas das principais interpretações do desenvolvimento sustentável, que foram classificadas por dimensão.

O desenvolvimento sustentável, enquanto atual referencial normativo de desenvolvimento, deve estar presente em todos os setores de atividade econômica. No setor industrial, os processos de transformação empregados ocasionam frequentemente impactos socioambientais, visto que o segmento industrial compreende atividades produtivas que se vinculam a transformação de insumos para a fabricação de mercadorias.

O ambiente embrionário da indústria foi identificado desde o artesanato direcionado ao consumo próprio

DIMENSÕES DE INTERPRETAÇÃO	FONTES	DEFINIÇÕES DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
PROCESSO INSTITUCIONAL	WCED (1991)	É um processo de mudança no qual a exploração, a direção de investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional estão em harmonia e elevam o potencial corrente e futuro para reunir necessidades e aspirações humanas
	Stahel (1995)	É um processo dentro de padrões do sistema capitalista, ou seja, dentro de um ambiente institucional de uma economia de mercado.
	Ribeiro (2021)	É um modelo econômico que busca conciliar institucionalmente desenvolvimento econômico à preservação e manutenção dos recursos naturais disponíveis.
PROPOSTA CIVILIZATÓRIA	Sachs (1986)	Incorpora um processo de mudança civilizatória onde o desenvolvimento se daria em harmonia com a ecologia, e que tem como alicerce a valorização da diversidade biológica e cultural, a tomada de decisão local e autônoma, e o acesso mais equitativo aos recursos naturais.
	Aragón (1997)	É uma proposta de construção de uma nova civilização baseada fundamentalmente na ética com os princípios de prudência, no cuidado e respeito pela diversidade (biológica e cultural), a solidariedade, a justiça e a liberdade.
FORMULAÇÃO CONTRADITÓRIA	Redclift (1987)	A ideia desta nova ordem de desenvolvimento, entretanto, ignora as correlações de forças que são atuantes no mercado mundial,
	Kitamura (1994)	Definição vinculada a uma ética que incorpora tanto os valores ecológicos quanto espirituais. O problema reside no fato de que os interesses econômicos não são submissos às noções de ética, além de promover uma reestruturação do poder.
	Fenzl (1997)	O conceito convive com problemas decorrentes de sua formulação e abstração, assim como de sua diversidade de interpretações pautadas em interesses específicos de seus usuários.
	Spangenberg (2000)	A lógica desta ideia de desenvolvimento ignora os interesses das nações industrializadas em manter a posição de vantagem no panorama internacional.
PROCESSO DE CRESCIMENTO	Alier (1992)	É uma palavra de ordem da nova ecotecnocracia internacional isto é, vincula-se a um processo de crescimento econômico continuado, relacionando sociedade-ambiente e os limites do crescimento mediante um otimismo tecnológico, artifícios econômicos e mecanismos de mercado.
	Bossel (1999)	É um crescimento harmônico contínuo da economia que permita mudanças de estrutura e melhoria nas características do perfil econômico e social, envolvendo prudência ambiental planejada.
	Bruyn; Drunden (2000)	É um processo de crescimento, bastante discutida na pauta política internacional no que se refere às questões pertinentes à distribuição global de uso de recursos e à qualidade ambiental
	Borges (2007)	É um processo ou condição de crescimento contínuo de uma economia, de modo a permitir uma razoável distribuição concreta da riqueza social através da ampliação do acesso das populações à satisfação de necessidades básicas como saúde, educação, energia, água e saneamento.

**Quadro 01:** Dimensões de interpretação do desenvolvimento sustentável.

**Fonte:** Elaboração própria a partir de WCED (1991), Stahel (1995), Ribeiro (2021), Sachs (1986), Aragón (1997), Redclift (1987), Kitamura (1994), Fenzl (1997), Spangenberg (2000), Alier (1992), Bossel (1999), Bruyn; Drunden (2000), Borges (2007).

na Antiguidade. Já a indústria moderna, surgiu com a Revolução Industrial nos Séculos XVIII e XIX, onde os setores da metalurgia, criação de máquinas e tecelagem foram bases de disseminação. A atual indústria contemporânea, por sua vez, caracterizou-se pela produção em escala, intensa mecanização e automação do processo de produção, aumento de produtividade, rendimento máximo das máquinas e pela racionalização do trabalho.

As indústrias não estão distribuídas de maneira uniforme em todas as regiões. O produto e a tecnologia utilizados são determinantes nesta distribuição. Assim, a localização destas indústrias está alicerçada por fatores como: insumos, capital, transportes, água, incentivos fiscais e eletricidade. Neste contexto, a utilização da energia elétrica, como uma mercadoria de grande aceitação e para a finalidade industrial, adquiriu relevância destacada no

avanço da maturidade das economias de escala, e a intensidade do uso do insumo energético passa a ser pautada de atenção.

A intensidade de consumo da energia elétrica, por meio dos setores, tem gerado, a cada dia, preocupação aos governos de vários países e o Brasil não é exceção. A seguir, apresenta-se a participação setorial no consumo de eletricidade no Brasil, entre 2018 e 2020 (Quadro 02).

Destaca-se que, apesar de discretas quedas no consumo do setor, em 2019 e 2020, em decorrência da Pandemia da Covid19, o setor industrial respondeu em 2020 por 35% do consumo de energia elétrica no país, maior participação dentre todos os setores.

BRASIL	2018	2019	2020	Participação % (2020)
	474.820	482.226	475.648	100,0
Residencial	137.615	142.781	148.173	31,2
<b>Industrial</b>	<b>169.625</b>	<b>167.684</b>	<b>166.335</b>	<b>35,0</b>
Comercial	88.631	92.075	82.522	17,3
Rural	29.168	28.870	30.908	6,5
Poder público	15.076	15.752	12.764	2,7
Iluminação pública	15.690	15.850	15.463	3,3
Serviço público	15.778	15.958	16.345	3,4
Próprio	3.238	3.257	3.138	0,7

**Quadro 02:** Participação setorial no consumo de energia elétrica no Brasil (2018-2020).

**Fonte:** Elaboração a partir do Anuário Estatístico de Energia Elétrica (EPE, 2021).

No Quadro 03, é possível observar o consumo industrial de energia elétrica no Brasil, por segmento, em 2021, o que destaca a participação da indústria mineral como de perfil eletrointensivo.

SEGMENTO	%	GWh
<b>Metalurgia</b>	<b>24,4</b>	<b>43.613</b>
Produtos alimentícios	13,1	23.417
Químico	10,6	19.024
<b>Produtos minerais não metálicos</b>	<b>8,1</b>	<b>14.547</b>
<b>Extração de minerais metálicos</b>	<b>7,0</b>	<b>12.531</b>
Borracha e material plástico	5,6	9.974
Papel e celulose	5,0	8.937
Têxtil	3,8	6.712
Automotivo	3,6	6.492
<b>Produtos metálicos</b>	<b>2,4</b>	<b>4.302</b>
Outros	16,5	29.551
<b>TOTAL</b>	<b>100,0</b>	<b>179.099</b>

**Quadro 03:** Consumo Industrial de energia elétrica no Brasil, por segmento (2021).

**Fonte:** EPE (2022).

De acordo com a EPE (2022), os segmentos de metalurgia, de produtos minerais não metálicos, o de produtos metálicos e o de extração de minerais metálicos respondem juntos por mais de 40% do consumo de energia elétrica nas indústrias brasileiras, o que corresponde a 74.993 GWh. Este perfil compreende foco de preocupação, tendo em vista que as indústrias minerais brasileiras possuem a maior parte de sua produção voltada para a exportação. Esta produção, de baixo valor agregado, cria cada vez mais um número menor de empregos e reduz gradualmente a competitividade tecnológica. A este

panorama, acrescenta-se que, conforme o Observatório da Mineração (2023), a tarifa cobrada no segmento industrial eletrointensivo é notadamente subsidiada, em até 30% em descontos, se comparada a tarifa cobrada ao segmento residencial.

No caso dos Royalties minerais, que compreendem uma Compensação Financeira pela Exploração Mineral - CFEM paga aos territórios onde ocorrem esta exploração, verifica-se a utilização de um método de mensuração com alíquotas fixadas sem critérios técnicos (LIMA, 2013), o que prejudica o cálculo da quantidade extraída de minério.

Desde os últimos anos da década de 2000, o debate internacional, registrado por meio de relatórios sobre a evolução do setor mineral mundial no longo prazo, já apontava que a eficiência da atividade mineral, em responder às demandas da sociedade, tende a depender mais intensamente das políticas públicas (MME/BIRD, 2009). Nos primeiros anos de 2020, diante dos desafios desta atividade por meio das diretrizes imperativas do atual referencial normativo do desenvolvimento sustentável, verifica-se que não houve grandes alterações quanto ao papel que as políticas públicas devem possuir junto a elevação da eficiência na atividade industrial mineral.

### 3. ESTRATÉGIA METODOLÓGICA

Este estudo é classificado quanto aos seus fins e quanto aos meios, conforme a taxionomia de Vergara (2014). Quanto aos fins é exploratória e descritiva. É exploratória na medida em que envolve um levantamento de dados em direção aos meandros das atividades realizadas por empresas minerais brasileiras. E é descritiva no momento em que descreve os impactos destas atividades diante dos desafios do processo de desenvolvimento sustentável no país. Quanto aos seus meios se utiliza de bases bibliográficas e documentais. Bibliográficas, na medida em que identifica, em revisão, publicações sobre o desenvolvimento sustentável, suas aplicações e sobre as bases da atividade mineral no Brasil. Documentais, no momento em que lança mão de dados e informações primárias, por meio de relatórios e pareceres junto a órgãos do setor de energia elétrica. Esta seção, para fins didáticos, foi dividida em: local de estudo e técnicas de pesquisa.

#### 3.1 Objeto de Estudo

O objeto de análise nesta investigação é o segmento da indústria mineral brasileira de perfil energointensivo

POSIÇÃO	EMPRESA	PRODUTO	Nº. DE OPERAÇÕES	VALOR DA PRODUÇÃO (EM R\$)	% NO VALOR DA PMB
1	A	Minério de Ferro	23	164.255.963.993,49	48,43
2	B	Minério de Ferro	5	20.004.211.531,69	5,89
3	C	Minério de Ferro	2	19.098.758.377,08	5,63
4	D	Minério de Ferro	2	18.578.566.815,77	5,48
5	E	Cobre e Ouro	1	7.949.261.276,65	2,34
6	F	Ouro	1	5.234.008.889,36	1,54
7	G	Minério de Ferro	3	5.213.971.404,03	1,54

**Quadro 04:** Maiores empresas de produção mineral no Brasil.

Fonte: Revista Brasil Mineral.

de consumo de energia elétrica e se compõe das maiores empresas de produção mineral do Brasil, conforme a Revista Brasileira de Mineração (2022) (Quadro 04).

Neste contexto, a utilização da energia elétrica como uma mercadoria de grande aceitação e para a finalidade industrial adquiriu relevância destacada no avanço da maturidade das economias de escala. A eletricidade combinada à ciência possibilitou o progresso técnico que, por sua vez, alicerçou o desenvolvimento de novos ramos e processos industriais. É na perspectiva deste perfil que o segmento mineral energointensivo de consumo de eletricidade foi selecionado como local deste estudo.

### 3.2 Técnicas de Pesquisa

A técnica de pesquisa utilizada neste estudo foi a Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011), que é um método de exame de dados de investigações qualitativas. Esta técnica foi escolhida na medida em que procura desenvolver uma análise de dados que descreve e caracteriza a realidade da atividade mineral e seus aspectos econômicos, sociais e ambientais, mas que não possuem condição desejáveis de mensuração desta realidade. A Análise de Conteúdo desenvolvida por Bardin (2011), se divide em três etapas: pré-análise; exploração do material; e tratamento dos resultados, inferências e interpretação (Quadro 05).

Esta subseção foi dividida em três partes a saber: coleta de dados, tratamento de dados e análise de dados.

a) Coleta de dados: O recorte temporal desta investigação para a coleta de dados versou sobre o período de janeiro de 2018 à dezembro de 2022. A escolha deste recorte se deu em decorrência da disponibilidade de dados e informações e pela recentidade do período. Nesta fase foram realizadas as duas primeiras etapas da Análise de Conteúdo: pré-análise e exploração do material. Os órgãos que se constituíram como fontes de consulta foram: Agência Nacional de Mineração - ANM; Confederação Nacional da Indústria - CNI; Empresa de Pesquisa Energética - EPE; Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE; Cadastro Geral de Empregados e Desempregados

ETAPAS	DESCRIÇÃO
PRÉ-ANÁLISE	Compreende a fase de organização para a constituição de um <i>corpus</i> , onde: ocorre a escolha de documentos (relatórios, artigos, notícias, editoriais, e livros), formulação de hipóteses e objetivos; e preparação do material.
EXPLORAÇÃO DO MATERIAL	Constitui-se como a fase de codificação e categorização, que é um ponto fundamental da análise de conteúdo, onde: ocorre a elaboração de categorias e indicadores; definição do quadro teórico; e análises exploratórias.
TRATAMENTO DOS RESULTADOS, INFERÊNCIAS E INTERPRETAÇÃO.	Compreende a fase referente às informações fornecidas pela análise, onde: ocorre tratamento dos resultados de modo a serem significativos e válidos; operações estatísticas; e a elaboração de quadros, figuras e modelos que sintetizem as informações fornecidas pela análise.

**Quadro 05:** Etapas da Análise de Conteúdo.

Fonte: Bardin (2011).

- Caged; Instituto Nacional de Eficiência Energética - INEE; Ministério de Minas e Energia - MME; Balanço Energético Nacional - BEN; Balanço de Energia Útil - BEU; e Agência Nacional de Energia Elétrica - Aneel.

b) Tratamento de dados: Na etapa de tratamento de dados, prezou-se pela organização estratégica dos dados e informações levantadas no processo de coleta de dados, a partir das dimensões econômicas, sociais e ambientais, de maneira a posicionar as atividades verificadas na indústria mineral de consumo energointensivo de eletricidade diante do referencial normativo do desenvolvimento sustentável. O tratamento das dimensões baseou-se em Leoneti et al. (2016), que avaliaram a dimensão ambiental por meio de aspectos relacionados ao ar, água, ocupação da terra, rejeitos e resíduos, energia, materiais, biodiversidade, produtos e serviços (mensurados neste estudo por consumo de energia renovável e impactos). A dimensão social, por meio de práticas de trabalho, cidadania organizacional, parcerias (mensurados nesta investigação, basicamente pelos empregos e uso de eletricidade como apoio a estes empregos). E, por fim, a dimensão econômica, por meio de investimentos (medida neste estudo pelo PIB, exportações e valor agregado). Esta etapa foi ambiente para o desenvolvimento da terceira e última fase da técnica de Análise de Conteúdo,

DIMENSÕES	CATEGORIAS	TOTAL DE CITAÇÕES	
		Produção Industrial	Desenvolvimento Sustentável
ECONÔMICA	Redução gradual da competitividade tecnológica.	9	16
	Contribuinte importante ao PIB do país.	28	25
	Direcionada predominantemente para exportação.	12	19
	Geradora de baixo valor agregado no país.	10	15
SOCIAL	Geradora de empregos diretos e indiretos.	19	17
	Uso de grandes quantidades de eletricidade.	14	38
AMBIENTAL	Consumidora de energia renovável.	21	21
	Promotora de impactos ambientais severos.	12	36
TOTAL		125	187

**Quadro 06:** Aplicação das bases da técnica de pesquisa de Análise de Conteúdo.  
**Fonte:** Elaboração própria.

isto é, a fase de tratamento dos resultados, inferências e interpretação.

c) Análise de dados: Na etapa análise de dados foram examinados os resultados construídos na fase de tratamento e desenvolveu-se uma análise estratégica, propriamente, a respeito da produção industrial energointensiva de energia elétrica enquanto contribuinte, ou não, ao processo de desenvolvimento sustentável no país.

Diante das categorias identificadas a partir da Análise de Conteúdo, esta seção, para fins didáticos, foi dividida em duas etapas de análise. Na primeira realizou-se uma análise do perfil da atividade mineral energointensiva de consumo de eletricidade na intenção de melhor compreender os meandros desta atividade no tocante ao uso da energia elétrica. Na segunda, realizou-se uma análise da atividade mineral a partir das dimensões: econômica, social e ambiental, na intenção de avaliar a contribuição da atividade mineral diante do processo de desenvolvimento sustentável no país.

A seguir, apresenta-se a quantificação do consumo de energia na extração e produção mineral em empresas eletrointensivas (Quadro 07). Os valores consideraram a energia elétrica líquida necessária a operação mineral padrão, incluindo o total das fontes de energia empregadas, isto é, eletricidade e combustíveis de origem fóssil.

A operação de Cominuição ou fragmentação registra o maior consumo percentual de energia elétrica dentre todas as demais operações desenvolvidas pela atividade mineral, 53%. Normalmente a cominuição é a primeira fase do tratamento mineral e objetiva, a partir de uma rocha, liberar o mineral valioso do mineral de sem valor, denominado de ganga. O procedimento reduz o tamanho das partículas da rocha a uma faixa de interesse. A cada

OPERAÇÃO MINERAL	%
Cominuição (separação do mineral valioso)	53
Movimentação de fluidos (filtração e absorção)	22
Extração/exploração (desmonte) do minério,	12
Flotação e centragem	7
Transporte do minério em cinturões	4
Deposição de rejeitos	1
Outras	1
TOTAL	100

**Quadro 07:** Quantificação do consumo de energia na atividade mineral em empresas eletrointensivas.  
**Fonte:** Elaboração própria a partir de CEEC (2023).

operação vinculada a atividade mineral é possível verificar aspectos de natureza econômica, social e ambiental que retratam as relações desta atividade com o referencial normativo do desenvolvimento sustentável. Os aspectos sustentáveis nas indústrias minerais de consumo energointensivo de energia elétrica são demonstrados, a seguir, por meio das dimensões: econômica, social e ambiental (Quadro 08).

Este panorama da produção industrial eletrointensiva revela alguns paradoxos e constatações. Na dimensão econômica, verifica-se que o perfil voltado notadamente para as exportações convive com dois aspectos indesejados: a queda verificada no valor do minério; o perfil primário destas exportações, o que detém menor valor agregado em comparação aos demais setores; e a diminuição paulatina da competitividade tecnológica.

No tocante a elevada competitividade, verifica-se que a mesma está alicerçada em uma variedade de benefícios fiscais que estão alocados nas três esferas públicas, o que proporcionam benefícios simultâneos às empresas que atuam na produção industrial eletrointensiva no

TIPOS DE INDÚSTRIA	ASPECTOS SUSTENTÁVEIS		
	Econômico	Social	Ambiental
INDÚSTRIAS DE EXTRAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Consumo 11% da eletricidade do país.</li> <li>● Gera 3,1% do PIB brasileiro.</li> <li>● Elevado nível de competitividade de mercado.</li> <li>● Utilização de subsídios, incentivos, isenções e regimes tributários especiais desde o início da cadeia produtiva.</li> <li>● Produção voltada predominantemente para a exportação de produto primário.</li> <li>● Redução gradual da competitividade tecnológica.</li> <li>● O valor do minério tem reduzido nos últimos 3 anos em decorrência da diminuição das exportações.</li> <li>● Geração de menor valor agregado em comparação aos demais setores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● A participação destas indústrias no emprego formal do país é de 14,9%.</li> <li>● Registro de inúmeros problemas trabalhistas com demissões, consideradas ilegais pela Justiça do Trabalho.</li> <li>● Dentre o número de empregos gerados por estas indústrias, menos de 20% são formais.</li> <li>● Baixo número de postos de trabalho pela natureza da atividade.</li> <li>● As doenças respiratórias, decorrentes da emissão de particulados, compreende transtorno à saúde dos trabalhadores.</li> <li>● Subfaturamento fiscal da produção mineral, o que gera perda no potencial de arrecadação fiscal brasileiro em favor da sociedade.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● A base de geração da energia elétrica utilizada na produção é 53% oriunda de fontes poluentes.</li> <li>● Emissão de pó preto que degrada a qualidade do ar.</li> <li>● Emissão de dióxido de carbono, metano, óxido nítrico e óxidos de nitrogênio.</li> <li>● Quando não recebem destinação correta, os resíduos sólidos destas indústrias, podem acarretar uma série de problemas ambientais.</li> <li>● Acidentes com resíduos industriais, incluindo os transportes, são frequentes.</li> <li>● O consumo de eletricidade por estas indústrias é extremamente elevado, o que destaca o seu papel de contribuinte aos impactos socioambientais.</li> </ul>

**Quadro 08:** Aspectos sustentáveis na produção industrial de consumo eletrointensivo.  
**Fonte:** Elaboração própria a partir de BNDS (2023), CNI (2021), IPEA (2021).

Brasil. A tarifa praticada ao setor industrial eletrointensivo é grandemente subsidiada, em até 30% em benefícios, se comparada a tarifa praticada ao setor residencial (OBSERVATÓRIO DA MINERAÇÃO, 2023).

A contribuição deste segmento ao PIB brasileiro é importante, mas perde força se for considerado o perfil intensivo de consumo de eletricidade. Como bem destaca a EPE (2022), o segmento industrial eletrointensivo, por meio da indústria mineral, responde por mais de 2/5 do

consumo industrial de eletricidade no Brasil. Em outras palavras, grande parte da eletricidade consumida no país, não atende as demandas sociais do país, mas aos principais importadores desta eletricidade. Nesta perspectiva de atendimento de demandas sociais no Brasil, apresenta-se, a seguir, o panorama da dimensão social nesse estudo.

Na dimensão social, verifica-se no âmbito dos empregos gerados neste segmento industrial que, apesar de ser responsável por cerca de 15% dos empregos formais do

país, o segmento convive com os numerosos problemas, dentre eles: impasses trabalhistas com desligamentos considerados ilegais; uma representatividade de apenas 1/5 de formalidade empregatícia, considerando a totalidade de empregos gerados neste segmento; e o registro de doenças respiratórias, decorrentes da emissão de particulados, que atingem severamente à saúde dos trabalhadores daquele segmento (IPEA, 2021).

Na dimensão ambiental, o estudo aponta que o segmento industrial eletrointensivo registra mais de 50% de sua base de produção de eletricidade a partir de fontes poluentes, onde a emissão de dióxido de carbono, metano, óxido nitroso e óxidos de nitrogênio, prefiguram como componentes desta poluição. O perfil eletrointensivo deste segmento também funciona como agravante ambiental visto que aumenta a responsabilidade proporcional pelos impactos ambientais decorrentes da prática desta atividade industrial.

É importante destacar aqui, a oportunidade ímpar de reflexão dialética deste estudo, onde a contraposição de ideias alicerçadas pela tensão de opostos e por severas contradições econômicas, sociais e ambientais, permeia a análise do papel do setor elétrico no desenvolvimento sustentável nacional. Neste sentido, destaca-se o direcionamento dos recursos energéticos favoráveis às elites, em detrimento das necessidades de melhoria do padrão de vida dos brasileiros; e a manutenção de um perfil eletrointensivo insustentável para a desenvolvimento socioambiental e até econômico se forem considerados os subsídios alocados neste segmento de atividade eletrointensiva.

Entretanto, a maior das contradições reside no próprio entendimento do que seria desenvolvimento sustentável, que é inicialmente desenhado a partir de um ideário de progresso socioambiental e constatado a partir de alicerces economicistas. Como bem observavam Kitamura (1994) e Fenzl (1997), ainda nos anos de 1990, o problema reside no fato de que os interesses econômicos não são submissos às noções de ética, além de promover uma reestruturação das relações de poder.

Observa-se, a seguir, por meio da Figura 1, a dinâmica dos fluxos de operação na conexão entre o setor de energia elétrica, o setor industrial mineral e as demandas da sociedade brasileira. A dinâmica dos fluxos de operação demonstra que os investimentos em recursos energéticos, realizados pelo setor de energia elétrica brasileiro, gera a criação capacidade produtiva na indústria mineral. Esta criação de capacidade produtiva promove a expansão da oferta de minério. Esta expansão de oferta do

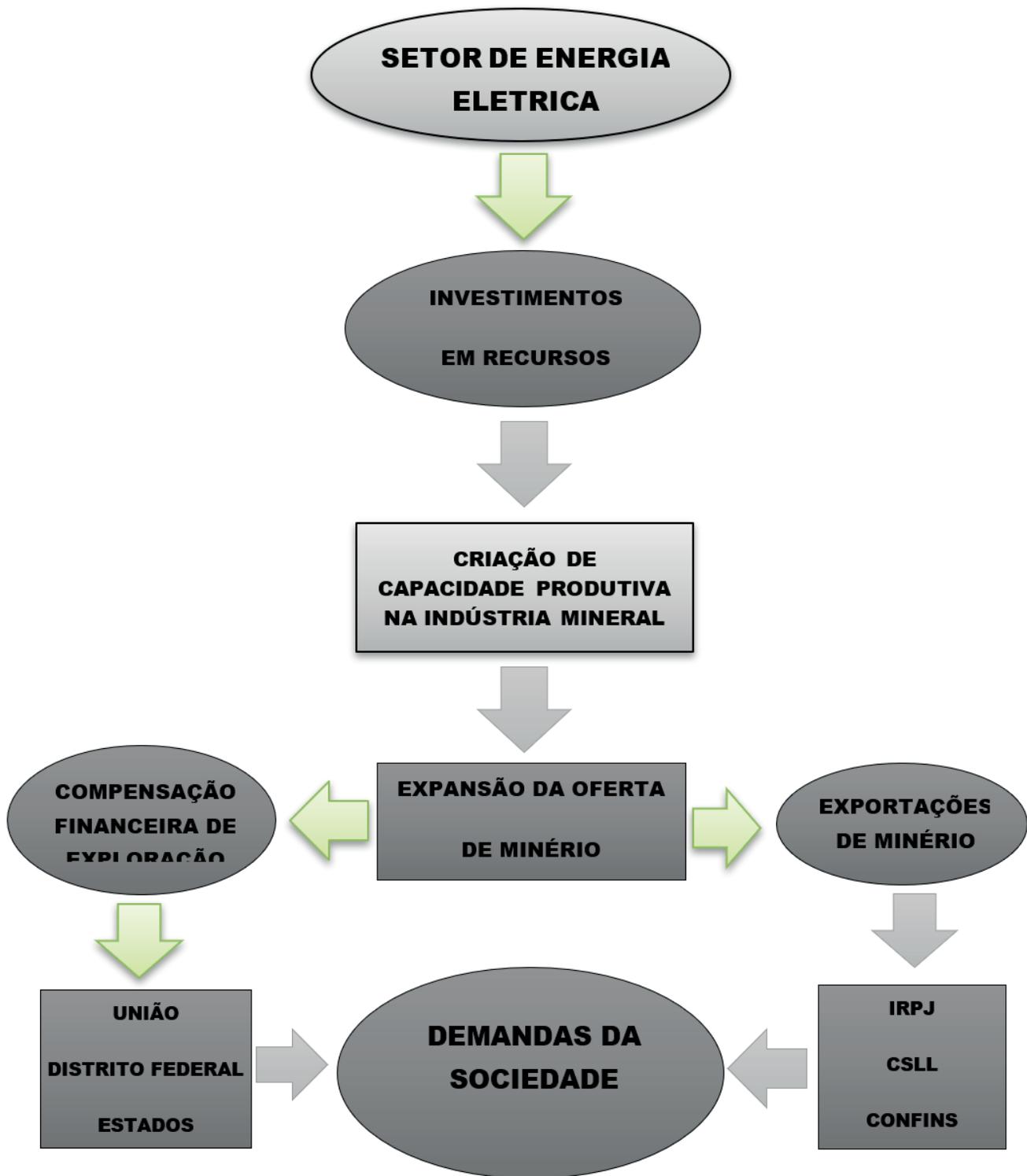
produto mineral não se traduz diretamente atendimento das demandas sociais, na medida em que seguem dois fluxos.

No primeiro fluxo, ocorre uma Compensação Financeira de Exploração Mineral - CFEM, que é uma contrapartida financeira paga pelas indústrias minerais para a União, para os Estados federativos, para o Distrito Federal e para os Municípios pelo uso econômico dos recursos minerais nestes territórios. Contudo, a CFEM pela produção mineral no Brasil, como bem observa Lima (2013), se utiliza de uma metodologia de cálculo com alíquotas fixadas sem critérios técnicos e ainda não permite a justa apropriação pela sociedade dos lucros extraordinários de algumas jazidas operadas por grandes empresas. Panorama que permanece nos primeiros anos de 2020.

No segundo fluxo, o minério é exportado para os seguintes países: China, Malásia, Japão, Países Baixos, Omã, Barein, Coreia do Sul, Turquia, França e Argentina. A China fica com o maior percentual das exportações brasileiras de minério, 59% (IBRAM, 2023). Todavia, empresas na Suíça é que são as compradoras de 90% do valor exportado de minério pelo Brasil; o que ocorre é um procedimento de indústrias minerais do Brasil venderem a preços subfaturados para intermediárias suas na Suíça, que por sua vez, realizam a revenda final a preços de mercado aos destinatários finais da commodity, mesmo sem o minério entrar em território suíço (IJF, 2023). O produto desse subfaturamento é a diminuição de receitas nas indústrias minerais exportadoras do Brasil e conseqüente perda no potencial de arrecadação fiscal brasileiro. Os impostos que incidem na exportação mineral são: Imposto de Renda Pessoa Jurídica - IRPJ; Contribuição Social sobre Lucro Líquido - CSLL; Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social - Confins; Programa de Integração Social - PIS/PASEP; Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual, Intermunicipal e de Comunicação - ICMS.

Em suma, a dinâmica dos fluxos de operação na conexão entre o setor de energia elétrica, o setor industrial mineral e as demandas da sociedade brasileira auxilia no entendimento e em uma razoável mensuração de perdas desde os investimentos operados pelo setor elétrico brasileiro até o atendimento das necessidades da população brasileira.

Nesta perspectiva, destaca-se que a hipótese contemplada nesta investigação é a de que a produção industrial eletrointensiva brasileira não se constitui em uma atividade que contribua razoavelmente ao processo de



**Figura 01:** Dinâmica dos fluxos de operação na conexão entre o setor de energia elétrica, o setor industrial mineral e as demandas da sociedade brasileira.  
**Fonte:** Elaboração própria.

desenvolvimento sustentável no Brasil. Trata-se de uma realidade que carece de ajustes pertinentes ao estímulo de mecanismos que direcionem estrategicamente o perfil industrial brasileiro a ser contribuinte à desconcentração de renda e à elevação do rendimento energético da eletricidade no país.

Esta necessidade de ajustes deve residir no ambiente das políticas públicas, visto que a eficiência da exploração mineral, em responder às demandas da sociedade, tende a depender mais intensamente das políticas públicas (MME/BIRD, 2009). Esta constatação, registrada originalmente nos últimos anos da década de 2000, por meio de

DIMENSÃO	PROPOSTA DE AÇÃO
<b>ECONÔMICA</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Estimulo à mecanismos que direcionem o perfil industrial brasileiro para a condição de contribuinte à desconcentração de renda, isto é, promovendo alterações na composição das exportações da indústria pesada.</li><li>2. Promoção de incentivos à eficiência energética buscando a redução da dependência de importações energéticas.</li><li>3. Redução dos exagerados subsídios direcionados à indústria mineral brasileira.</li></ol>
<b>SOCIAL</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Ampliação do uso de fontes de geração alternativas à fonte hídrica como catalizadoras de empregos diretos e indiretos.</li><li>2. Redução da jornada de trabalho nas indústrias energointensivas para gerar novos postos de trabalho.</li><li>3. Favorecimento de incentivos à eficiência energética na intenção de criar empregos no setor.</li></ol>
<b>AMBIENTAL</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Incorporação de dispositivos compensatórios dos custos ambientais no setor a partir de mecanismos contábeis de formação de preços.</li><li>2. Implementar investimentos em eficiência energética com o propósito de reduzir níveis de poluição.</li><li>3. Subsídios ao início das operações de geração de fontes de energia alternativa no setor, notadamente a solar e biomassa.</li></ol>

**Quadro 09:** Estrutura para orientação de políticas públicas ao setor industrial eletrointensivo, por dimensão.

**Fonte:** Elaboração própria.

relatórios internacionais sobre a evolução do setor mineral mundial no longo prazo, continua se mantendo como um axioma nesta temática. A seguir, apresenta-se uma estrutura para orientação de políticas públicas ao setor industrial eletrointensivo, por dimensão (Quadro 09).

As propostas de ações dentro do ambiente do setor industrial eletrointensivo, consideraram as dimensões econômica, social e ambiental, por comporem o tripé do desenvolvimento sustentável. A concepção destas propostas parte do princípio de que a eficiência da atividade industrial, em responder às demandas da sociedade, tende a depender mais notadamente das políticas públicas.

Nesta perspectiva, o levantamento de subsídios ao processo de tomada de decisão no setor elétrico e no setor industrial, deve estar alinhado estrategicamente às bases do referencial normativo vigente, que é o do desenvolvimento sustentável.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do desafio que questiona a contribuição estratégica da produção industrial eletrointensiva ao processo

de desenvolvimento sustentável no Brasil e ainda procura levantar subsídios à tomada de decisão no ambiente público do segmento de eletricidade a luz das dimensões da sustentabilidade, o estudo inferiu que o segmento industrial mineral brasileiro, por meio de seu perfil eletrointensivo, não contribui razoavelmente aos esforços endereçados ao processo de desenvolvimento sustentável no país.

O setor mineral brasileiro se apresenta incapaz de agregar efetiva e proporcionalmente valor à produção mineral e não traduz o seu elevado perfil de consumo de eletricidade em resposta às demandas da sociedade brasileira, em decorrência dos altos benefícios fiscais ofertados a este segmento, da natureza primária voltada à exportação por meio de subfaturamento de seus insumos, e da competitividade artificial em que o setor se sustenta.

O produto desta investigação detém condições de contribuição ao processo decisório no segmento de energia elétrica, pois a compreensão multidimensional dos meandros que envolvem as relações entre a produção industrial eletrointensiva e o desafio do desenvolvimento sustentável são instrumentos que podem ser capazes de identificar estratégias eficazes ao enfrentamento dos gargalos no tocante ao papel do insumo elétrico enquanto contribuinte natural ao processo de desenvolvimento sustentável.

Quanto ao fornecimento de diretrizes a futuras pesquisas, este estudo sugere avanços em direção a outras dimensões de análise como a política e a tecnológica, que também poderão contribuir para a compreensão das dinâmicas energéticas verificadas no segmento industrial eletrointensivo brasileiro.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - Aneel. **Proposta de indicadores de sustentabilidade energética da Aneel**. Brasília: Aneel, 1999.

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO - ANM. **Informe mineral estado do Pará**. Belém: ANM, 2018.

ARAGÓN, L. E. Desenvolvimento sustentável e cooperação internacional. In: XIMENES, Tereza (Org.) **Perspectivas do desenvolvimento sustentável**. Belém: NAEA/UFPA, 1997. p. 577-604.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BASSEN, A.; KOVÁCS, A. M. Environmental, Social and Governance Key Performance Indicators from a Capital Market Perspective. In: **Corporate governance and business ethics**. Brink, A. e Birger, P. (Orgs.) S/I: www.zfwu 9/2, p. 182-192, 2008.

BERMANN, C. **Energia no Brasil: para quê? Para quem? Crise e alternativas para um país sustentável**. São Paulo: Livraria da Física, 2003.

BORGES, F. Q. **Setor elétrico e desenvolvimento no Estado do Pará: uma análise estratégica de indicadores de sustentabilidade energética**. Belém: UFPA/NAEA, 2007.

BORGES, F. Q.; RODRIGUES, I. M.; OLIVEIRA, A. S. P. Paradoxo da energia elétrica no estado do Pará: um estudo dos fatores que contribuem às altas tarifas residenciais (2005-2014). Observatorio de la Economía Latinoamericana. **Servicios Académicos Intercontinentales**. Málaga: Issue 231, May, 2017.

BORGES, F. Q. Indicadores energéticos no segmento industrial: uma contribuição preliminar para a discussão dos aspectos socioambientais no Pará. **Unifunec científica multidisciplinar**, São Paulo, v.10, n.12, p.1-12, 2021. Disponível em: <https://seer.unifunec.edu.br/index.php/rfc/article/view/5173>. Acesso em: 14 mar. 2023.

BORGES, F. Q., & BORGES, F. Q. Royalties minerais e promoção do desenvolvimento socioeconômico: uma análise do projeto carajás no município de Parauapebas no Pará. **Planejamento e Políticas Públicas**, (36). 2011.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI. **Publicações**. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/cni/> Acessado em: 20 de jan. 2023.

COALITION FOR ECO EFFICIENCY COMMINUTION – CEEC. 2023. **Relatório Técnico**. Disponível em: <https://www.ceecthefuture.org/> Acessado em: 15 de mar. 2023.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA - CNI. **Estatísticas**. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/cni/> Acessado em: 14 de março de 2023.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt> Acessado em: 14 de março de 2023.

GLAVIC, P.; LUKMAN, R. Review of sustainability terms and their definitions. **Journal of Cleaner Production**, v.15, p.1875-1885, 2007.

HELIO INTERNATIONAL. **Guidelines for observe: reporters**. Disponível em: <http://www.helio-international.org>. Acesso em 20 de outubro de 2005.

HIRSCHMAN, A. O. **Estratégia do desenvolvimento econômico**. Rio de Janeiro: Fundo da Cultura, 1961.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO - IBRAM. **Notícias**. Disponível: <https://ibram.org.br/noticias/> Acessado em: 20 de janeiro de 2022.

INSTITUTO JUSTIÇA FISCAL. **Comunicação**. Disponível em: [juhttps://ijf.org.br/](https://ijf.org.br/). Acessado em: 15 de agosto de 2022.

KITAMURA, P. C. **A Amazônia e o desenvolvimento sustentável**. Brasília: EMBRAPA, 1994.

LEONETI, A.; NARAZAWA, A.; OLIVEIRA, S. Proposta de índice de sustentabilidade como instrumento de autoavaliação para micro e pequenas empresas (MPEs). **Revista de Gestão**, v.23, p. 349–361, 2016.

LIMA, P. C. R. Compensações financeiras no setor mineral. Consultoria Legislativa. **Estudos: Recursos minerais, hídricos e energéticos**. Outubro, 2013.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME / BANCO MUNDIAL – BIRD. Relatório Técnico 5. **Evolução do Mercado Mineral Mundial a longo prazo**. Junho/2009.

NAAYAN, S.; DOYTCH, N. An investigation of renewable and non-renewable energy consumption and economic growth nexus using industrial and residential energy consumption. **Energy Economics**. V.68, October, p. 160-176, 2017.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - ONU. **Report of the secretary general commission on sustainable development: Work program on indicators of sustainable development**. New York: UN/E/CN, 1995.

REIS, L. B.; FADIGAS, E. A. A.; CARVALHO, C. E. **Energia**,

### **recursos naturais e a prática do desenvolvimento sustentável.** São Paulo: Manole, 2012.

REVISTA BRASIL MINERAL. **Notícias**, 2023. Disponível em: <https://www.brasilmineral.com.br/>

RIBEIRO, A. Infoescola. **Desenvolvimento sustentável**. 2021. <https://www.infoescola.com/geografia/desenvolvimento-sustentavel/> Acessado em: 20 de fevereiro de 2023.

SACHS, I. Estratégias de transição para o século XXI. In: BURSZTYN, M. (Org.) **Para pensar o desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Brasiliense, 1993.

SILVA, J. F. B. A.; REBOUÇAS, S. M. D. P.; ABREU, M. C. S. DE; RIBEIRO, M. da C. R. Construção de um índice de desenvolvimento sustentável e análise espacial das desigualdades nos municípios cearenses. **Rev. Adm. Pública** [online]. Rio de Janeiro 52(1):149-168, jan.-fev., 2018.

STAHEL, A. W. **Capitalismo e entropia: os aspectos ideológicos de uma contradição e a busca de alternativas sustentáveis**. São Paulo: Cortez, 1995.

VERGARA, S. C. **Projetos de relatórios de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas, 2014.

WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT DEVELOPMENT - WCED. **Uma visão geral**. Oxford: Universidade de Oxford, 1991.

## **AUTORES**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1326-959X>

**FABRÍCIO QUADROS BORGES, Dr.** | Pós-Doutorado pelo IPEN/USP. Doutorado em Desenvolvimento pelo NAEA/UFPA | Instituto Federal do Pará | Gestão Pública | Belém, PA - Brasil | Correspondência para: Av. Alm. Barroso, 1155 - Marco, Belém - PA, 66093-020. | E-mail: [posdoctorborges@gmail.com](mailto:posdoctorborges@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2898-8220>

**MARIA JOSÉ BUCHALLE SILVA, Me.** em Administração pela UNAMA. Doutoranda em Administração pela UNAMA | Universidade da Amazônia | Administração | Belém, PA - Brasil | Correspondência para: Av. Alcindo Cacela, 287 - Umarizal, Belém - PA, 66060-902. | E-mail: [mbuchalle@hotmail.com](mailto:mbuchalle@hotmail.com)

## **COMO CITAR ESTE ARTIGO**

BORGES, Fabricio Quadros; SILVA, Maria José Buchalle. *MIX Sustentável*, v. 9, n. 5, p. 65-78, 2023. ISSN 2447-3073. Disponível em: <http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>. Acesso em: [\\_/\\_/\\_doi: <https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2023.v9.n5.65-78>](https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2023.v9.n5.65-78).

**SUBMETIDO EM:** 18/03/2023

**ACEITO EM:** 19/06/2023

**PUBLICADO EM:** 31/10/2023

**EDITORES RESPONSÁVEIS:** Lisiane Ilha Librelotto e Paulo Cesar Machado Ferroli.

### **Registro da contribuição de autoria:**

Taxonomia CRediT (<http://credit.niso.org/>)

FQB: conceituação, análise formal, investigação, metodologia, visualização, curadoria de dados, escrita - rascunho original, escrita - revisão & edição.

MJBS: análise formal, escrita - revisão & edição.

**Declaração de conflito:** nada foi declarado.