

Série Estudos e Documentos

Aspectos econômicos e sociais da atividade extrativa mineral: um olhar sobre os objetivos de desenvolvimento sustentável

Ana Maria B. Marinho da Cunha
José Antônio Sena do Nascimento
Gilse Barbosa Guedes
Marcia Viana de Sá Earp
Ricardo Peiter Carpenter Ferreira
Fernando Ferreira de Castro



SÉRIE ESTUDOS E DOCUMENTOS

Aspectos econômicos e sociais da atividade extrativa mineral: um olhar sobre os objetivos de desenvolvimento sustentável

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA

Jair Messias Bolsonaro

Presidente

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES

Marcos Cesar Pontes

Ministro de Estado da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações

Julio Francisco Semeghini Neto

Secretário Executivo

Gerson Nogueira Machado de Oliveira

Subsecretário de Unidades Vinculadas

Cesar Augusto Rodrigues do Carmo

Coordenador-Geral de Unidades de Pesquisa

CETEM – CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL

Fernando Antonio Freitas Lins

Diretor

Gustavo Silva Menezes

Coordenador de Administração - COADM

Robson de Araújo D'Ávila

Coordenador de Planejamento, Gestão e Inovação - COPGI

Claudio Luiz Schneider

Coordenador de Processamento e Tecnologias Minerais - COPTM

Andréa Camardella de Lima Rizzo

Coordenadora de Processos Metalúrgicos e Ambientais - COPMA

Francisco Wilson Hollanda Vidal

Coordenador do Núcleo Regional do Espírito Santo - CONES

José Antônio Pires de Mello

Coordenador de Análises Minerais - COAMI

SÉRIE ESTUDOS E DOCUMENTOS

ISSN 0103-6319

ISBN 978-85-8261-111-1

SED - 101

Aspectos econômicos e sociais da atividade extrativa mineral: um olhar sobre os objetivos de desenvolvimento sustentável

Ana Maria Botelho Marinho da Cunha

Especialista em Engenharia de Produção. Tecnologista Sênior do CETEM/MCTIC

José Antônio Sena do Nascimento

Doutor em Planejamento Energético e Ambiental. Tecnologista Sênior do CETEM/MCTIC

Gilse Barbosa Guedes

Mestre em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação de Ciências Sociais em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade da UFRRJ

Marcia Viana de Sá Earp

Tecnóloga em Processamento de Dados. Pesquisadora Colaboradora do CETEM/MCTIC

Ricardo Peiter Carpenter Ferreira

Graduando Engenharia de Produção. Bolsista do Programa de Iniciação Científica-PIBIC do CETEM/MCTIC

Fernando Ferreira de Castro

Mestre em Psicossociologia. Bolsista do Programa de Capacitação Institucional-PCI do CETEM/MCTIC

CETEM/MCTIC

2019

SÉRIE ESTUDOS E DOCUMENTOS

Carlos Cesar Peiter

Editor

Ana Maria Botelho M. da Cunha

Subeditora

CONSELHO EDITORIAL

Francisco Rego C. Fernandes (CETEM), Gilson Ezequiel Ferreira (CETEM), Alfredo Ruy Barbosa (consultor), Gilberto Dias Calaes (ConDet), José Mário Coelho (CPRM), Rupen Adamian (UFRJ).

A Série Estudos e Documentos publica trabalhos que busquem divulgar estudos econômicos, sociais, jurídicos e de gestão e planejamento em C&T, envolvendo aspectos tecnológicos e/ou científicos relacionados à área minerometalúrgica.

O conteúdo desse trabalho é de responsabilidade exclusiva do(s) autor(es).

Valéria Cristina de Souza

Coordenação Editorial

Editoração Eletrônica

Fernando Ferreira de Castro

Revisão

Ana Maria Silva Vieira de Sá

CRB7 3982

Catálogo na Fonte

Cunha, Ana Maria Botelho Marinho

Aspectos econômicos e sociais da atividade extrativa mineral: um olhar sobre os objetivos de desenvolvimento sustentável / Ana Maria B. M. Cunha [et al.] – Rio de Janeiro: CETEM/MCTIC, 2019.

41p.: il. (Série Estudos e Documentos, 101)

1. Mineração. 2. Desenvolvimento econômico. 3. Indicador de desenvolvimento humano. 4. Desenvolvimento sustentável. I. Centro de Tecnologia Mineral. II. Cunha, Ana Maria B. Marinho da. III. Nascimento, José Antônio Sena do. IV. Guedes, Gilse Barbosa. V. Earp, Marcia V. de Sá. VI. Ferreira, Ricardo P. Carpente. VII. Castro, Fernando Ferreira de. VIII. Série.

CDD – 658.57

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	8
1 INTRODUÇÃO	9
2 METODOLOGIA	11
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	13
3.1 Desenvolvimento Econômico	13
3.2 Desenvolvimento Social e Impacto Socioambientais	17
3.3 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)	20
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

RESUMO

O setor mineral gera resultados positivos no campo econômico, dimensionados pela produção e comercialização dos bens minerais, pela oferta de empregos e pela geração de receitas para os cofres públicos por meio de impostos e *royalties*. Da mesma forma, a extração e o beneficiamento do minério produzem reflexos no desenvolvimento social, que podem ser mensurados por alguns indicadores, como o Indicador de Desenvolvimento Humano (IDH) e as metas propostas pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU). Entretanto, a atividade também gera externalidades negativas nas regiões em seu entorno, as quais absorvem os custos socioambientais da mineração, revelando a necessidade de aperfeiçoamento dos instrumentos de gestão pública e de segurança nas operações das empresas do setor.

Palavras-chave

Mineração, Desenvolvimento econômico, Indicador de desenvolvimento humano (IDH), Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), impactos socioambientais, Organização das Nações Unidas (ONU).

ABSTRACT

The mineral sector generates positive results in the economic field, sized by the production and commercialization of mineral goods, job offers and generation of revenues for the public coffers through taxes and royalties. In the same way, the extraction and beneficiation of the ore produce reflexes in social development, which can be measured by some indicators, such as the Human Development Indicator (HDI) and the goals proposed by the United Nations (UN) Sustainable Development Goals (SDG). However, the activity also generates negative externalities in the surrounding regions, which absorb the socio-environmental costs of mining, revealing the need to improve the public management and safety instruments in the operations of the companies in the sector.

Keywords

Mining, Economic development, Human Development Index (HDI), Sustainable Development Goals (SDG), Social environmental impacts, United Nations (UN).

1 | INTRODUÇÃO

A mineração é um setor que ocupa posição de destaque na economia nacional, com relevante participação na composição do Produto Interno Bruto (PIB). Os bens minerais geram emprego e ocupam espaço nas exportações brasileiras, marcadas por elevada comercialização de *commodities*. No segmento dos minerais metálicos, entre os quais se destaca o minério de ferro, a maior parte se destina ao mercado externo, contribuindo para a formação da balança comercial brasileira (BRASIL-AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO, 2019).

Em 2017, 80% do valor total da produção mineral comercializada pelo País resultou da venda de minerais metálicos (BRASIL-AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO, 2019). Desta classe, 11 substâncias - alumínio, cobre, cromo, estanho, manganês, nióbio, níquel, ouro, vanádio, zinco e ferro, com destaque para o minério de ferro - representaram 99,6% do valor da produção comercializada deste segmento, totalizando R\$ 88,5 bilhões de reais, sendo a maior parte da produção concentrada nos estados de Minas Gerais e Pará (BRASIL-AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO, 2019).

Em razão da relevância dos minerais metálicos para a atividade mineral no País, o presente artigo apresenta aspectos econômicos do setor, com foco na produção de minério de ferro, a partir de dados do estado de Minas Gerais e da empresa Vale S/A. Tendo em vista a sua importância para as receitas da União, estados e municípios, também foram selecionados dados para dimensionar seus impactos na economia, no que diz respeito ao recolhimento de receitas

tributárias, taxas e *royalties*, com foco na Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM) (NAHAS et al., 2019).

O artigo também analisa aspectos relacionados ao desenvolvimento social, destacando os efeitos produzidos pela atividade mineral. Serão apresentados indicadores de desenvolvimento, como o Indicador de Desenvolvimento Humano (IDH) e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Além disso, serão abordadas questões relativas às externalidades negativas da mineração, como os impactos socioambientais provocados nas localidades onde se situam os empreendimentos minerários. Nesse aspecto, serão lembrados os dois casos de rompimentos de barragens de rejeitos de minério de ferro, ocorridos nas cidades mineiras de Mariana, em 2015, e de Brumadinho, em 2019 (DOMINGUES et al., 2019; SERRA, 2018).

2 | METODOLOGIA

O caminho metodológico escolhido para a produção do artigo foi o levantamento de informações nas bases de dados de portais na internet do governo federal, entre eles os da Agência Nacional de Mineração (ANM) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Também foi utilizada bibliografia especializada para fundamentar a análise temática do presente texto.

Sob a perspectiva da dependência econômica e das condições de vida nos municípios direta e indiretamente afetados, utilizou-se como inspiração metodológica o trabalho de Enríquez (2018), que através de indicadores socioeconômicos aplicados aos ODS, analisou a contribuição da CFEM para a dinamização econômica local. De forma análoga, buscou-se ampliar o escopo de indicadores socioeconômicos para uma avaliação sobre o tema. Para esta ampliação, realizou-se uma revisão bibliográfica crítica para a escolha de indicadores apropriados ao estudo de caso proposto.

A estratégia metodológica foi realizada em três etapas: (1) levantamento de dados socioeconômicos e sobre a produção mineral; (2) sistematização das informações quantitativas e qualitativas coletadas; (3) construção dos eixos temáticos da análise e elaboração de resultados. Para o levantamento de dados foram considerados critérios de seleção das áreas baseados na arrecadação da CFEM, a fim de identificar os municípios mineradores de ferro com significativo aporte arrecadatário.

A sistematização dos dados envolveu a construção de séries históricas sobre a produção mineral, desde a década de 1970 até 2016, e sobre a arrecadação da CFEM, a partir de 2004.

Em relação aos aspectos socioeconômicos, realizou-se uma varredura no banco de dados do IBGE com o objetivo de mapear os indicadores compatíveis com a avaliação das condições socioeconômicas dos municípios. Adotou-se, como critério de seleção de dados, a disponibilidade da série temporal e a abrangência municipal. Entretanto, como algumas destas bases de dados não apresentavam consistência ou disponibilidade para alguns municípios avaliados, recorreu-se a outras bases de dados.

Para a estruturação da análise dos ODS, foi utilizado, como principal base, o trabalho: “Atlas: mapeando os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável na mineração” da *Columbia Center on Sustainable Investment (CCSI)*, com o apoio do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) e aplicado ao estudo de caso aqui apresentado.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

O setor mineral gera resultados positivos no campo econômico que podem ser dimensionados pela produção e comercialização dos bens minerais, pela oferta de empregos e pela geração de receitas tributárias, taxas e *royalties* (NAHAS et al., 2019). A mineração produz ganhos ao País, em especial no saldo da balança comercial, impulsionando o desenvolvimento econômico nas regiões que concentram empreendimentos do setor, como é o caso do estado de Minas Gerais. Entretanto, a mineração também gera externalidades negativas nestas localidades.

3.1 | Desenvolvimento Econômico

Em 2017, a produção mineral brasileira somou US\$ 32 bilhões, superando os números de 2016. Isto foi resultado da variação positiva no preço das *commodities* ao longo do ano, apesar dos volumes produzidos terem variado pouco em relação ao ano anterior (IBRAM, 2018). Considerando-se apenas os minerais metálicos, o ferro contribuiu com 71,1% do valor total da produção comercializada (ANM, 2019).

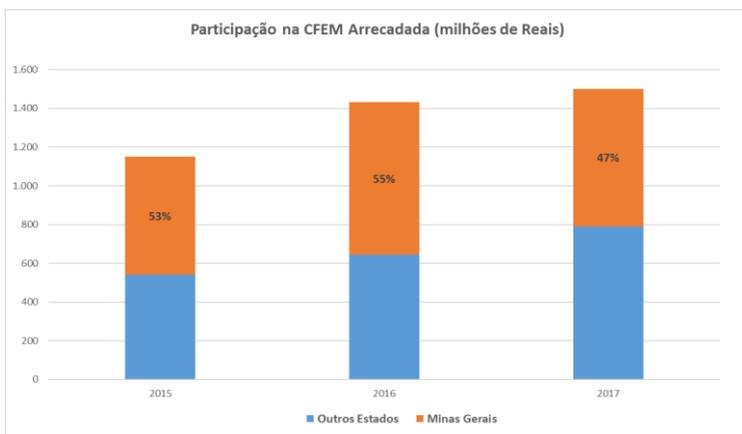
O volume de exportações do setor mineral, neste mesmo ano, aumentou 31,2% em relação ao ano de 2016. Foram exportadas cerca de 403 milhões de toneladas de bens minerais (US\$ 28,3 bilhões FOB), aproximadamente 13% das exportações totais do Brasil e 30,5% do saldo da balança comercial (IBRAM, 2018). Ao final do ano, o setor acumulou uma geração de quase 2 milhões de vagas de emprego de forma direta, indireta ou induzida, segundo a Agência Nacional de Mineração (ANM, 2019).

As principais reservas de ferro no Brasil se encontram no Pará, no município de Parauapebas, e no chamado Quadrilátero Ferrífero, em Minas Gerais, formado pelas cidades de Barão de Cocais, Brumadinho, Catas Altas, Congonhas, Itabira, Itabirito, Itatiaiuçu, Itaúna, Mariana, Ouro Preto, Rio Acima, Rio Piracicaba, Santa Bárbara, São Gonçalo do Rio Abaixo e Sarzedo (ANM, 2019).

Levando-se em conta o montante de recursos financeiros envolvidos, a mineração de ferro pode ser considerada uma das atividades minerais mais importantes na produção nacional do setor. Além de sua participação na balança comercial, a produção de minério de ferro também mobiliza investimentos em prospecção, gera arrecadação de impostos municipais, estaduais e federais, além de *royalties*, como a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM) (QUARESMA, 2009).

Como o próprio nome indica, a CFEM tem a finalidade de compensar a população pelas externalidades negativas geradas pela mineração, como poeira, ruídos e poluição dos rios (DENES, 2018). É importante salientar que a promoção do desenvolvimento, tendo como base a CFEM, está relacionada diretamente à qualidade da gestão pública (DENES, 2018; NAHAS et al., 2019). Do ponto de vistas das finanças públicas dos municípios mineradores, a CFEM ocupa expressivo espaço em suas receitas fiscais.

A Figura 1 mostra a participação do estado de Minas Gerais no total da CFEM arrecadada, entre os anos de 2015 e 2017.



Fonte: IBRAM, 2018.

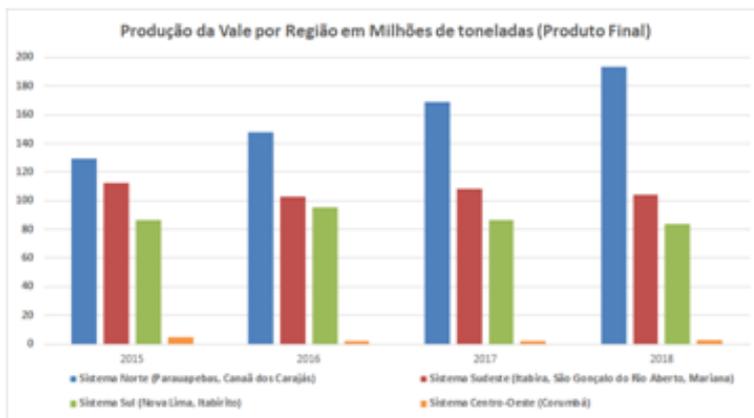
Figura 1. Participação do estado de Minas Gerais no total da CFEM arrecadada, entre os anos de 2015 e 2017.

No caso do estado de Minas Gerais, a indústria extrativa mineral contribuiu para a expressão de seu perfil socioeconômico, uma vez que esta unidade da federação responde por quase a metade da produção nacional de minérios (IBRAM, 2018). Segundo o Anuário Mineral Brasileiro, publicado pela Agência Nacional de Mineração em 2017, a produção mineral em Minas Gerais foi fortemente concentrada nos minerais metálicos (90%), sendo o maior produtor entre os Estados, especialmente de minério de ferro (66%). Como consequência deste protagonismo, recebeu 47,3% do total arrecadado com a CFEM em 2017, com um total de quase 710 milhões de reais (IBRAM, 2018), como mostrado na Figura 1.

Neste cenário, destaca-se a participação da empresa Vale S/A. Criada em 1942, no governo Getúlio Vargas para a exploração das minas de ferro na região de Itabira, no estado de Minas

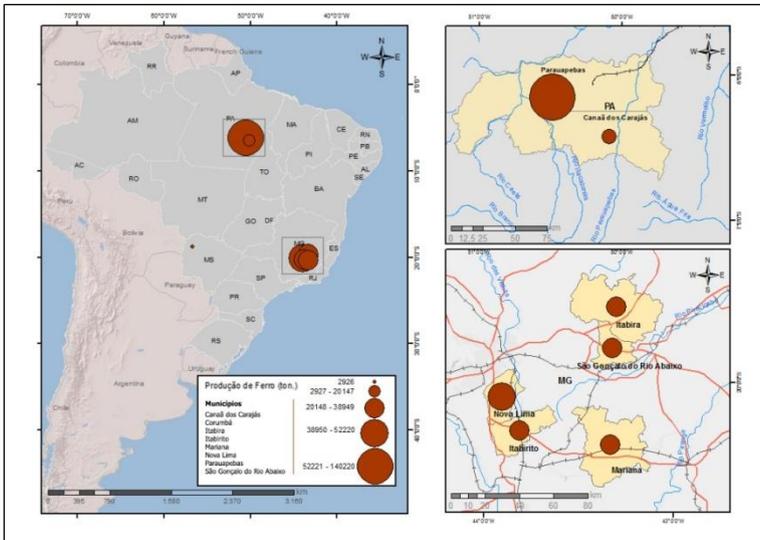
Gerais, a Vale é hoje uma empresa privada, de capital aberto, líder na produção mundial de minério de ferro (VALE, 2019; 2017). Em 2017, sua participação correspondia a quase 80% de todo minério de ferro produzido no Brasil, a maior parte de sua produção está concentrada nos estados de Minas Gerais e Pará (ANM, 2019).

As Figuras 2 e 3 mostram, respectivamente, a produção da Vale S/A por sistema de produção, de 2015 a 2018, e um mapa de suas maiores áreas produtoras em 2018.



Fonte: ANM, 2019.

Figura 2. Produção da Vale S/A por sistema de produção (em milhões de toneladas, produto final).



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 3. Mapa das maiores produções de minério de ferro da Vale S/A.

3.2 | Desenvolvimento Social e Impactos Socioambientais

A mineração produz impactos no desenvolvimento social de regiões onde há atividades do setor mineral. Para avaliar o desenvolvimento social dos municípios no Brasil, utiliza-se o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M), adaptado metodologicamente do IDH Global do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), com informações dos Censos Demográficos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), de 1991, 2000 e 2010. O IDH-M tem, em sua composição, três critérios: longevidade,

educação e renda. Os resultados variam de 0 a 1, dividindo-se em cinco faixas: de Muito Baixo (menor que 0,499) até Muito Alto (maior que 0,800) (CUNHA e GUEDES, 2017).

Segundo dados do PNUD relativos ao ano de 2010, o IDH de Minas Gerais foi 0,731 (Alto), classificando-o como o sétimo maior IDH do Brasil. A Tabela 1 mostra indicadores sociais e econômicos para alguns municípios, do estado de Minas Gerais, produtores de minério de ferro, com atuação da Vale S/A.

Tabela 1. Indicadores municipais.

Município	IDH-M (2010) ^[1]	Posição no Estado (2010) ^[1]	Renda per capita (reais) (2010) ^[1]	População (2010) ^[2]	População ocupada (%) (2016) ^[1]	Esgotamento Sanitário (%) (2010) ^[2]	Recolhimento CFEM (milhões de reais) (2018) ^[3]
Itabira	0,756	33 ^a	848,60	109.783	29,4	92	170,53
São Gonçalo do Rio Abaixo	0,667	450 ^a	-	10.818	22,6	67,2	112,28
Mariana	0,742	52 ^a	751,54	54.219	24,0	78	106,12
Nova Lima	0,813	1 ^a	2022,67	80.998	55,0	94	172,94
Itabirito	0,730	86 ^a	890,74	45.449	29,2	87,3	129,46
Brumadinho	0,747	44 ^a	1006,95	33.973	22,9	65,4	62,47

Fonte: [1] IBGE, Cidades (2016); [2] IBGE Cidades (2010); [3] Ministério das Minas e Energia. Diretoria de Procedimentos Arrecadatórios-DIPAR (2019).

Como se pode perceber, pelos dados apresentados na Tabela 1, apenas o IDH-M de São Gonçalo do Rio Abaixo (0,667) ficou abaixo do IDH do Estado de Minas Gerais, sendo que todos possuem um IDH-M considerado alto ou muito alto.

Entretanto, nas localidades onde há extração mineral existem também externalidades negativas, tendo em vista que as mesmas absorvem os custos indiretos da atividade e estão sujeitas a incertezas quanto ao desempenho futuro dos

empreendimentos. Além disso, estes territórios estão sujeitos a ocorrência de desastres socioambientais causados pela mineração (NAHAS et al., 2019; DOMINGUES et al., 2019; DENES, 2018), a exemplo do que ocorreu nas cidades mineiras de Mariana e de Brumadinho.

Em 5 de novembro de 2015, ocorreu a ruptura da barragem de Fundão, localizada em Mariana (MG), de propriedade da empresa Samarco (controlada pela Vale e BHP Billiton), provocando o vazamento de 34 milhões de metros cúbicos de rejeitos de minério de ferro, que foram despejados no meio ambiente, impactando 38 municípios de Minas Gerais e do Espírito Santo (SERRA, 2018). Ao atingir o rio Doce, a lama percorreu 660 quilômetros ao longo de seu curso, desembocando no mar, no município de Regência (ES). Foram contabilizados 19 mortos, no maior desastre ambiental registrado no Brasil até então (SERRA, 2018).

Em 25 de janeiro de 2019, ocorreu o rompimento da barragem 1 da Mina Córrego do Feijão, em Brumadinho (MG). De propriedade da Vale, o reservatório de rejeitos de minério de ferro entrou em colapso, provocando a morte de 249 pessoas (G1, 2019). Vazaram 14 toneladas de rejeitos, que atingiram o ribeirão Ferro-Carvão, percorrendo 9 km até o rio Paraopeba, importante afluente do rio São Francisco (NATGEO, 2019).

Os impactos socioambientais e os efeitos econômicos nas regiões afetadas impuseram a necessidade de ampliação da segurança nas operações de mineradoras e de aperfeiçoamento na fiscalização dos empreendimentos por parte do poder público. Após o desastre em Brumadinho, a Vale anunciou a paralisação de parte de suas operações nas

minas com barragens construídas pelo método a montante, o mesmo utilizado nos reservatórios da Mina Córrego do Feijão e de Fundão (DOMINGUES et al., 2019).

3.3 | Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)

Em setembro de 2015, representantes de cento e noventa e três Estados se reuniram para a criação de metas e objetivos, que permitam a erradicação da pobreza e estabelecimento de metas para o alcance do desenvolvimento sustentável, que futuramente ficou conhecido como a Agenda 2030.

A Agenda 2030 se tornou, então, um guia para as ações da comunidade internacional, se tornando um plano de ação global, criado coletivamente para colocar o mundo em um caminho mais sustentável e resiliente até 2030.

O plano consiste em um quadro de resultados composto por dezessete Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e cento e sessenta e nove metas, para erradicar a pobreza e promover vida digna para todos, além de acompanhar e revisar as metas que deverão ser alcançadas.

São objetivos e metas claras, para que todos os países adotem de acordo com suas próprias prioridades e atuem no espírito de uma parceria global que oriente as escolhas necessárias para melhorar a vida das pessoas.

Os dezessete objetivos são integrados e indivisíveis, e mesclam, de forma equilibrada, as três dimensões do desenvolvimento sustentável: a econômica, a social e a

ambiental. São como uma lista de tarefas a serem cumpridas pelos governos, a sociedade civil, o setor privado e todos os cidadãos na jornada coletiva para um 2030 sustentável.

Nos próximos anos de implementação da Agenda 2030, os ODS e suas metas irão estimular e apoiar ações em áreas de importância crucial para a humanidade.

3.3.1 | Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e a indústria minerária brasileira

A extração de minérios sempre esteve associada em maior ou menor grau a todos os fenômenos sociais, apresentando um grande vínculo com o crescimento e o desenvolvimento do país. Tendo a sua própria história iniciada no Brasil Colônia, revelando a forte influência do setor.

Em 2018, a mineração contribuiu com 4% do PIB nacional e representou 20,5% das exportações do país, gerando um superávit na balança comercial que totalizou US\$ 22,9 bilhões (MME, 2019). Contribuiu, também, para a geração de empregos, estimulando a inovação e com potencial de trazer investimentos e infraestrutura em uma escala de mudança de longo prazo para os municípios, vital para o desenvolvimento sustentável do País.

No entanto, se mal administrada, a mineração pode também levar à degradação do meio ambiente, ao deslocamento de populações, à desigualdade e o aumento de conflitos, entre outros desafios.

A metodologia de indicadores de sustentabilidade dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) pode ser utilizada como referência para a construção de indicadores que

avaliam a perspectiva multidimensional que envolve a sustentabilidade de projetos mineradores.

Dentre os indicadores e metas dos ODS podemos destacar os que são mais factíveis de serem construídos, que são:

ODS 1 – Erradicação da Pobreza

No Brasil, as condições de pobreza podem ser medidas pela quantidade de famílias, com renda familiar per capita de até meio salário mínimo, inscritas no Cadastro Único para Programas Sociais do Governo Federal.

O Cadastro Único para Programas Sociais do Governo Federal (Cadastro Único) é um instrumento que identifica e caracteriza as famílias de baixa renda, permitindo que o governo conheça melhor a realidade socioeconômica dessa população. Nele são registradas informações como: características da residência, identificação de cada pessoa, escolaridade, situação de trabalho e renda, entre outras.

Para a erradicação da pobreza, a mineração pode contribuir com a criação de empregos, com investimentos induzidos, colaborações com as comunidades locais e prestação de serviços básicos.

Além de incentivar a economia municipal por meio de pagamento de impostos e royalties, contribuindo assim para o desenvolvimento dos seus serviços públicos básicos, como educação e investimentos em infraestrutura, a mineração precisa regular suas ações para não trazer impactos negativos para os municípios, contribuindo para o aumento da pobreza.

ODS 2 – Fome Zero e Agricultura Sustentável

A produção agrícola municipal pode ser medida pela área plantada ou destinada à colheita, pela área colhida e pelo valor da produção das lavouras permanentes e temporárias.

Ao se tratar da ODS 2, a principal preocupação deve focar os impactos ambientais que a extração mineral pode causar nos municípios no entorno das regiões de mineração. A fiscalização apropriada dos recursos hídricos para evitar a contaminação por metais pesados é atribuição fundamental das indústrias mineradoras.

Além disso, a mineração pode auxiliar a agricultura através da produção de agrominerais (por exemplo, fertilizantes) e de micronutrientes (por exemplo, zinco), auxiliando a meta 2.4 da ODS 2, que é garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos e implementar práticas agrícolas robustas.

ODS 3 – Saúde e Bem-Estar

Este objetivo visa assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades (PNUD, 2019).

Pode ser medido pela taxa de mortalidade infantil, por ser este um dos principais índices para calcular as condições de vida e estado de saúde das crianças por conta da sua maior fragilidade.

Existem diversos riscos potenciais associados à mineração: riscos ocupacionais e aumento de fatores de risco para diversas doenças, como doenças cardiovasculares e respiratórias, devido à poluição do ar, e tuberculose, devido à

exposição ao pó de sílica. Além disso, a mineração também pode ocorrer em regiões com vulnerabilidade para doenças tropicais, como a malária.

A migração populacional envolvida, por sua vez, ocasiona riscos como doença sexualmente transmissível, exploração sexual, uso de drogas e violência doméstica.

As empresas normalmente se mostram envolvidas em políticas preventivas de saúde e segurança e podem auxiliar os municípios facilitando o acesso à serviços de saúde em regiões carentes de atenção do poder público.

ODS 4 – Educação de Qualidade

O principal método atualmente em uso para medir a qualidade do ensino nos municípios é o Índice de desenvolvimento da Educação Básica (IDEB).

O Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) foi criado em 2007 e reúne, em um só indicador, os resultados de dois conceitos igualmente importantes para a qualidade da educação: o fluxo escolar e as médias de desempenho nas avaliações.

O principal impacto positivo que a mineração pode causar para a educação municipal é a utilização dos *royalties* em investimentos no setor da educação básica, além da capacitação da população, com programas de formação técnica e profissional de qualidade.

Porém a vinda de trabalhadores externos às comunidades, sem o devido investimento na qualificação de trabalhadores locais, pode gerar marginalização, aumentando as desigualdades e causando efeitos negativos na relação da empresa com a comunidade.

ODS 8 – Trabalho Decente e Crescimento Econômico

Este objetivo pode ser avaliado pelo nível de emprego e renda, medido pelo Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal (IFDM), que indica o poder de compra e as condições de vida da população.

O número de empregos diretos gerados pela mineração em grande escala pode ser pequeno em comparação ao capital investido e também devido à modernização dos processos produtivos. No entanto, é enorme o número de empregos indiretos associados à atividade, relativos a empresas fornecedoras diretas e indiretas de insumos para as empresas de mineração bem como toda a cadeia produtiva local que atende a seus trabalhadores.

O crescimento econômico direto associado à mineração pode ser enorme, mas depende de fatores externos como o preço das *commodities*, que são variáveis por natureza. A atuação das empresas mineradoras deve ser associada a políticas públicas que atraiam outras empresas, fazendo com que o desenvolvimento econômico da região seja sustentável e duradouro.

ODS 9 – Indústria, Inovação e Infraestrutura

Existem diversas formas para mensurar esse objetivo, mas pode ser medido pela quantidade de empresas instaladas, pelo total de pessoal ocupado e pelos salários praticados.

Para a instalação de uma mineradora, é necessária uma infraestrutura, na maioria das vezes, inexistente na região, como estradas, pontes, sistema de energia elétrica e de telecomunicações, e que pode ser compartilhada com as comunidades em seu entorno, promovendo o acesso a serviços essenciais, influenciando fortemente na criação indireta de novas empresas e de novos setores de serviços nos municípios, devido a sua implantação e nos investimentos em bens básicos de infraestrutura.

Dessa forma, é observável um aumento da urbanização e da industrialização nos municípios logo após a instalação de uma empresa de mineração.

Nesse caso, podem ser enfatizadas duas metas deste objetivo, a 9.1, que propõe desenvolver infraestrutura de qualidade, confiável, sustentável e resiliente, incluindo infraestrutura regional e transfronteiriça, para apoiar o desenvolvimento econômico e o bem-estar humano, com foco no acesso equitativo e a preços acessíveis para todos, e a meta 9.2, que pretende promover a industrialização inclusiva e sustentável para aumentar significativamente a participação da indústria no setor de emprego e no PIB.

ODS 12 – Consumo e Produção Responsável

O processo de mineração gera resíduo, que não são, em sua maioria, recicláveis. A exaustão dos depósitos minerais de alta

qualidade ou a diminuição gradativa da qualidade do minério extraído faz com que o volume de resíduos gerado aumente consideravelmente.

Apesar disso, a mineração pode buscar minimizar a quantidade de resíduos através de uma produção mais sustentável, com investimentos em recuperação, reciclagem e reuso que servem de estímulo para a inovação e a criação de empregos.

3.3.2 | Estudo de caso de Brumadinho e seu entorno

A aplicação da metodologia de análise dos ODS para a avaliação dos impactos socioambientais da atividade extrativa mineral pode ser realizada para qualquer área, como por exemplo, para um conjunto de municípios que constituem a área de influência direta do rompimento da barragem de Brumadinho.

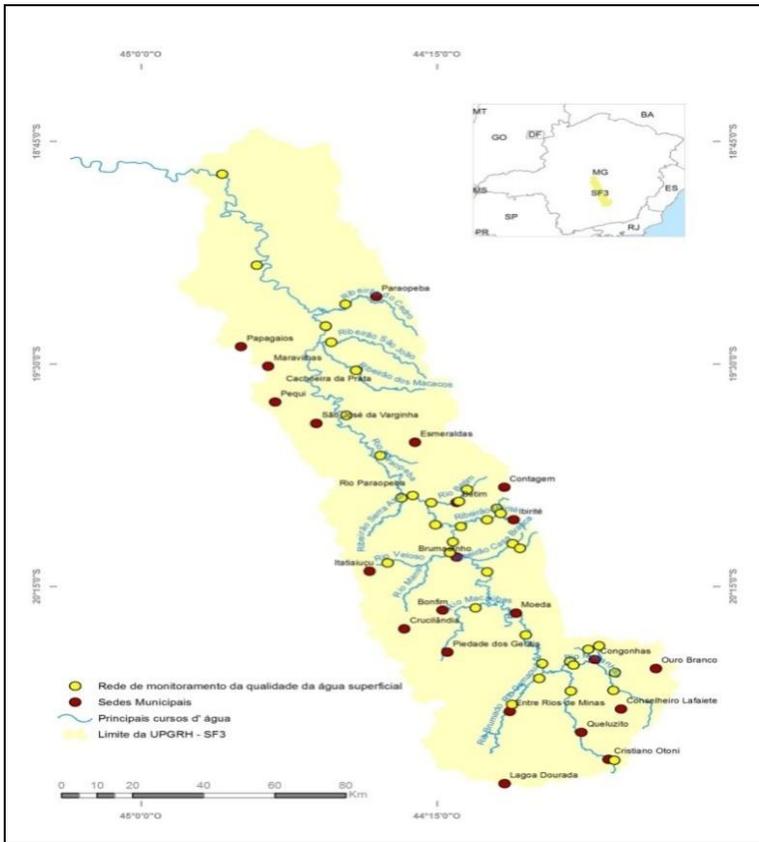
Os dados obtidos foram sistematizados e analisados, servindo de subsídio para a identificação e mapeamento de áreas com maior vulnerabilidade aos efeitos negativos do desastre. Essa metodologia também serviu para identificar as áreas potencialmente mais impactadas pela paralisação da mineração (custos econômicos e sociais).

Nesta seção, será apresentada uma caracterização do estudo de caso sobre a tragédia ocorrida em Brumadinho, que envolveu diversos municípios e que utilizou como base para definição deste conjunto, aspectos censitários, hidrográficos, socioeconômicos e de interdependência econômica e infraestrutural.

Os aspectos territoriais relacionados ao desastre de Brumadinho possuem relação direta com a localização dos municípios afetados pela rota de escoamento dos rejeitos do rompimento da Barragem Córrego do Feijão. Esses municípios fazem parte, majoritariamente, da bacia hidrográfica do rio Paraopeba (SF3), e possuem entre si vínculos de emprego de população residente, rodovias, infraestrutura urbana e outros vínculos de interdependência socioeconômica. Esta bacia possui uma área de 12.054 km², que representa 5,14% do território da Bacia do Rio São Francisco, com um contingente populacional de 1,3 milhões de habitantes.

Imediatamente após a tragédia, no dia 28 de janeiro de 2019, o IBGE publicou um estudo geoespacial da área afetada, através da Coordenação Operacional dos Censos, com base no Censo demográfico 2010 e no Censo Agropecuário de 2017, cujo critério dimensionou a área de influência da tragédia segundo a distribuição da população diretamente atingida pelos rejeitos do rompimento da barragem através da bacia hidrográfica local, quando foram considerados dezoito municípios (IBGE, 2019).

Em nota técnica, também o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) atestou, posteriormente, que uma expedição técnica confirmou que os rejeitos advindos do escoamento da barragem em Brumadinho não atingiram a bacia do rio São Francisco (IGAM, 2019). Entretanto, a bacia do rio Paraopeba tem afluentes com curso de águas menores, conectando-se com os seguintes rios: Brumado, Camapuã, Maranhão, Macaúbas, Casa Branca, Manso, Veloso, Ribeirão Ibirité, Betim, Ribeirão Serra Azul, Ribeirão dos Macacos, Ribeirão São João e Ribeirão do Cedro. A bacia do Paraopeba está apresentada na Figura 4 (IGAM, 2018).

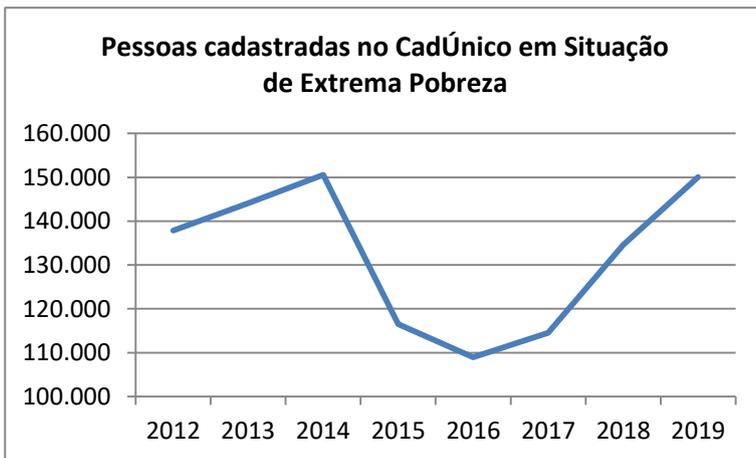


Fonte: IGAM (2018).

Figura 4. Recorte da bacia hidrográfica do rio Paraopeba.

Neste caso, o exercício realizado foi selecionar alguns indicadores considerados mais significativos e aplicá-los a esse conjunto de municípios, conforme descrito a seguir:

ODS1 – Erradicação da Pobreza

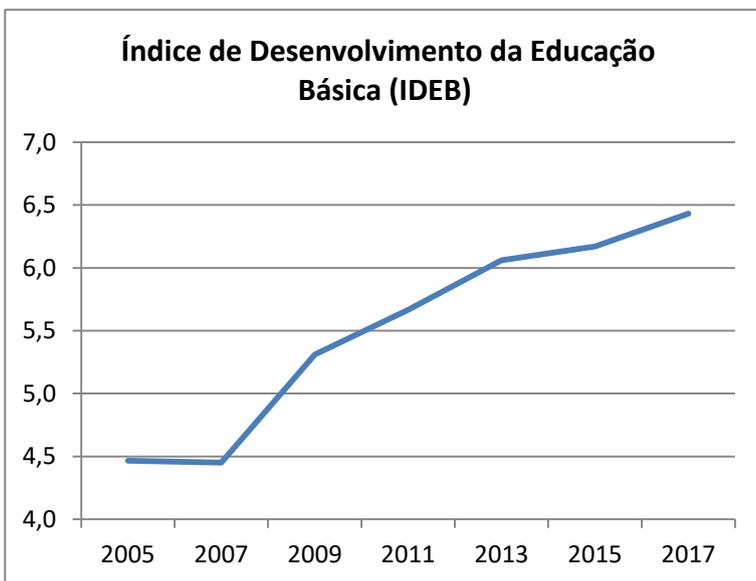


Fonte: Ministério do Desenvolvimento Social – MDS (2019).

Figura 5. Pessoas cadastradas no CadÚnico em situação de extrema pobreza dos municípios afetados.

A erradicação da pobreza tem sido foco de um conjunto de políticas públicas nos últimos anos no Brasil, utilizando como ferramenta programas sociais nos quais pessoas em condições de extrema pobreza podem se cadastrar e, de forma relativamente eficiente, mitigar os efeitos mais perversos das condições de pobreza nos municípios.

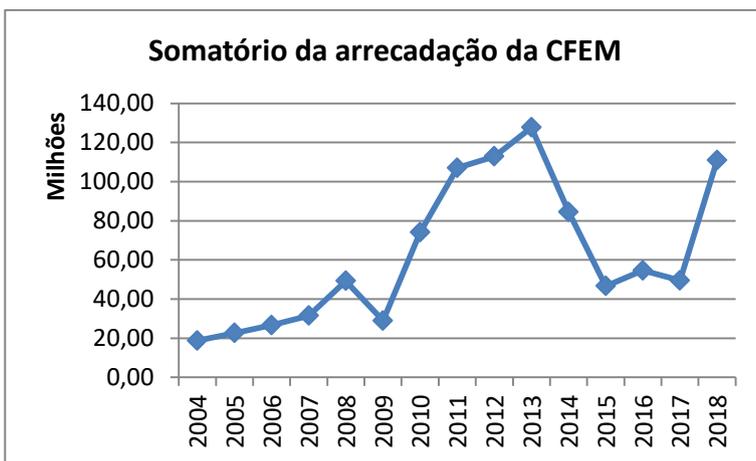
O exame dos números de pessoas cadastradas no CadÚnico nos municípios afetados revela um decréscimo nos totais, principalmente no período de 2014 a 2016. Esta redução não pode ser encarada como um indicador de sucesso dos programas de investimento social dos municípios estudados, tendo em vista que, em 2019, o número de pessoas atendidas pelo programa retornou ao nível de 2014.

ODS 4 –Educação de Qualidade

Fonte: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira - INEP (2017).

Figura 6. Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) nos municípios afetados.

A CFEM tem sido, em muitos municípios, um importante fator de financiamento para a reestruturação da educação, o que pode ser demonstrado pelo crescimento significativo no Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), reconhecido como um bom indicador para averiguar as condições da educação municipais. Como mostrado na Figura 7.

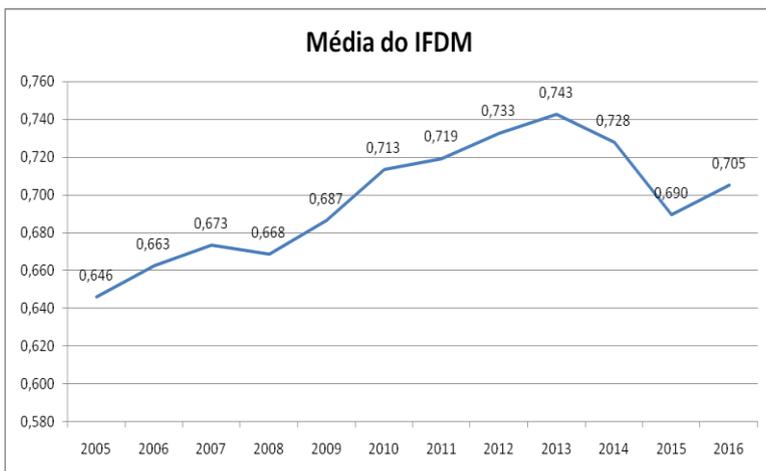


Fonte: Agência Nacional de Mineração (ANM), 2019. ODS 8 - Trabalho Digno e Crescimento Econômico.

Figura 7. Somatório da arrecadação da CFEM dos municípios afetados.

Ao analisar o crescimento econômico e as condições de vida da população, pode-se averiguar a importância da CFEM para os municípios mineradores e de seus arredores, como demonstrado na Figura 7 e 8, onde o crescimento de um dos principais índices de desenvolvimento municipal (IFDM) acompanha o crescimento da arrecadação de CFEM nos mesmos municípios.

Mas vale também ressaltar a dependência das *commodities* nesses municípios, uma vez que o próprio decréscimo na arrecadação dos *royalties* implica no decréscimo das condições de vida dos municípios e do IFDM.



Fonte: Federação das Indústrias do Rio de Janeiro, FIRJAN, 2016.

Figura 8. Média do IFDM dos municípios afetados.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção e comercialização de bens minerais geram desenvolvimento econômico para a União, estados e municípios, conforme os dados apresentados no trabalho. A atividade também produz resultados para a melhoria de indicadores sociais, percebidos, por exemplo, no IDH do estado de Minas Gerais e dos municípios estudados. A CFEM é uma importante fonte de receita para os cofres públicos e serve de medida compensatória pela exploração dos recursos naturais e pelas externalidades negativas associadas.

Os recentes acidentes ocorridos em Mariana e Brumadinho ressaltam a importância de uma estrutura governamental que apoie a gestão responsável e a exploração consciente dos recursos naturais. É importante observar que ambos os eventos ocorreram com o mesmo tipo de intervenção humana no meio ambiente, as barragens construídas pelo método a montante para depósito de rejeitos de minério, uma de responsabilidade da Vale S/A e outra de propriedade da Samarco, uma *joint venture* da Vale S/A e BHP.

Em relação aos ODS ligados à atividade de mineração, depende da vontade política dos agentes públicos envolvidos implementar as recomendações da Agenda 2030 e estabelecer uma parceria efetiva com as empresas do setor.

Na maioria dos casos, o que se observa é que o volume de recursos recebidos através da CFEM e a infraestrutura implantada não garantem um desenvolvimento sustentável e de longo prazo para os municípios do entorno das áreas com empreendimentos de mineração.

Se verificarmos o IFDM de Brumadinho, por exemplo, observa-se que, em 2016, último ano registrado, ele era considerado médio (0.706), ficando em 278º lugar no estado (FIRJAN, 2018).

Infelizmente, como mostram os exemplos recentes de Mariana e Brumadinho, as externalidades socioeconômicas negativas superam em muito as vantagens devido à falta de planejamento, de fiscalização e de políticas públicas voltadas para garantir o bem-estar e o desenvolvimento das comunidades.

Considera-se, portanto, necessário o aperfeiçoamento dos instrumentos de gestão pública e a ampliação dos investimentos das empresas de mineração na segurança de suas operações, de forma a garantir a promoção do bem-estar à população e o desenvolvimento econômico e social com respeito ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. ANUÁRIO MINERAL BRASILEIRO – Principais Substâncias Metálicas 2018. Ano Base 2017. [Internet] 2019. Disponível em: <http://www.anm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-brasileiro/amb_2018.pdf>. Acesso em: Ago. 2019.

CUNHA, A.M.B.M; GUEDES, G.B. Mineração e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: o desafio da diversificação econômica em Itabira (MG); Série Estudos e Documentos, n. 94. Rio de Janeiro; CETEM/MCTIC, 2017. Disponível em: <<https://www.cetem.gov.br/series/serie-estudos-e-documentos>>. Acesso em: Set. 2019.

DENES, G. Análise do Impacto da Mineração no Desenvolvimento dos Municípios Mineiros e Paraenses entre 2000 e 2010. [Dissertação de Mestrado]. Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional. Belo Horizonte: Faculdade de Ciências Econômicas, UFMG, 2018.

DOMINGUES, E.P.; MAGALHÃES, A.S.; CARDOSO, D.F.; SIMONATO, T.C.; NAHAS, M. Efeitos econômicos da paralisação de parte da produção minerária em Minas Gerais. Belo Horizonte: Cedeplar, UFMG; 2019. Disponível em: <https://pesquisas.face.ufmg.br/nemea/wp-content/uploads/sites/20/2019/02/Nota-tecnica_MineraoMG-1.pdf>. Acesso em: Ago. 2019.

FIRJAN – Federação das Indústrias do Rio de Janeiro, [Internet] 2019. Disponível em: <<https://www.firjan.com.br/ifdm/consulta-ao-indice/ifdm-indice-firjan-de-desenvolvimento-municipal-resultado.htm?UF=MG&IdCidade=310900&Indicador=2&Ano=2016>>. Acesso em: Ago. 2019.

Globonews/G1. Brumadinho: chega a 233 número de mortos identificados em rompimento de barragem do Vale. [Internet] 2019. Disponível em:<<https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2019/04/24/brumadinho-chega-a-233-numero-de-mortos-identificados-em-rompimento-de-barragem-da-vale.ghtml>>. Acesso em: Jul. 2019.

IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração. Sindicato Nacional da Indústria da Extração do Ferro e Metais Básicos. Panorama da Mineração em Minas Gerais. Brasília: IBRAM; 2016. [Internet] 2019. Disponível em: <<http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00006212.pdf>>. Acesso em: Jun. 2019.

IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração. A indústria da mineração para o desenvolvimento do Brasil e a promoção da qualidade de vida do brasileiro. Brasília: IBRAM; 2014. [Internet] 2019. Disponível em: <<http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00005649.pdf>>. Acesso em: Ago. 2019.

IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração. Economia Mineral - Dados sobre Brasil e Estado de Minas Gerais. Portal da Mineração. Brasília: IBRAM; 2018. [Internet] 2019. Disponível em: <<http://portaldamineracao.com.br/wp-content/uploads/2017/10/economia-mineral-mg-mar2018-1.pdf>>. Acesso em: Set. 2019.

IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração. Economia Mineral do Brasil. Portal da Mineração. Brasília: IBRAM; 2018. [Internet] 2019. Disponível em: <<http://portaldamineracao.com.br/wp-content/uploads/2018/08/economia-mineral-brasil-set2018.pdf>>. Acesso em: Set. 2019.

IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração. Relatório anual de atividades - julho 2017 a junho 2018. Brasília: IBRAM; 2018. p.33-38. [Internet] 2019. Disponível em: <http://portaldamineracao.com.br/ibram/wp-content/uploads/2018/07/Diagrama%C3%A7%C3%A3o_Relat%C3%B3rioAnual_vers%C3%A3oweb.pdf>. Acesso em: Ago. 2019.

NAHAS, M.M.; SIMÕES, R.F.; GOLGHER, A.B.; RIBEIRO, L.C.S. Especialização e diversificação produtiva: um modelo de painel espacial para a indústria extrativa mineral em Minas Gerais, 2000-2010., v.29, n.1. p.7-40. Belo Horizonte: Nova Economia; 2019. [Internet] 2019. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-3512019000100007&lng=es&nrm=iso&tlng=es>. Acesso em: Ago. 2019.

NATIONAL GEOGRAPHIC BRASIL. Rejeitos da barragem de Brumadinho chegam ao São Francisco, diz ONG. Março, 2019. [Internet] 2019. Disponível em: <<https://www.nationalgeographicbrasil.com/meio-ambiente/2019/03/rejeitos-barragem-vale-brumadinho-para-peba-sao-francisco>>. Acesso em: Set. 2019.

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Nova lorque: PNUD 2019 Disponível em <<https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/sustainable-development-goals.html>>. Acesso em: Set. 2019.

QUARESMA, L.F. Desenvolvimento de Estudos para Elaboração do Plano Duodecenal (2010-2030) de Geologiam Mineração e Transformação Mineral – Perfil da Mineração de Ferro – Relatório Técnico 18. Brasília: Ministério de Minas e Energia – MME, Banco Mundial; 2009. [Internet] 2019. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/1138775/1256650/P09_RT18_Perfil_da_Minerao_de_Ferro.pdf/e9ef3b57-cdbd-4166-b39d-f0f26f28e3ca>. Acesso em: Set. 2019.

REZENDE, M.M.; SANTOS, A.; BARBOSA, I.O.; SILVA, S.A.; JUNIOR, L.P.B.; PEDROSA, S.A.et al. Mapas históricos do departamento nacional de produção mineral – Brasil. Atas do VI Simpósio Luso-Brasileiro de Cartografia Histórica; 4-7 Nov. 2015; Braga, Portugal. Disponível em: <<https://ler.letras.up.pt/uploads/ficheiros/14322.pdf>>. Acesso em: Ago. 2019.

SERRA, C. Tragédia em Mariana: a história do maior desastre ambiental do Brasil. 1ª ed. Rio de Janeiro: Record, 2018.

TEIXEIRA, I.B. Uma Pequena História da Mineração Brasileira. Revista Conjuntura Brasileira, p. 16-17. Nov. 1993. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rce/article/viewFile/53614/52328>>. Acesso em: Jul. 2019.

UNDP – United Nations Development Programme et al. Mapping mining to the Sustainable Development Goals: an atlas. White Paper.UNDP. July, 2016. Disponível em: <https://www.undp.org/content/dam/undp/library/Sustainable%20Development/Extractives/Mapping_Mining_SDGs_An_Atlas_Executive_Summary_FINAL.pdf>. Acesso em: fev. 2019. Acesso em: Ago. 2019.

UNDP – United Nations Development Programme; CCSI – Columbia Center on Sustainable Investment; SDSN – Sustainable Development Solutions Network; WEF – World Economic Forum. Mapping mining to the Sustainable Development Goals: an atlas. White Paper. UNDP. July, 2016. Disponível em: <https://www.undp.org/content/dam/undp/library/Sustainable%20Development/Extractives/Mapping_Mining_SDGs_An_Atlas_Executive_Summary_FINAL.pdf>. Acesso em: fev. 2019.

VALE S/A. Relatório Anual – 2017. Rio de Janeiro: CVM; 2017. [Internet] 2019. Disponível em: <http://www.vale.com/PT/investors/information-market/annual-reports/20f/20FDocs/Vale_20F_2017_p.pdf>. Acesso em: Jun. 2019.

WIKIPÉDIA. VALE S/A. [Internet] 2019. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Vale_S.A>. Acesso em: Ago. 2019.

SÉRIES CETEM

As Séries Monográficas do CETEM são o principal material de divulgação da produção científica realizada no Centro. Até o final do ano de 2018, já foram publicados, eletronicamente e/ou impressos em papel, mais de 340 títulos, distribuídos entre as seis séries atualmente em circulação: Rochas e Minerais Industriais (SRMI), Tecnologia Mineral (STM), Tecnologia Ambiental (STA), Estudos e Documentos (SED), Gestão e Planejamento Ambiental (SGPA) e Inovação e Qualidade (SIQ). A Série Iniciação Científica consiste numa publicação eletrônica anual.

A lista das publicações poderá ser consultada em nossa homepage. As obras estão disponíveis em texto completo para download. Visite-nos em <http://www.cetem.gov.br/series>.

Últimos números da Série Estudos e Documentos

SED-100—Cobalto no Brasil: metalurgia extrativa, ocorrências e projetos. Marisa Nascimento e Paulo Sérgio Moreira Soares, 2019.

SED-99—A biohidrometalurgia e os minerais críticos. Ellen Cristine Giese, 2019.

SED-98—Mineração, desenvolvimento sustentável e o mercado de investimento socialmente responsável (ISR): Um estudo sobre a participação da Vale no índice de sustentabilidade empresarial (ISE). Ana Maria Botelho Marinho da Cunha, Gilse Barbosa Guedes e Márcia Viana de Sá Earp, 2019.

INFORMAÇÕES GERAIS

CETEM – Centro de Tecnologia Mineral
Avenida Pedro Calmon, 900 – Cidade Universitária
21941-908 – Rio de Janeiro – RJ
Geral: (21) 3865-7222
Biblioteca: (21) 3865-7218
E-mail: biblioteca@cetem.gov.br
Homepage: <http://www.cetem.gov.br>

NOVAS PUBLICAÇÕES

Se você se interessar por um número maior de exemplares ou outro título de uma das nossas publicações, entre em contato com a nossa biblioteca no endereço acima.

Solicita-se permuta.

Weask for interchange.



Missão Institucional

Desenvolver tecnologias inovadoras e sustentáveis, e mobilizar competências visando superar desafios nacionais do setor mineral.

O CETEM

O Centro de Tecnologia Mineral - CETEM é um instituto de pesquisas, vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações - MCTIC, dedicado ao desenvolvimento, à adaptação e à difusão de tecnologias nas áreas minerometalúrgica, de materiais e de meio ambiente.

Criado em 1978, o Centro está localizado no campus da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, na Cidade Universitária, no Rio de Janeiro e ocupa 20.000m² de área construída, que inclui 25 laboratórios, 4 plantas-piloto, biblioteca especializada e outras facilidades.

Durante seus 41 anos de atividade, o CETEM desenvolveu mais de 800 projetos tecnológicos e prestou centenas de serviços para empresas atuantes nos setores minerometalúrgico, químico e de materiais.