

Assistência Técnica dos Setores de Energia e Mineral - META

Contrato 001/2016 - SEDP/ SE/ MME

Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental da Mineração em Pequena Escala (MPE) no Brasil



Relatório 6

Inventário da Mineração em Pequena Escala dos Minerais Não Metálicos

São Paulo, Março 2018.



Pesquisa/Produto/Trabalho executado com recursos provenientes do Acordo de Empréstimo nº 8.095-BR, formalizado entre a República Federativa do Brasil e o Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento - BIRD, em 1º de março de 2012

Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental da Mineração em Pequena Escala no Brasil (MPE)

Relatório 6

Relatório do Inventário da Mineração em Pequena Escala dos Minerais Não Metálicos

Consórcio

Projekt-Consult/RCS Global



Com apoio de

NAP.Mineração/USP

Líder do Consórcio: Projekt-Consult

Eulenkrugstasse, 82
22359 Hamburg, Alemanha
Tel. +49 (0) 40 60303 740
E info@projekt-consult.de
I www.projekt-consult.de



Escritório em São Paulo

Av. Prof. Mello Moraes, 2373
Cidade Universitária, USP
CEP 05508 030 São Paulo, SP
Tel 011 2648 6196 - 7
E wini.schmidt@projetompe.com
I www.projetompe.com

Termo de Responsabilidade

Este documento foi preparado para o Ministério de Minas e Energia - MME, sendo financiado pelo Banco Mundial/BIRD, por meio do contrato de empréstimo 8096-BR Assistência Técnica dos Setores de Energia e Mineral - META e elaborado por consultores externos. As opiniões expressas neste documento são de exclusiva responsabilidade dos autores e não necessariamente refletem a opinião do MME. Autoriza-se a sua reprodução parcial ou total, sempre que for citada a fonte de referência.

Relatório entregue em 17 de março de 2017. Primeira revisão entregue em 21 de julho de 2017, segunda revisão entregue em 20 de fevereiro de 2018, terceira revisão entregue em 25 de maio de 2018, quarta revisão entregue em 11 de junho de 2018.

São Paulo, 11 de junho de 2018.

Winfried Schmidt
Coordenador Geral Projekt-Consult

Ministro de Minas e Energia
Moreira Franco

**Secretário de Geologia, Mineração e
Transformação Mineral**
Vicente Humberto Lôbo Cruz

Secretário Executivo
Márcio Félix

**Diretora de Desenvolvimento Sustentável na
Mineração**
Maria José Gazzi Salum

**Diretor-Geral da Agência Nacional de
Mineração**
Victor Hugo Froner Bicca

Ministério de Minas e Energia – MME
Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral – SGM
Esplanada dos Ministérios Bloco U – 4º andar
70065-900 – Brasília – DF
Tel.: (55 61) 2032 – 5175 Fax (55 61) 2032– 5949

Elaboração do Relatório 6: “Relatório do Inventário da Mineração em Pequena Escala dos Minerais Não Metálicos”

Coordenador Técnico pelo MME

Maria José Gazzi Salum

Comitê Técnico Supervisor

Membros Titulares

Mauricyo José Andrade Correia

(Secretário-adjunto/SGM)

Fernando Ramos Nobrega

(Diretor do DPGM/SGM)

José Luiz Amarante

(Diretor do DTTM/SGM)

Lilia Mascarenhas Sant'Agostino

(Diretora do DGPM/SGM)

Membros Suplentes

Dione Macedo (DDSM/SGM)

Patricia da Silva Pego (DPGM/SGM)

José Augusto Vieira Costa (DTTM/SGM)

José Luiz Ubaldino de Lima (DGPM)

Membros do Grupo de Trabalho pelo Consórcio Projekt-Consult e RCS Global

Giorgio de Tomi (NAP.Mineração/USP)

Jacopo Seccatore (NAP.Mineração/USP)

Arthur Pinto Chaves (EP/USP)

Vagner Elis (IAG/USP)

Colaboração e Apoio técnico

Carlos H. X. Araújo (NAP.Mineração/USP)

Claudio Scliar (Consultor Independente)

Tatiane Marin (NAP.Mineração/USP)

Ricardo Tichauer (NAP.Mineração/USP)

Manoel Neves (EP/USP)

Editoração Eletrônica e Capa

Diego Costa

Equipe de Redação

Winfried Schmidt (Projekt-Consult)

Giorgio de Tomi (NAP.Mineração/USP)

Carlos H. X. Araújo (NAP.Mineração/USP)

Revisão

Martha Argel

Fotos Capa: Tatiane Marin, Projeto Rochas
Ornamentais MME, dollarfotoclub.com

ÍNDICE

SIGLAS	11
SUMÁRIO EXECUTIVO	15
EXECUTIVE SUMMARY	19
1. INTRODUÇÃO	23
1.1 Definição de MPE	25
1.2 Organização do relatório e apresentação das substâncias não metálicas	27
2. METODOLOGIA	31
2.1 Definição das variáveis mensuráveis/indicadores e determinação da amostra de campo.....	31
2.2 Coleta de dados primários em campo.....	34
2.3 Unidades Produtoras na AMBweb	38
3. ANÁLISE DOS DADOS PRIMÁRIOS	42
3.1 Panorama geral das unidades produtoras visitadas pelo Projeto META MPE.....	42
3.2 Perfil das unidades produtoras não metálicas visitadas	46
3.3 Características da lavra, produção e comercialização.....	49
3.3.1 Método de lavra	49
3.3.2 Produção e comercialização	59
3.3.3 Insumos	61
3.3.4 Preços verificados no campo	63
3.4 Características dos trabalhadores, regimes de trabalho e saúde e segurança.....	65
3.5 Grau de cooperação com outros agentes da cadeia produtiva.....	70
3.6 Considerações sobre a informalidade	73
3.7 Desafios reconhecidos para a produção	74
3.8 Aspectos críticos da gestão operacional no grupo de substâncias não metálicas	85
3.8.1 Controle geológico	85
3.8.2 Explosivos.....	87
3.9 Síntese das entrevistas realizadas.....	89
4. ESTATÍSTICAS DE RESERVAS, PRODUÇÃO, CONSUMO E PREÇOS	92
4.1 Argila (vermelha e refratária)	94
4.2 Areia para construção civil	101
4.3 Brita para construção civil	106
4.4 Ardósia	110
4.5 Calcário e dolomito	114
4.6 Gipsita	123
4.7 Granito (rocha ornamental)	127
4.8 Feldspato.....	132
4.9 Mica	136
4.10 Caulim	140
4.11 Quartzito	144
4.12 Areia industrial	149
4.13 Outras rochas ornamentais.....	152
5. CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DAS CADEIAS PRODUTIVAS	157
5.1 Características tecnológicas das cadeias produtivas	157
5.2 Destinos da produção	167
5.3 Arranjo Produtivo Local (APL) de base mineral a substâncias não metálicas	172
5.3.1 Arranjo Produtivo Local (APL) de rochas ornamentais no Espírito Santo	175
5.3.2 Arranjo Produtivo Local (APL) do Polo Cerâmico de Santa Gertrudes (PCSG).....	178
6. SÍNTESE DAS DISCUSSÕES	180
7. RECOMENDAÇÕES	184
8. CONCLUSÕES	189
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	192

LISTA DE FIGURAS	200
LISTA DE TABELAS.....	204
ANEXO I – Metodologia e cálculo da população de amostragem	206
ANEXO II – Listagem de variáveis/ indicadores e forma de coleta.....	209
ANEXO III – Listagem das campanhas de campo.....	219
ANEXO IV – Preços extremos excluídos da análise.....	220
ANEXO V – Mapa síntese do relatório 6.....	228
ANEXO VI – Unidades produtoras visitadas	231

SIGLAS

ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
ABIROCHAS	Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRACAL	Associação Brasileira dos Produtores de Calcário Agrícola
AC	Acre
AL	Alagoas
AM	Amazonas
AMB	Anuário Mineral Brasileiro
AMBweb	Anuário Mineral Brasileiro web
ANEPAC	Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para a Construção Civil
ANFACER	Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimentos, Louças Sanitárias e Congêneres
ANFO	Ammonium Nitrate Fuel Oil
ANM	Agência Nacional de Mineração
AP	Amapá
APL	Arranjo Produtivo Local
ARIM	Área de Relevante Interesse Mineral
ASPACER	Associação Paulista das Cerâmicas de Revestimento
ASTM	American Society for Testing and Materials
BA	Bahia
BIRD	Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento
CAGED	Cadastro Geral de Empregados e Desempregados
CE	Ceará
CEN	European Committee for Standardization
CETEM	Centro de Tecnologia Mineral
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CFEM	Compensação Financeira pela Exploração Mineral
CLT	Consolidação das Leis do Trabalho
CMR	Companhia de Mineração de Rondônia
COOPEDRA	Cooperativa dos Extratores de Pedras do Patrimônio de São Thomé das Letras
COOPEMCER	Cooperativa de Exploração Mineral para Cerâmica e Setores da Construção Civil do Estado de Mato Grosso
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DDSM	Departamento de Desenvolvimento Sustentável na Mineração
DF	Distrito Federal
DGPM	Departamento de Geologia e Produção Mineral
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
DPGM	Departamento de Gestão das Políticas de Geologia, Mineração e Transformação Mineral
DTTM	Departamento de Transformação e Tecnologia Mineral
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EP/USP	Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
EPI	Equipamento de Proteção Individual
ES	Espírito Santo

EUA	Estados Unidos da América
GeoDK	Geographical Open Data
GO	Goiás
GPS	Global Positioning System
IAG/USP	Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBRAM	Instituto Brasileiro de Mineração
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
ICTs	Instituições de Pesquisa Científica e Tecnológica
IEMA	Instituto Estadual de Meio Ambiente
IPHAN	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
IUGS	International Union of Geological Sciences
LO	Licença de Operação
MA	Maranhão
META	Projeto de Assistência Técnica dos Setores de Energia e Mineral
METAMAT	Companhia Mato-Grossense de Mineração
MG	Minas Gerais
MME	Ministério de Minas e Energia
MODERAGRO	Programa de Modernização da Agricultura e Conservação dos Recursos Naturais
MP	Ministério Público
MPE	Mineração em Pequena Escala
MS	Mato Grosso do Sul
MT	Mato Grosso
NAP.Mineração/USP	Núcleo de Pesquisa para a Pequena Mineração Responsável da Universidade de São Paulo
NBR	Norma Brasileira
NR	Norma Regulamentadora
OEMA	Órgão Estadual de Meio Ambiente
OMMA	Órgão Municipal de Meio Ambiente
OTGM	Ordenamento Territorial Geomineiro
PA	Pará
PB	Paraíba
PCSG	Polo Cerâmico de Santa Gertrudes
PE	Pernambuco
PI	Piauí
PIB	Produto Interno Bruto
PLANACAL	Plano Nacional de Calcário Agrícola
PLG	Permissão de Lavra Garimpeira
PR	Paraná
RAL	Relatório Anual de Lavra
RCS Global	Resource Consulting Services
RJ	Rio de Janeiro
RN	Rio Grande do Norte
RO	Rondônia
ROM	Run of Mine

RR	Roraima
RS	Rio Grande do Sul
SC	Santa Catarina
SE	Sergipe
SFB	Serviço Florestal Brasileiro
SGM	Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral
SHT	Segurança e Higiene do Trabalho
SIGMINE	Sistema de Informações Geográficas da Mineração
SINCER	Sindicato das Indústrias da Construção, do Mobiliário e de Cerâmica de Santa Gertrudes
SINDIAREIA	Sindicato das Indústrias de Extração de Areia do Estado de São Paulo
SINDICER	Sindicato da Indústria da Cerâmica Vermelha
SINDIPEDRAS	Sindicato da Indústria de Mineração de Pedra Britada do Estado de São Paulo
SINDIROCHAS	Sindicato da Indústria de Rochas Ornamentais, Cal e Calcários do Espírito Santo
SMARJA	Sociedade de Mineradores de Areia do Rio Jacuí
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
SP	São Paulo
SSM	Small Scale Mining (ingl.)
TdR	Termo de Referência
TO	Tocantins
UC	Unidade de Conservação
UF	Unidade da Federação
USD	Dólar estadunidense
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO EXECUTIVO

Este volume constitui o Relatório do Inventário da Mineração em Pequena Escala dos Minerais Não Metálicos, produzido como parte do Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental da Mineração em Pequena Escala no Brasil (Projeto META MPE), em execução pelo Consórcio Projekt-Consult/RCS Global. A Mineração em Pequena Escala (MPE), foco do Projeto META MPE, é constituída por unidades produtoras de porte micro, pequeno e médio, e pela mineração artesanal.

O objetivo deste inventário é apresentar o panorama nacional da MPE dos minerais não metálicos, incluindo informações sobre mercados, polos produtivos, recursos e reservas minerais, produção, características tecnológicas da cadeia produtiva, trabalho, considerações sobre a informalidade e os principais desafios do setor. As substâncias não metálicas abordadas neste relatório são: argila vermelha, argila refratária, areia e brita para construção civil, ardósia, calcário, gipsita, granito, feldspato, mica, caulim e quartzito.

Para a elaboração do inventário, foram reunidos dados secundários, obtidos de fontes atualizadas de dados do setor mineral, disponíveis em arquivos e publicações oficiais, bibliografia técnica e científica e outros documentos complementares. Ainda, foram realizadas campanhas de campo para a coleta de dados primários, a partir de uma amostragem estratificada das unidades produtoras. As campanhas de campo resultaram na visita a 338 operações de extração de minerais não metálicos distribuídas em todas as regiões brasileiras. As informações provenientes das fontes secundárias e do trabalho de campo foram depuradas e compiladas em um banco de dados integrado ao Projeto META MPE. Esse banco de dados (apresentado no Relatório 7) serviu como base para análises estatísticas qualitativas e quantitativas, a partir de um conjunto de variáveis e indicadores selecionados para caracterizar a MPE.

Os maiores desafios identificados nas visitas de campo referem-se a aspectos como controle ambiental, condições legais das operações e processos de pós-produção, incluindo transporte, acesso aos mercados e atuação dos intermediários. Muitos mineradores relatam o abastecimento e a geração de energia como os maiores desafios ligados à produção. Ainda, de modo geral, a dificuldade de acesso às tecnologias atuais para lavra e beneficiamento mineral, assim como a falta de capital

para investimentos, são fatores que limitam o desenvolvimento do setor de minerais não metálicos.

Em relação às conclusões do inventário de minerais não metálicos, destacam-se os seguintes aspectos:

- O papel da MPE é muito importante no cenário mineral brasileiro. Inúmeras substâncias minerais não metálicas são produzidas quase exclusivamente pela MPE.
- A falta de conhecimento geológico afeta diretamente a MPE, prejudicando seu desempenho e desenvolvimento.
- O nível de tecnologia utilizada nos processos produtivos da MPE, tanto de lavra como de beneficiamento e de gestão do negócio, é, em geral, muito baixo.
- Os mineradores entrevistados que trabalham no setor de minerais não metálicos da MPE apontam a complexidade e a demora dos processos legais como os principais entraves para sua atuação.
- Os mineradores também destacaram a falta de agilidade na gestão dos processos minerais pelo DNPM (atual ANM).
- Os mineradores do setor relataram diversas dificuldades relacionadas à presença de operações informais ou ilegais, entre elas a concorrência desleal, a pressão sobre os preços e a ausência de fiscalização.
- Um dos principais desafios apontados pelos mineradores de substâncias não metálicas produzidas pela MPE diz respeito ao fornecimento de energia, tanto em termos de disponibilidade quanto de qualidade do fornecimento.
- Nas operações formais foi observado, com frequência, que o envolvimento dos responsáveis técnicos pelas operações limita-se à tramitação dos processos legais, minerais e ambientais, sem necessariamente incluir o suporte e a assistência técnica aos mineradores.
- Em algumas ocasiões, foi constatada a comercialização não

documentada da produção, mesmo em operações formais.

- No caso das rochas ornamentais, observou-se a predominância da exportação de blocos sem beneficiamento. O beneficiamento para comercialização internacional de produtos de rochas ornamentais é fundamental para desenvolver este setor da MPE.

A MPE de substâncias não metálicas, por seu tamanho e natureza, é um importante setor da economia brasileira e de vital importância para os setores de construção civil, infraestrutura e agricultura. Muitas práticas observadas na MPE de minerais não metálicos, de caráter técnico, ambiental ou social, não estão alinhadas aos conceitos atuais de desenvolvimento sustentável. Nota-se uma necessidade urgente de renovação do setor para o aproveitamento de seu potencial econômico.

EXECUTIVE SUMMARY

This report represents the Inventory of the Small-Scale Mining of Non-Metallic Mineral commodities, part of the Diagnostic of Social, Economic and Environmental Aspects of the Small-Scale Mining in Brazil (Project META MPE), carried out by the Consortium Projekt-Consult/RDC Global. The focus of Project META MPE is on the production units that are considered micro, small, and medium-scale mining as well as artisanal mining.

The objective of the inventory is to present an overview, on a national scale, of the small-scale mining (SSM) of non-metallic mineral commodities in Brazil, including aspects of the market, the production clusters, mineral resources and reserves, technological features of the value chain, labor, informality and the main challenges of this sector. The mineral commodities included in the inventory are: red clay, refractory clay, sand and gravel for building and construction, slate, limestone, gypsum, granite, feldspar, mica, kaolin and quartzite.

The methodology adopted in the development of the inventory included the consultation of updated secondary data sources on the mineral sector, accessible in government archives and official publications, as well as from technical and scientific bibliographical sources and other relevant documents. Besides, data collection in the field was undertaken from a stratified sample of mining operations taking into account 338 production units representing all the country's federal regions. The information of the data sources and the field work have been processed and were stored in the integrated database of Project META MPE (presented in report no. 7), about which qualitative and quantitative statistical analysis have been carried out, using a set of pre-established MPE-specific indicators and variables.

The main findings of the field campaigns refer to aspects like environmental control, legal conditions of mining operations and post-production issues, including transportation, market access and the interaction of intermediaries. Many SSM operators report that the major challenges related to their production process is the generation and supply of energy. Generally speaking, the difficulty in accessing modern technologies for mining and processing and the lack of capital are the main factors that limit the development of the small scale non-metallic mineral sector.

The main conclusions of the inventory of the non-metallic mineral commodities are:

- The role of SSM is very important to the Brazilian mining industry. Several mineral commodities are produced almost exclusively by small-scale mining.
- The general lack of geological knowledge has a direct impact on the development of the SSM sector.
- The technology level on the SSM processes, for mining, mineral processing and operation management was found to be quite low.
- The SSM operators of non-metallic minerals that have been in contact with the field team have mentioned the complexity and the delays in the analysis of the legal processes as the main challenges of their operations.
- The SSM operators have mentioned the need for more agility in speeding up the decision-making related to DNPM (now ANM) processes.
- The SSM operators relate various difficulties with the presence of informal and illegal operations, in particular: unfair competition, pressure on prices and lack of inspection and auditing.
- In formal operations, it was frequently observed that many times the involvement of the person in charge of technical responsibility over the operation is limited to bureaucratic processes concerning legal, mineral and environmental aspects only, without including technical assistance to the miners.
- One of the major challenges pointed out by the SMM operators is related to energy supply, both in terms of availability and quality of supply.
- There were reports of commercialization of undocumented production even from formal operations.
- Related to the production of dimension stone, it was observed that the export of crude blocks predominated. The sector is focused on the sale of products with little or no further processing. The international trade of dimension stone products with higher aggregate value is a major challenge for the development of this sector in Brazil.

The SSM of non-metallic mineral commodities, by nature and dimension, is an important sector of the Brazilian economy and of vital importance for the building construction industry, for infrastructure development and agribusiness. Many of the practices observed concerning technical, environmental and social aspects of small-scale mining are not aligned with current concepts of sustainable development. There exists an urgent need for renewal of the sector in order to take advantage of its economic potential.

1. INTRODUÇÃO

O projeto de Assistência Técnica dos Setores de Energia e Mineral (META), do Ministério de Minas e Energia (MME), financiado pelo empréstimo 8095-BR do Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD) e gerenciado pelo Banco Mundial, contratou o consórcio Projekt-Consult/RCS Global para realizar o Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental da Mineração em Pequena Escala no Brasil. O consórcio conta com o apoio do Núcleo de Apoio à Pequena Mineração Responsável da Universidade de São Paulo (NAP.Mineração/ USP).

O objetivo deste diagnóstico é a atualização do conhecimento sobre o universo da Mineração em Pequena Escala (MPE), visando fornecer subsídios para a elaboração de políticas públicas. Ele está organizado em oito produtos:

- Produto 1: Identificação Preliminar das Fontes de Dados e Levantamento Bibliográfico e Documental.
- Produto 2: Relatório Jurídico-Institucional da Mineração em Pequena Escala.
- Produto 3: Relatório Socioeconômico e Ambiental da Mineração em Pequena Escala.
- Produto 4: Relatório do Inventário da Mineração em Pequena Escala dos Minerais Metálicos.
- Produto 5: Relatório do Inventário da Mineração em Pequena Escala das Gemas.
- Produto 6: Relatório do Inventário da Mineração em Pequena Escala dos Minerais Não Metálicos.
- Produto 7: Banco de Dados Georreferenciado.
- Produto 8: Relatório Final Integrado, contendo o Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental da Mineração em Pequena Escala no Brasil.

O presente relatório corresponde ao Produto 6 e tem como objetivo apresentar o panorama nacional da MPE de minerais não metálicos. É apresentado aqui o inventário desse segmento, sendo analisados os seguintes aspectos: mercado, polos produtivos, recursos e reservas minerais, produção, características tecnológicas da cadeia produtiva, dados relativos ao trabalho, considerações sobre informalidade e os principais desafios do setor. As informações de cunho socioeconômico, regional, institucional, ambiental e de políticas públicas referentes ao segmento são apresentadas nos Relatórios 2 e 3.

Este Produto aborda os temas definidos no Termo de Referência nº 30 (TdR nº 30), em consenso com o MME, e está estruturado como se segue.

A introdução (Capítulo 1) apresenta a definição utilizada para a MPE e a estrutura do documento. O Capítulo 2 apresenta a metodologia adotada para o levantamento de dados e para a elaboração deste relatório. O Capítulo 3 contém a análise de dados primários coletados durante as campanhas de visitas de campo, realizadas entre setembro de 2016 e fevereiro de 2017, apontando o perfil das unidades produtoras visitadas. O Capítulo 4 apresenta as estatísticas oficiais (AMBweb e outros) e um panorama geral das substâncias não metálicas, abordando: reservas minerais lavráveis e sua vida útil; polos produtores, conhecidos e registrados na Agência Nacional de Mineração (ANM), antigo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), incluindo estimativas de produção e informações sobre os mercados consumidores nacional e internacional, assim como as tendências de preços praticados. O Capítulo 5 aborda características tecnológicas das cadeias produtivas do setor e destinos da produção. O Capítulo 6 traz uma discussão dos dados primários das substâncias não metálicas. O Capítulo 7 apresenta recomendações e o Capítulo 8 traz as conclusões deste relatório.

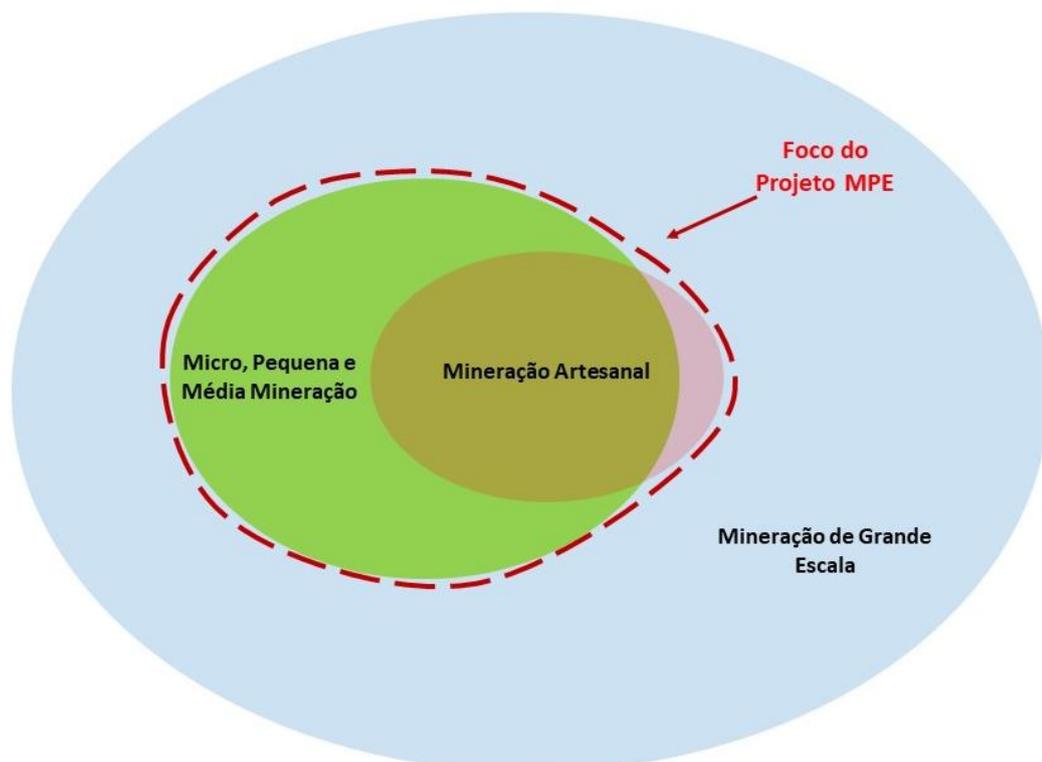
1.1 Definição de MPE

A determinação do porte de uma mina pode ser feita com base em diversos parâmetros, sendo muito adotada a produção bruta de minério, ou ROM (do inglês *Run of Mine*). A ANM, antigo DNPM, usa o critério de produção mineral anual para definir as seguintes categorias:

- a) Mina Grande – maior que 1 milhão t/ano
- b) Mina Média – de 100 mil a 1 milhão t/ano
- c) Mina Pequena – de 10 mil a 100 mil t/ano
- d) Mina Micro – abaixo de 10 mil t/ano

O escopo deste Diagnóstico, conforme o TdR nº 30, inclui a micro, a pequena e a média mineração, além da mineração artesanal, como mostra a Figura 1, na qual a abrangência do projeto está delimitada pela linha pontilhada. Observe-se que a mineração artesanal (elipse menor) não apresenta completa coincidência com a MPE (elipse média), existindo uma pequena fração da Mineração de Grande Escala (elipse maior) que é conduzida de forma artesanal.

Figura 1 – Visão conceitual de mineração em micro, pequena e média escala, e mineração artesanal



Fonte: NAP.Mineração/USP (2017)

As definições desses segmentos utilizadas no Projeto META, Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental da Mineração em Pequena Escala no Brasil, são as que se seguem.

A micro, pequena e média mineração formam um subconjunto do universo da mineração definido exclusivamente pelo ROM, seguindo as já citadas categorias utilizadas pela ANM. Como mostra a Figura 1, boa parte da mineração artesanal enquadra-se neste universo.

A mineração artesanal, por sua vez, constitui uma parcela do universo da mineração caracterizada pelo uso de tecnologia tradicional e ineficiente e por mão de obra pouco qualificada (HILSON, 2014; HRUSCHKA; ECHAVARRÍA, 2011). Em geral é praticada em unidades independentes, muitas vezes informais, sem títulos ou licenças, seguindo um modelo de negócios familiar e de subsistência. Tem grande sobreposição com operações de micro e pequena mineração, mas há exceções em que a mineração de porte médio e mesmo algumas poucas de grande porte operam de forma artesanal.

Cabe salientar que, no Brasil, a mineração com tais características, praticada de modo formal, informal ou até ilegal, é comumente chamada de garimpo, quando relacionada com a extração de ouro, diamante e demais gemas. No entanto, esse termo adquiriu uma definição legal precisa a partir da Lei nº 7.805/1989, que institui o regime Permissão de Lavra Garimpeira (PLG), e da Lei nº 11.685/2008 que cria o Estatuto do Garimpeiro segundo tais leis, o garimpo é caracterizado pela substância mineral produzida, a partir de minérios secundários (aluvião, colúvio) e pela não obrigatoriedade da existência de uma fase de pesquisa mineral anterior à lavra. A partir dessas definições, nem sempre um garimpo estará enquadrado na categoria de mineração artesanal. Nos trabalhos de campo deste diagnóstico, por exemplo, foram visitadas PLGs onde são empregadas tecnologias modernas. Por outro lado, existem concessões de lavra que mantêm certas tecnologias artesanais.

1.2 Organização do relatório e apresentação das substâncias não metálicas

Os Relatórios 4, 5 e 6 foram organizados de modo a permitir a leitura independente de cada um. Cada relatório traz, primeiramente, uma análise geral da MPE como um todo. Na sequência, são apresentadas em cada volume as informações e análises específicas para o grupo de substâncias nele inventariado. A Tabela 1 descreve os tipos de dados coletados e analisados para o presente relatório, bem como sua origem.

Tabela 1 – Organização dos dados coletados e analisados neste relatório.

Dados primários	Análise geral dos dados de campo	Visa caracterizar o perfil das unidades de MPE visitadas e sua relação com o entorno em que atua.
	Análise de dados de campo (geotécnicos e socioambientais) por grupo de substâncias.	Visa caracterizar as variáveis/indicadores das substâncias predefinidas no TdR n° 30 do MME.
Dados secundários	Análise de dados disponíveis em arquivos e publicações oficiais, bibliografia técnica e científica e outros documentos complementares.	Os dados referem-se ao Sistema AMBweb 2010-2015 do DNPM, estudos e estatísticas específicos.

Fonte: Elaborado pelos autores

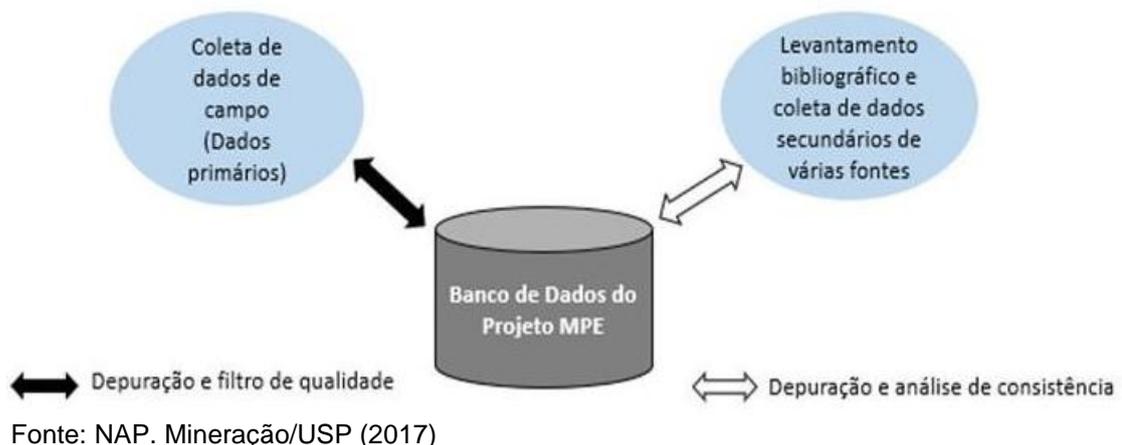
As informações utilizadas na elaboração deste inventário e incorporadas ao Banco de Dados do Projeto META MPE (Produto 7) estão sintetizadas na Figura 2 e incluem:

- a) Dados primários: são os dados coletados pelos pesquisadores, em campo, com o propósito de atender às necessidades específicas da pesquisa em andamento (MATTAR, 1996). Durante as campanhas de campo, foram levantadas informações referentes a cada mineradora visitada, por meio de (i) aplicação de questionários a representantes da operação e (ii) observações dos pesquisadores. Os dados primários incluem a avaliação da situação da lavra a partir da visão da equipe geotécnica, no que se refere à informalidade, segurança ocupacional, licenciamento ambiental, mercado consumidor, mercado produtor,

cadeia de valor, logística local e mão de obra (Tabela 3).

- b) Dados secundários: são os dados constantes de fontes pré-existentes, coletados, tabulados, ordenados e, por vezes, já analisados, os quais estão catalogados e à disposição dos interessados (MATTAR, 1996). As principais fontes secundárias utilizadas para estes relatórios são os relatórios técnicos do DNPM (Anuário Mineral Brasileiro, Sumário Mineral), os dados do AMBweb 2010-2015 (BRASIL, 2016), bibliografia técnico-científica e documentos complementares, necessários para complementar, atualizar ou retificar as informações porventura defasadas, inconsistentes e/ou limitadas.

Figura 2 – Dados utilizados e processo de sua verificação



As substâncias minerais não metálicas selecionadas pelo MME para este projeto, conforme o TdR n° 30, são: argila (vermelha e refratária), areia, brita, ardósia, calcário, gipsita, granito (rocha ornamental), feldspato, mica, caulim, quartzito, dolomito, areia industrial e outras rochas ornamentais (BRASIL, 2014). A Tabela 2 apresenta a correspondência entre as substâncias pesquisadas no Projeto META MPE e a nomenclatura utilizada no Anuário Mineral Brasileiro (AMB).

Tabela 2 – Correlação entre substâncias pesquisadas pelo projeto e a correspondente nomenclatura AMB

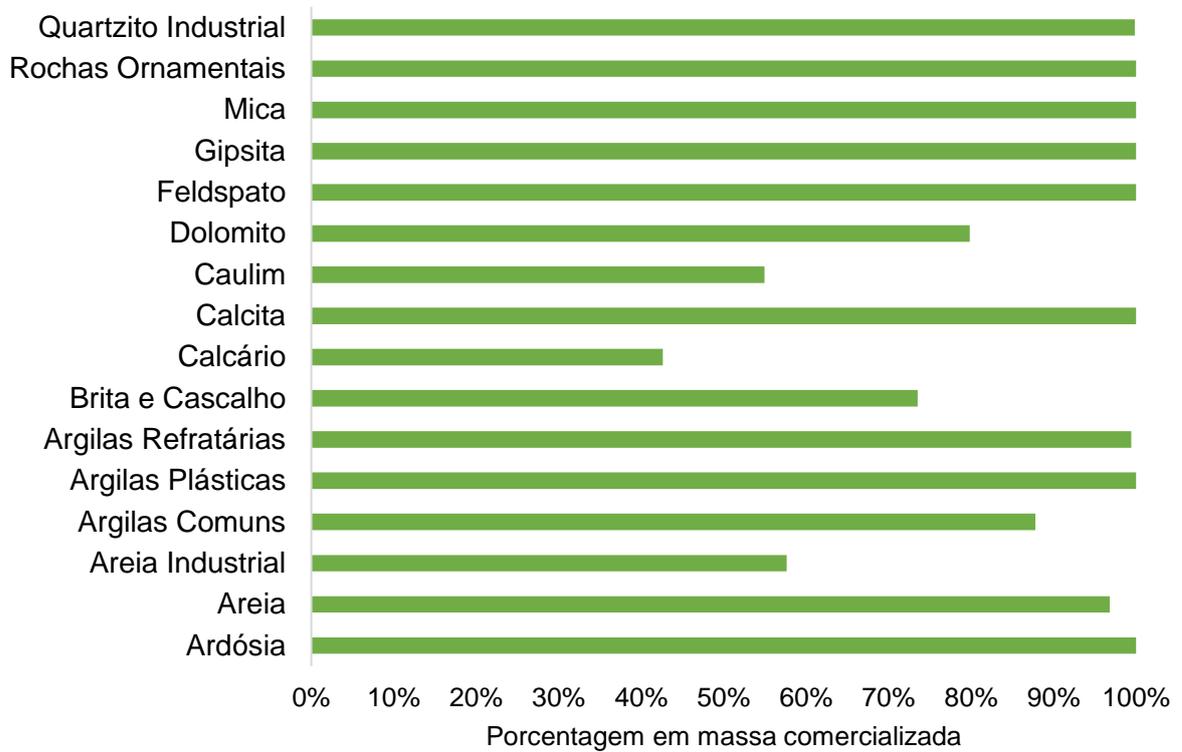
Substância pesquisada no Projeto META MPE	Nomenclatura adotada no AMB
Argila (vermelha e refratária)	Argilas comuns Argilas plásticas Argilas refratárias
Areia (construção civil)	Areia
Brita (construção civil)	Brita e cascalho
Ardósia	Ardósia
Calcário	Calcário (rochas) Calcita
Gipsita	Gipsita
Granito (rocha ornamental)	Ornamental (granito, gnaisse e afins)
Feldspato	Feldspato
Mica	Mica
Caulim	Caulim
Quartzito	Quartzito Industrial Quartzito Ornamental
Dolomito	Dolomito
Areia Industrial	Areia Industrial
Outras Rochas Ornamentais	Ornamental (mármore e afins) Arenito Ornamental Outras Rochas Ornamentais (Pedra de Talhe, Pedra-Sabão, Basalto etc.)

Fonte: NAP. Mineração/USP (2017)

A denominação “granito” compreende gnaisses e outras rochas magmáticas e metamórficas utilizadas para fins ornamentais, como por exemplo, monzonitos, granodioritos, charnockitos, sienitos, dioritos, diabásios e outras. Neste relatório, sempre que possível, as análises e avaliações foram realizadas conforme as substâncias minerais da Tabela 2. No entanto, algumas fontes consultadas agrupam estas substâncias conforme a nomenclatura comercial e, nestes casos, as análises foram realizadas de forma conjunta.

A importância econômica das operações de micro, pequeno e médio portes ou artesanais no segmento das substâncias minerais não metálicas é ilustrada na Figura 3, que mostra a participação da produção de tais substâncias pela MPE na massa comercializada no país.

Figura 3 – Participação, em porcentagem, da produção da MPE na massa comercializada no Brasil em 2015 no segmento dos minerais não metálicos



Fonte: BRASIL (2016)

2. METODOLOGIA

A seguir é apresentada a metodologia utilizada: para a definição das variáveis mensuráveis e dos indicadores de campo; para a coleta de dados primários durante as visitas de campo, incluindo ferramentas e conceitos; e para as análises desenvolvidas durante a elaboração dos inventários. A metodologia de amostragem, que inclui o cálculo da população amostral para programação das visitas de campo, encontra-se detalhada no Anexo I.

Também é descrita a metodologia utilizada para a depuração dos dados disponíveis no sistema AMBweb 2010-2015, do DNPM, e dos demais dados secundários.

Note-se que as informações sobre a metodologia de coleta de dados socioeconômicos, institucionais, ambientais e de políticas públicas constam nos Relatórios 2 e 3, onde tais temas são tratados.

2.1 Definição das variáveis mensuráveis/indicadores e determinação da amostra de campo

O objetivo desta fase do planejamento da coleta de dados foi estabelecer variáveis mensuráveis para o levantamento de campo, que fossem fáceis de determinar e coletar durante as visitas às lavras. À parte destas variáveis mensuráveis, foram selecionados indicadores geotécnicos utilizados na caracterização de minas convencionais.

É importante que estas variáveis (aspectos técnicos e outros fatores), assim como os indicadores, sejam representativas para a caracterização da MPE e possam contribuir, de forma padronizada, para a criação de uma base estatística. Além disso, é importante que as variáveis e os indicadores permitam a comparação de forma objetiva entre as características técnicas das minas localizadas em diferentes regiões. As variáveis e indicadores selecionados obedecem às seguintes exigências:

- a) Devem ser facilmente registráveis durante uma curta visita de campo.

Os dados devem ser fornecidos pelos mineradores ou acessíveis por

simples observação, com aplicação de testes rápidos, realizados em campo por meio de equipamento portátil. Os dados históricos são aceitos somente se for possível sua verificação em documentos.

- b) Devem ser quantitativos, sempre que possível, a fim de evitar imprecisão e interpretação subjetiva. As variáveis foram escolhidas de forma a serem independentes da subjetividade do operador que registra os dados.
- c) Devem ser capazes de medir as características específicas da MPE que a distinguem das atividades de mineração em grande escala.

As variáveis e os indicadores são descritos de forma sumarizada na Tabela 3. A lista completa e a forma como os dados foram coletados estão no Anexo II.

Tabela 3 – Grupos de variáveis mensuráveis e indicadores aplicados no trabalho de campo

	DESCRIÇÃO
Informação Geral	O objetivo deste conjunto de dados é identificar a mina, sua propriedade e concessionário, o tipo de outorga mineral e produção. Os dados a serem fornecidos incluem a localização da mina – a partir de coordenadas do <i>Global Positioning System</i> (GPS) e outros aspectos do local, definindo a infraestrutura de transporte, acesso a serviços básicos, consumos de água e energia, e destino dos produtos.
Controle Geológico da Operação	Entrevistas com os mineradores são uma boa ferramenta para perceber o grau de conhecimento sobre a geologia local (litotipos, planos de cama, presença e localização de falhas e contatos geológicos) que, por sua vez, apontam para o uso racional do recurso mineral. Embora apenas os afloramentos e as faces das minas sejam acessíveis em termos de exploração geológica preliminar, geralmente é possível obter informações básicas sobre o corpo de minério e a inclusão da rocha em termos de litologia, geologia, hidrologia e mineralogia. Assim, o nível de controle geológico da mina foi uma das variáveis analisadas.
Geotécnica	Os indicadores geotécnicos coletados são os mesmos que os utilizados para as atividades convencionais de mineração. Para a caracterização básica, é importante concentrar-se em dados representativos das características da mina, bem como aqueles que podem ser facilmente mensurados durante uma visita de campo preliminar com instrumentos portáteis simples. A informação cruzada entre fatores geotécnicos e tipo/condição dos suportes de teto e parede atua como um indicador da conscientização dos mineradores sobre riscos geotécnicos e sobre a adaptação racional das técnicas de escavação ao meio geotécnico.

Operação	As variáveis operacionais descrevem os métodos de lavra empregados e sua eficiência. Os dados de campo obtidos devem incluir uma descrição geral do método e técnicas de lavra. Uma lista dos equipamentos presentes na mina também oferece um panorama quanto ao grau de mecanização. Os dados registrados incluem: idade dos equipamentos, qualidade da manutenção e a presença eventual de adaptações que possam ser consideradas perigosas.
Substâncias Perigosas	Avaliação do uso indevido de material explosivo, uma das causas mais comuns de acidentes significativos imediatos, e do emprego de substâncias tóxicas, com consequências de longo prazo para o meio ambiente e para a saúde dos trabalhadores. Durante a caracterização preliminar da mina, são anotados o tipo e o fabricante dos explosivos e dispositivos de iniciação. É, também, observado se o material explosivo é corretamente armazenado, transportado e manuseado. Para as substâncias tóxicas, é observado o tipo de emprego, reciclagem e/ou neutralização e despejo.
Segurança e Higiene do Trabalho (SHT)	A escassa literatura disponível sobre Segurança e Higiene do Trabalho (SHT) (WALLE; JENNINGS, 2001) na MPE, tende a adotar uma abordagem prescritiva simples, definindo certas regras de segurança básicas que os mineradores devem seguir para atingir um nível de segurança mínimo aceitável. Para caracterização preliminar, as variáveis críticas devem ser investigadas como uma prioridade, referindo-se à estrutura global da mina e às condições de trabalho durante as operações individuais. Em termos de organização geral, as principais variáveis de SHT avaliadas incluíram: acesso a sanitários, acesso às estruturas em caso de emergência, presença de pessoal treinado em práticas de segurança e a existência de algum tipo de sistema de gestão de riscos, como um “caderno de acidentes”. Verificou-se, também, a existência de um seguro de acidentes para os trabalhadores e a disponibilidade e utilização de Equipamento de Proteção Individual (EPI). Além disso, foram avaliados fatores ambientais básicos, como as condições do ar e os níveis de ruído.

Fonte: NAP. Mineração/USP (2017)

O número de visitas de campo para cada substância foi determinado a partir de uma metodologia de amostragem proporcional, com base na frequência da ocorrência de cada substância estudada na listagem de processos que declararam sua produção mineral no Relatório Anual de Lavra (RAL). Este procedimento foi aplicado a cada uma das cinco regiões geográficas do Brasil, sendo realizados ajustes conforme questões logísticas e operacionais, localização de ações de extensionismo do DNPM e o mapa de Áreas de Relevante Interesse Mineral (ARIMs) (CPRM, 2009), entre outros. Os detalhes do cálculo estatístico do número de visitas por substância são apresentados no Anexo I.

O número de processos RAL, obtido a partir dos dados secundários (AMBweb), cujas minas reportaram produção das substâncias AMB de interesse do Projeto META MPE, é bem maior que o número de visitas realizadas pela equipe do projeto. Conforme detalhado anteriormente, o número das visitas de campo realizadas foi

limitado pelo método de amostragem estratificada adotado pelo projeto bem como pela quantidade de operações que aceitaram ser visitadas pela equipe. Um exemplo de amostragem *a priori*, com seu posterior ajuste, é mostrado na Tabela 4.

Tabela 4 – Número de visitas por substância (exemplo da Região 1 – Norte)

Substância	Processos	% do Total	Visitas	Ajuste	Visitas
Areia	266	27%	32		32
Brita	225	22.6%	27		27
Ouro	152	15.2%	18		18
Argila	144	14.4%	17		17
Cassiterita	70	7.0%	8	1	9
Calcário	53	5.3%	6	1	7
Caulim	38	3.8%	4	1	5
Gema	12	1.2%	1	1	2
Granito	11	1.1%	1	1	2
Columbita	10	1.0%	1	1	2
Diamante	6	0.6%	0		0
Scheelita	5	0.5%	0		0
Gipsita	3	0.3%	0		0
Tantalita	2	0.2%	0		0
Ilmenita	0	0.0%	0		0
Ardósia	0	0.0%	0		0
Feldspato	0	0.0%	0		0
Mica	0	0.0%	0		0
Quartzito	0	0.0%	0		0
Mármore	0	0.0%	0		0
Total	997	100.0%	115		121

Fonte: NAP. Mineração/USP (2017)

2.2 Coleta de dados primários em campo

Os dados foram coletados em campo durante as visitas às unidades produtoras amostradas. A coleta das informações foi executada por cinco equipes, compostas por profissionais das áreas de geologia e engenharia de minas. Os dados foram inseridos no aplicativo *Geographical Open Data (GeoODK)*, instalado em telefones celulares e *tablets* (ver também o relatório do Produto 7).

Para que a coleta de dados fosse desenvolvida de forma consistente, as equipes

responsáveis pelo levantamento de dados primários passaram por treinamentos (Figura 4), que consistiram em:

- a) apresentações do conteúdo técnico do questionário, ministradas pela equipe que o elaborou;
- b) treinamento presencial com palestras e debates sobre o funcionamento do aplicativo, procedimentos em campo, planejamento de visitas e abordagens de entrevista;
- c) visitas em campo durante dois dias para a realização de testes, com o intuito de praticar a coleta de dados, garantir o procedimento padrão e a consistência das informações.

Figura 4 – Coleta de dados em uma pedreira de calcário em São Paulo (SP)



Fonte: NAP. Mineração/USP (2017)

Para cada unidade produtora visitada, foi preenchido um formulário e foram registradas as coordenadas geográficas por meio do aplicativo GeoODK. Além dos formulários envolvendo aspectos geotécnicos e de mineração propriamente dita, foram respondidas perguntas sobre indicadores socioeconômicos, de forma a complementar as informações que subsidiam a análise socioeconômica e ambiental do Projeto META MPE. Estas informações são apresentadas no Relatório 3.

Os dados quantitativos coletados por meio do aplicativo GeoODK foram transmitidos ao banco de dados após depuração e aplicação de um filtro de qualidade. A equipe geotécnica organizou um formulário padrão para a elaboração do descritivo técnico das campanhas de campo e os relatórios realizados para cada uma das 35 campanhas de campo se encontram anexos ao Relatório 7 (Banco de Dados). A listagem das campanhas de campo está no Anexo III. Estes dados complementam e, ocasionalmente, contrapõem as observações e entrevistas realizadas com os

mineradores.

As avaliações são resultado da percepção das equipes do projeto, especializadas e treinadas para a verificação de padrões ideais e melhores práticas aplicadas na MPE (Tabela 5).

Tabela 5 – Formulário padrão para elaboração do descritivo técnico das campanhas de campo

Campanha no.	nn ; onde nn = 01 a 35
Local	Descrição da área
Datas	
Equipe	
Considerações sobre Informalidade	<ul style="list-style-type: none"> • Qual o grau de informalidade na região? • Quais os bens minerais extraídos na informalidade? • Houve queixas/reclamações sobre a atuação dos ilegais? • Qual a posição do pessoal sobre informalidade na mineração?
Considerações sobre segurança ocupacional	<ul style="list-style-type: none"> • Quais as condições de segurança ocupacional? • Trabalhadores e lideranças mostraram preocupação com o tema? • Existe interesse das partes em melhorar essas condições?
Considerações sobre licenciamento ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Quais os principais entraves mencionados? • Quais os órgãos responsáveis pela emissão das licenças? • As operações da região possuem licença ativa? Quantas?
Considerações sobre mercado consumidor	<ul style="list-style-type: none"> • Quem compra a produção local? Vai para outros estados? • A compra é por terceiros (intermediários) ou direta ao consumidor? • Há sazonalidade de mercado e de preços?
Considerações sobre mercado produtor	<ul style="list-style-type: none"> • Os produtores locais se organizam em sindicatos ou associações? • Existem ideias de como agregar valor aos produtos? • Foram mencionadas barreiras para aumento de produção?
Considerações sobre a cadeia de valor	<ul style="list-style-type: none"> • Qual o grau de integração entre fornecedores e consumidores? • Existe compra centralizada (explosivos, diesel, outros suprimentos)? • Existe cooperação entre os agentes da cadeia de valor?
Considerações sobre a logística local	<ul style="list-style-type: none"> • Como é o acesso à região? Estradas, meios de transporte? • Como se dá o escoamento da produção? • Quais melhorias de infraestrutura que poderiam beneficiar a região?
Características da mão de obra	<ul style="list-style-type: none"> • Como é capacitada a mão de obra local? Existem escolas e cursos? • Quais as características gerais de idade e gênero? • A população local é empregada ou os mineradores vem de fora?

Fonte: NAP. Mineração/USP (2017)

O Anexo VI apresenta a listagem das unidades produtoras visitadas, dentro do grupo de substâncias não metálicas. As informações incluem: coordenadas geográficas, grupo substância, nome da mina, razão social, titulares/proprietários, ano de início da operação, município, unidade da federação (UF), tipo de lavra, outorga mineral, número e ano do processo minerário, licenciamento ambiental e ordenamento territorial. As coordenadas geográficas estão apresentadas em longitude e latitude.

A outorga mineral apresenta a situação atual do direito minerário de cada mina

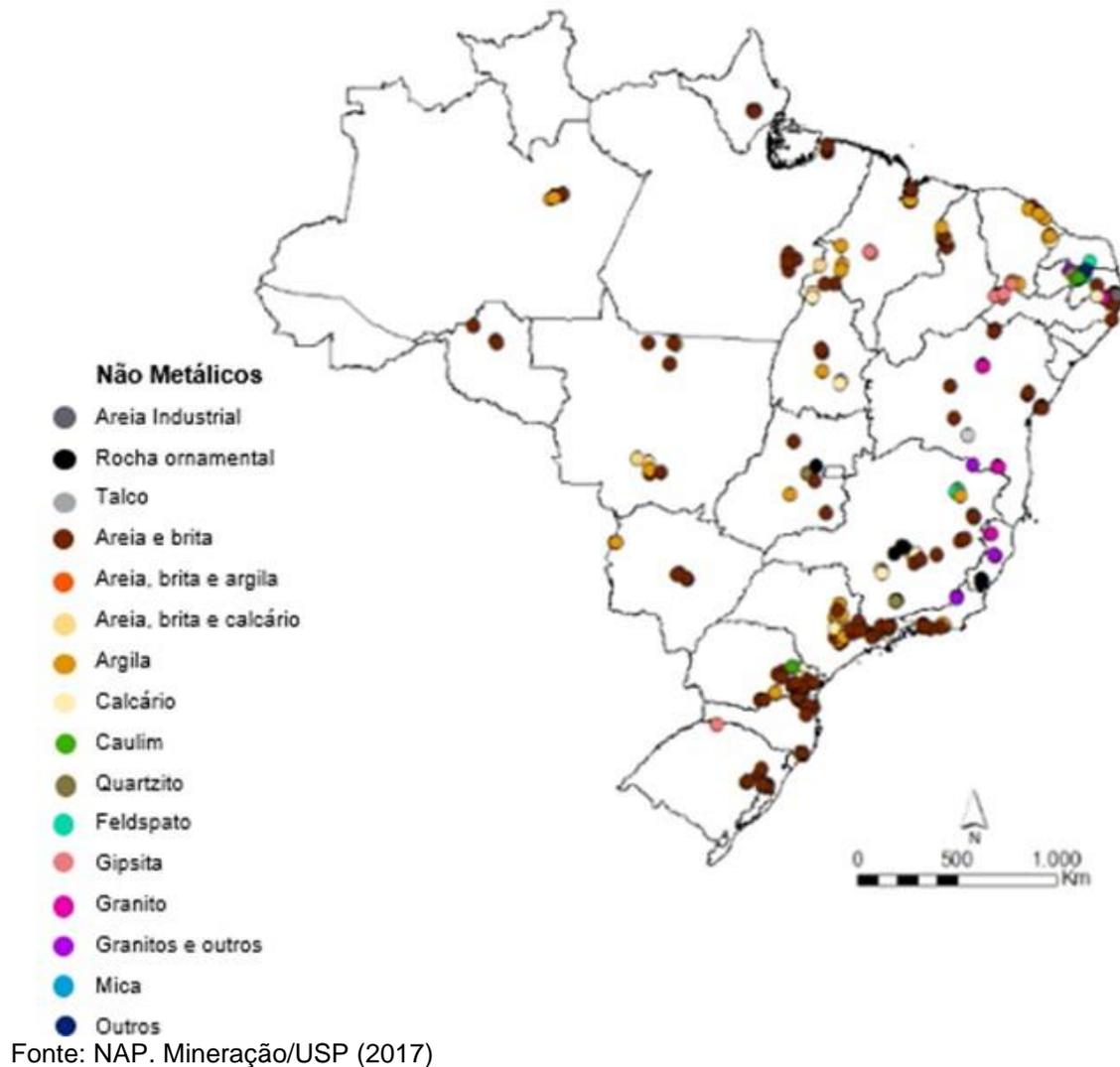
visitada. Já no caso do licenciamento ambiental, a equipe do projeto enfrentou dificuldades para obter informações mais detalhadas, em função da resistência dos proprietários em apresentar as informações específicas. Por conta disso, alguns registros das visitas não contêm informações sobre licenciamento ambiental. Quanto ao ordenamento territorial, os dados refletem as informações fornecidas pelos proprietários sobre a inserção de suas operações em planos diretores municipais ou em outros instrumentos de ordenamento do território.

As visitas de campo levaram em consideração a situação legal das empresas a serem visitadas e, para tal, aplicou-se as seguintes definições:

- a) Operação legal: mina devidamente documentada e registrada junto aos órgãos competentes;
- b) Operação informal: mina não regularizada junto aos órgãos competentes, mas que pode ser formalizada; e
- c) Operação ilegal: mina que tem impedimentos legais para sua formalização.

A Figura 5 mostra a localização das operações visitadas pela equipe de campo informando o tipo de substância extraída.

Figura 5 – Localização geográfica das unidades produtoras não metálicas visitadas



2.3 Unidades Produtoras na AMBweb

Os dados das unidades produtoras do grupo de minerais não metálicos referentes ao período de 2010 a 2015 foram obtidos a partir do sistema AMBweb, do DNPM, via Lei de Acesso à Informação, por meio de 12 planilhas eletrônicas. A consolidação do banco de dados foi realizada seguindo os procedimentos descritos a seguir:

- a) seleção das substâncias que compõem o escopo do projeto;
- b) limpeza dos dados – exclusão de dados nulos, em branco, sem município informado e sem produção;

- c) homologação dos códigos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), realizando mudança no nome dos municípios e codificação numérica das unidades federativas e dos municípios;
- d) análise de consistências;
- e) classificação nos três grupos (metálicos, não metálicos, diamantes e demais gemas);
- f) separação manual da produção realizada por mina de grande porte em 2015.

É possível que persistam inconsistências na consolidação dos dados das unidades produtivas AMBweb, pelos seguintes fatores:

- a) Imprecisões inerentes ao RAL, que se baseia em informações de caráter auto declaratório. Além disso, é possível que mais de um processo mineral esteja unido por meio de poligonais distintas, ou que mais de uma substância seja vinculada à mesma declaração. Adicionalmente, os módulos de cadastro geral de mina e de usina são apresentados separadamente, o que gera desvinculação da informação. Isso pode causar, por exemplo, a sobreposição de dados e, conseqüentemente, a não determinação da origem do material.
- b) Eventuais desatualizações das planilhas de dados fornecidas aos pesquisadores do Projeto META MPE pelo DNPM, uma vez que o órgão não autorizou a consulta direta a seu banco de dados.
- c) Informações incompletas por parte de mineradores, que comunicam a substância principal da mina, mas não as secundárias.
- d) Erros gerados pelos sistemas RAL e AMBweb, como, por exemplo, campos de preenchimento obrigatório que foram deixados em branco.

A Tabela 6 apresenta os números de processos que declararam produção mineral no RAL das substâncias não metálicas no intervalo 2010-2015. As minas de produção mista são contabilizadas mais de uma vez.

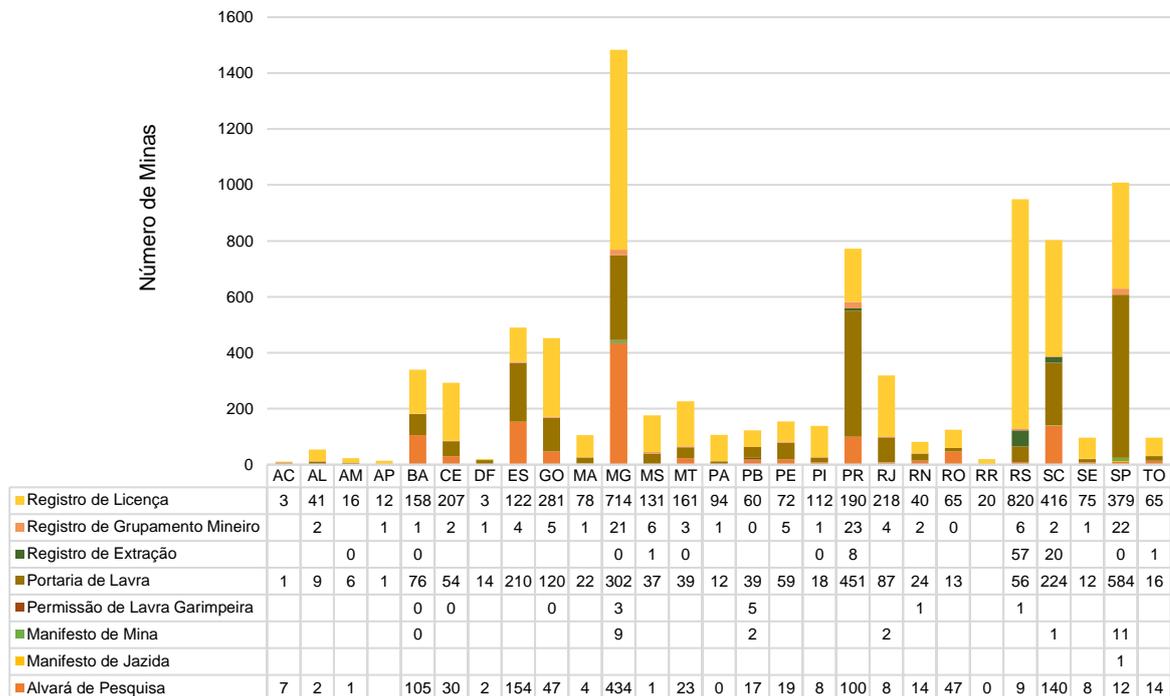
Tabela 6 – Quantidade de processos de direitos minerários de mina de substâncias não metálicas no intervalo 2010 - 2015

Porte	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Grande	110	129	130	125	125	101
Média	831	909	1018	1020	1056	1036
Pequena	2278	2442	2519	2789	2829	2700
Micro	3515	3747	4009	4200	4432	4645
Total	6734	7227	7676	8134	8442	8482

Fonte: BRASIL (2016)

A Figura 6 mostra o total de operações cadastradas no sistema AMBweb em 2015 que declararam produção de substâncias minerais não metálicas no RAL, por estado.

Figura 6 – Minas de substâncias não metálicas cadastradas no sistema AMBweb em 2015 e seus respectivos regimes junto ao DNPM



Fonte: BRASIL (2016)

A categoria “Alvará de Pesquisa”, refere-se às operações que declararam produção no RAL por meio de guia de utilização. Já a categoria “Registro de Grupamento Mineiro”, segundo o Código de Mineração, refere-se à existência, em uma só unidade de mineração, de várias concessões de lavra da mesma substância

mineral, outorgadas somente a um titular, em área de uma mesma jazida ou zona mineralizada.

Para a elaboração do banco de dados do Projeto META MPE (Produto 7), foram utilizados, além do AMBweb, os seguintes dados secundários de fontes acessadas junto ao DNPM e outros órgãos¹:

- a) Compensação Financeira Pela Exploração Mineral (CFEM), por município e por substância.
- b) poligonais dos processos de direitos minerários do DNPM;
- c) informações minerárias cadastradas no DNPM (área de servidão, arrendamento, bloqueios, proteção fonte, reserva garimpeira);
- d) Áreas de Relevante Interesse Mineral (ARIMs) publicadas pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 2009);
- e) ações de extensionismo do DNPM (2010-2014);
- f) Arranjos Produtivos Locais (APLs);
- g) Projeto de Construção de Cenários e Indicadores orientados ao Ordenamento Territorial Geomineiro, OTGM (MME, 2008).

¹ As fontes de dados secundárias incluem o MME, o DNPM, a CPRM e a Rede APL Mineral.

3. ANÁLISE DOS DADOS PRIMÁRIOS

A seguir são analisados os dados primários coletados pela equipe de pesquisadores. Inicialmente é traçado um panorama geral de todas as unidades produtoras visitadas, incluindo substâncias metálicas, não metálicas e diamante e demais gemas. Na sequência, apresenta-se a análise específica dos dados referentes às unidades produtoras de não metálicos, que são o foco deste inventário.

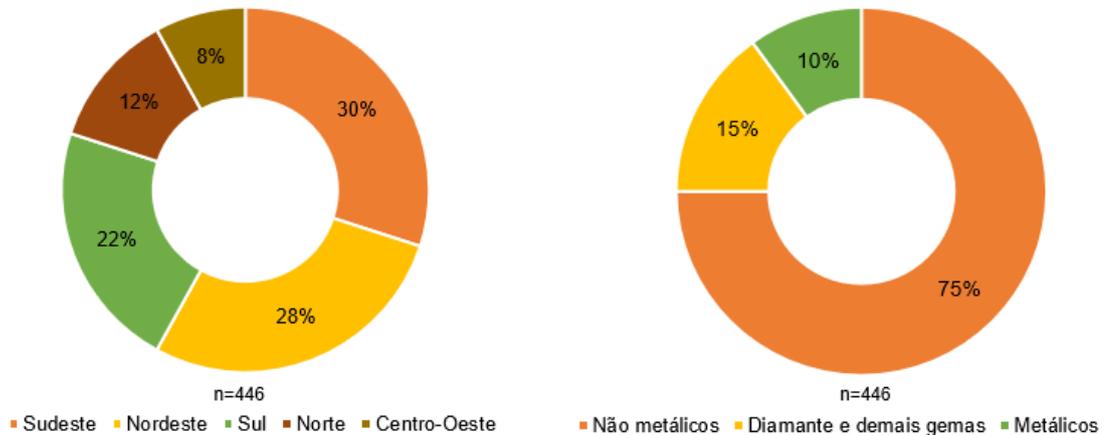
Neste último caso, é analisada a qualificação tecnológica das unidades produtoras visitadas, incluindo método de lavra, produção e comercialização, insumos, preços praticados, e formas de trabalho e organização. Também constam considerações sobre o grau de cooperação com outros agentes da cadeia produtiva, informalidade e os desafios reconhecidos para a produção.

No Anexo V é apresentado um mapa síntese do grupo de substâncias não metálicas, elaborado a partir dos pontos de trabalho de campo das equipes técnicas do Projeto META MPE.

3.1 Panorama geral das unidades produtoras visitadas pelo Projeto META MPE

Entre setembro de 2016 e março de 2017, foi visitado um total de 446 unidades produtoras de substâncias minerais metálicas, não metálicas e diamante e demais gemas, distribuídas por todo o território nacional (Figura 7).

Figura 7 – Distribuição das visitas de campo do Projeto META MPE, por região brasileira (esquerda) e por grupo de substâncias (direita)



Fonte: NAP. Mineração/USP (2017)

A Tabela 7 apresenta a quantidade de minas visitadas durante os trabalhos de campo, por região e por grupo de substâncias minerais produzido. Os totais são superiores ao número de empreendimentos visitados (n=446) porque cinco deles produzem substâncias pertencentes a mais de um grupo.

Tabela 7 – Número de minas visitadas durante os trabalhos de campo, por grupo de substância e por região

Região	Metálicos	Não metálicos	Diamante e demais gemas	Total Região*
Centro-Oeste	17	26	3	45
Nordeste	4	93	33	129
Norte	23	40	2	65
Sudeste	-	106	23	127
Sul	1	73	7	80
Total*	45	338	68	446

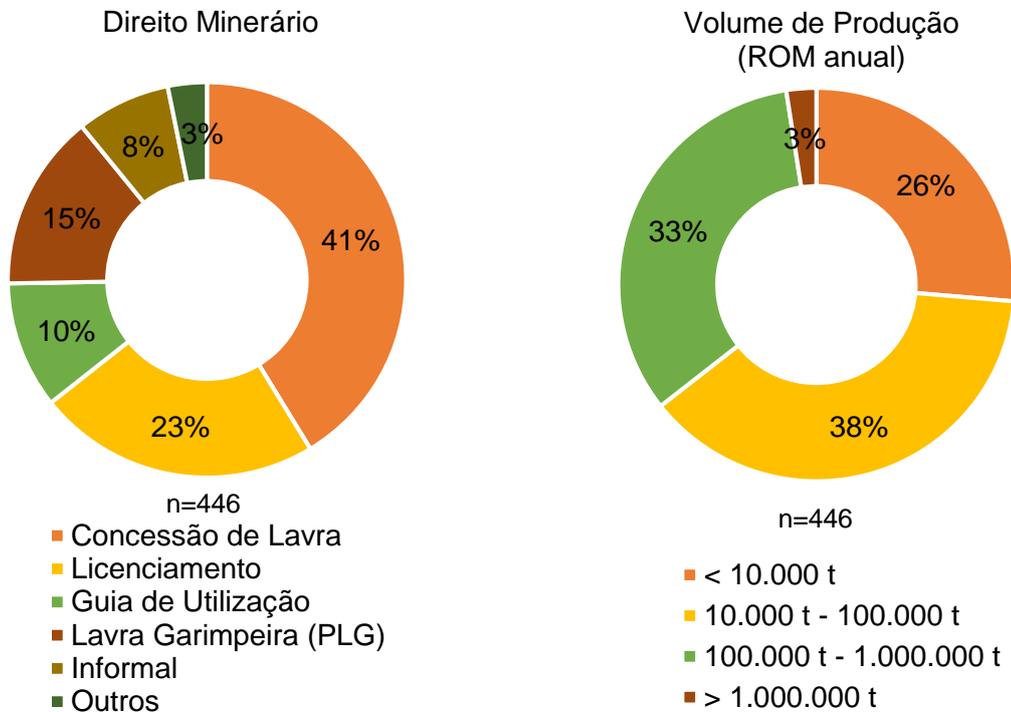
*Os totais incluem as minas que produzem substâncias de grupos diferentes

Fonte: NAP. Mineração/USP (2017)

Quanto ao regime de aproveitamento (Figura 8, Direito Minerário), o tipo mais frequente é o de Concessão de Lavra (41% das unidades visitadas), seguido por Licenciamento (23%), PLG (15%), Alvará de Pesquisa Mineral com Guia de Utilização (10%); outros tipos representam 3% do total de unidades, englobando regime misto e requerimento de lavra. Quanto ao volume de produção, a maior parte das unidades visitadas foi de micro (menos de 10 mil t/ano) e pequeno (entre 10 mil e 100 mil t/ano)

volume de produção (ROM anual), respectivamente 26% e 38%, como mostra a Figura 8.

Figura 8 – Perfil das unidades produtoras visitadas pelo Projeto META MPE



Fonte: NAP. Mineração/USP (2017)

A Tabela 8 apresenta a situação das minas visitadas em termos da regularidade em relação ao direito minerário e licença ambiental.

Tabela 8 – Formalidade das operações visitadas (metálicas, não metálicas, e diamante e demais gemas)

Número de minas visitadas	Situação junto à ANM	Situação da Licença Ambiental
374	Regularizada	Regularizada
3	Sem informação	Regular
22	Regularizada	Sem informação
14	Irregular	Regularizada
13	Regularizada	Irregular
20	Irregular	Irregular

Fonte: NAP. Mineração/USP (2017)

Como mostra a Tabela 8, 84% das minas visitadas estão regularizadas junto à ANM e aos órgãos ambientais. Entre as 47 minas não regularizadas, 14 possuem

apenas licença ambiental regularizada e 13 estão apenas com a situação junto à ANM regularizada. As 20 minas restantes não possuem licença ambiental e nem estão regularizadas junto à ANM. No entanto, a formalidade da MPE não depende exclusivamente dos registros na ANM ou nos órgãos ambientais, pois a aderência a outras exigências e obrigações de legislações federais, estaduais e municipais também precisa ser observada, como por exemplo, as regras de saúde e segurança dos trabalhadores, tributações diversas pelo uso do solo, pagamento de taxas a Consórcios de Bacias ou outras entidades oficialmente criadas na região, entre outros. No Projeto META MPE, as análises de formalidade foram direcionadas à regularização junto à ANM e aos órgãos ambientais.

O número de operações que se encontram na informalidade devido à falta de renovação de licença ambiental pode ser maior do que o apresentado na Tabela 8, uma vez que tal licença nem sempre foi mostrada aos pesquisadores. Como exemplo, pode ser citada uma operação no estado de Mato Grosso em que o minerador informou estar em situação regular, embora na parede estivesse afixada uma licença vencida. Quando questionado novamente, o minerador informou ao pesquisador que a renovação estava pendente devido a um atraso do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN). Embora neste caso tenha sido possível verificar a licença *in loco*, nem sempre os mineradores disponibilizam a documentação aos pesquisadores, que, assim, só podiam contar com as respostas deles.

Constatou-se que os mineradores não entendem a falta de renovação como um “não definitivo”, sendo interpretada apenas como um atraso do órgão. Ou seja, eles acreditam estar dentro das exigências da legalidade quando a licença, apesar de vencida, encontra-se em processo de renovação.

As operações informais visitadas estão localizadas, sobretudo no Nordeste (33%), seguido pelas regiões Norte (29%), Sudeste (25%), Centro-Oeste (10%) e Sul (3%). Entre elas, 46% correspondem a operações de minerais não metálicos, 29% a operações de diamante e demais gemas e 25% a operações de minerais metálicos. As substâncias produzidas em operações informais de não metálicos são, principalmente, bens minerais para construção civil, em todas as regiões do Brasil. As operações informais de metálicos, correspondem a extrações de ouro nas regiões Norte e Centro-Oeste. Já as operações informais de gemas situam-se na região Nordeste.

Das unidades produtoras visitadas, 12 estão localizadas dentro de Unidades de Conservação (UCs) de uso sustentável, integrantes do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). Em nenhuma delas são extraídas substâncias não metálicas.

Das 338 unidades produtoras de substâncias não metálicas visitadas, 40 (12%) informaram que foram consultados ou participaram de discussões sobre ordenamento territorial junto a algum tipo de organização relacionada a essa política. Dentre elas, 11 participam de cooperativas locais, como a Cooperativa dos Extratores de Pedras do Patrimônio de São Thomé das Letras (COOPEDRA) em Minas Gerais. Outras 14 minas estão ligadas a APLs, como por exemplo as APLs dos municípios de Santa Gertrudes em São Paulo (SP), Ourolândia (BA) e Bodocó (PB). Além destas, oito minas são vinculadas a associações empresariais, incluindo minas localizadas nos municípios de Brumado (BA), Lagoa do Piauí (PI) e São Thomé das Letras (MG). Outras minas fazem parte de OTGMs, como por exemplo, os OTGMs do Vale do Paraíba (SP) e do Vale do Ribeira (SP). A listagem com as características das unidades produtoras visitadas, disponível no banco de dados (Relatório 7) contém as informações fornecidas pelos mineradores sobre esse tema.

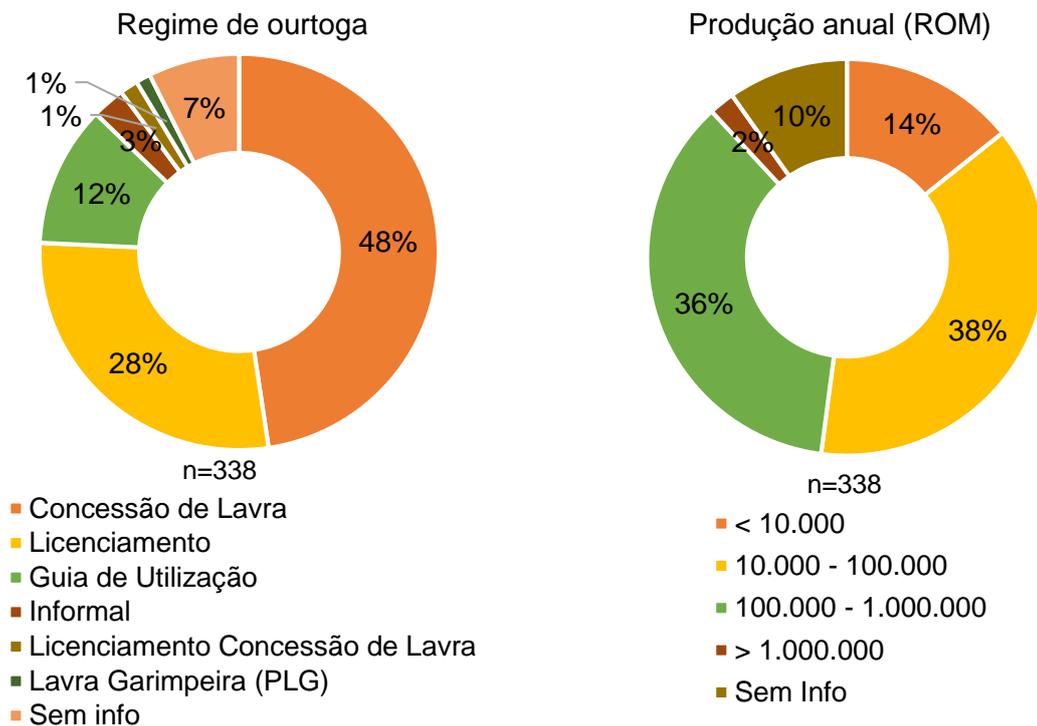
3.2 Perfil das unidades produtoras não metálicas visitadas

Nesta seção, são apresentadas as análises qualitativas e quantitativas dos dados obtidos durante as visitas a operações de substâncias minerais não metálicas. São abordados regimes de autorização e concessão, métodos de lavra, produção e comercialização, insumos (água e energia), preços praticados, formas de trabalho e organização das atividades minerais.

Ao longo do trabalho de campo do Projeto META MPE, como já foi mencionado, foram visitadas 338 unidades produtoras de minerais não metálicos. Como resultado dos critérios de amostragem, quase um terço das visitas (31%) foi realizado na região Sudeste, seguida pelas regiões Nordeste (27%), Sul (22%), Norte (12%) e Centro-Oeste (8%).

Das unidades visitadas, 48% trabalham em regime de Concessão de Lavra e 28% em regime de Licenciamento, 17% em outros regimes, e 7% não responderam à questão, como apontado na Figura 9. Quanto à escala de produção, das 338 operações de minerais não metálicos visitadas, 38% são classificadas como sendo de pequena escala e 36% de média escala.

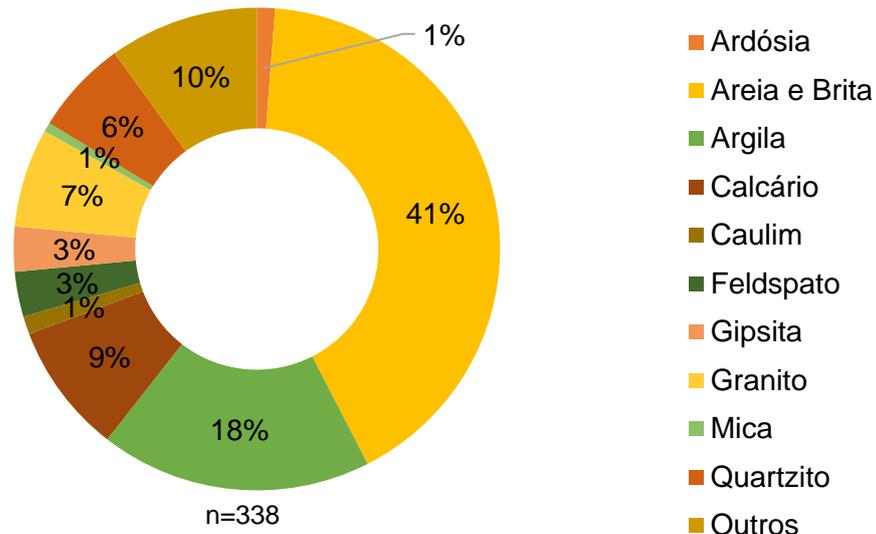
Figura 9 – Perfil das unidades de bens não metálicos visitadas



Fonte: NAP. Mineração/USP (2017)

A Figura 10 mostra a proporção de empresas visitadas, por substância não metálica. As substâncias com maior número de minas visitadas foram areia e brita (41%), argilas (18%), calcário (9%), granito (7%) e quartzito (6%).

Figura 10 – Minas não metálicas visitadas por substância



Fonte: NAP. Mineração/USP (2017)

A Tabela 9 apresenta um resumo dos processos de beneficiamento encontrados nos levantamentos de campo (reportados para 334 das 338 operações de substâncias não metálicas visitadas). Pela natureza das substâncias lavradas (frequentemente rochas duras) e dos produtos finais (frequentemente produtos britados e moídos), a incidência de operações com elevada demanda elétrica para os motores (britadores e moinhos) é considerada alta.

Tabela 9 – Processos de beneficiamento encontrados nas visitas de campo

Substâncias	Número Visitas	Processos Encontrados
Areia e Brita	173	Britagem, moagem, peneiramento Desaguamento, secagem Lavagem Concentração gravítica
Argila	59	Britagem, moagem, peneiramento Lavagem Desintegração Mistura, extrusão, queima Secagem Moldagem
Calcário	24	Britagem, moagem, peneiramento Calcinação Catação manual

		Britagem, peneiramento
Caulim	4	Britagem, moagem, peneiramento desaguamento secagem
Feldspato	10	Britagem, moagem, peneiramento
Gipsita	10	Catação manual
Mica	2	Britagem, moagem, peneiramento
		Peneiramento, concentração gravítica, secagem
		Britagem, moagem, peneiramento, desaguamento
Quartzito	21	Corte com cunha e marreta Corte com marreta e cunha Corte manual Corte manual com cunha e marreta
Rocha Ornamental (Ardósia, Gabro, Granito, Mármore e Gnaiss)	31	Corte com cunha Corte com fio diamantado Corte com tear Corte do bloco em placas Corte e polimento do material Deslocamento de placas, manual (Gnaiss de Santo Antônio de Pádua / RJ)

Fonte: NAP. Mineração/USP (2017)

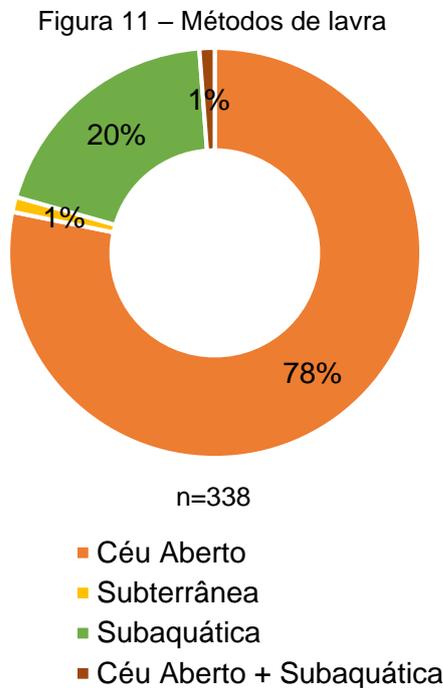
3.3 Características da lavra, produção e comercialização

As informações analisadas quanto à qualificação e caracterização das unidades produtoras visitadas incluem: métodos de lavra, produção e comercialização, insumos, preços verificados no campo.

3.3.1 Método de lavra

Devido às características geológicas dos depósitos de minerais não metálicos e ao baixo valor unitário da maioria das substâncias, as lavras ocorrem principalmente a céu aberto (78%), como mostra a Figura 11. As lavras subaquáticas (20% do total) são predominantemente dragagens de areia situadas abaixo do lençol freático.

A informação variável “método de lavra” foi preenchida em todas as unidades de minerais não metálicos visitadas.



Fonte: NAP. Mineração/USP (2017)

A seguir são detalhados os métodos de lavra identificados na MPE.

Lavra a céu aberto

Das 219 operações de substâncias não metálicas que utilizam métodos de lavras a céu aberto, 107 são minas de areia e brita², 59 são de argila³, 29 são de rocha ornamental⁴ e 24 são de calcário⁵. O principal método utilizado é a lavra em cava (36% das lavras a céu aberto), seja em cava ou em encosta (Figura 12).

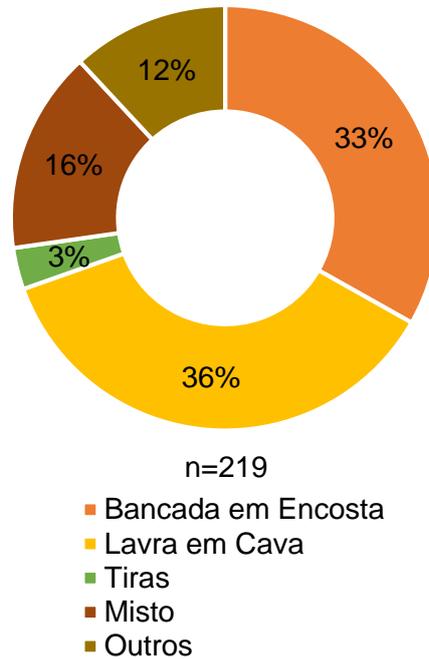
² Distribuídas por todas as regiões do país, em 19 estados: AP, BA, CE, GO, MA, MG, MS, MT, PA, PB, PE, PI, PR, RJ, RO, RS, SC, SP e TO.

³ Distribuídas por todas as regiões do país, em 14 estados: AM, BA, CE, GO, MA, MG, MS, MT, PI, PR, RJ, SC, SP e TO.

⁴ Nos estados de BA, ES, GO, MA, MG, PE, RJ e RN.

⁵ Nos estados de CE, MG, PE, PR e TO.

Figura 12 – Métodos de lavra a céu aberto – não metálicos



Fonte: NAP. Mineração/USP (2017)

A Figura 13 mostra uma escavação mista mecânica-perfuração e desmonte em lavra de rocha ornamental, utilizando o método de bancada em encosta. Observa-se o efeito de corte com fio diamantado e corte de blocos por explosivos, numa mesma bancada.

Figura 13 – Corte por fio diamantado (esquerda) e por explosivos (direita) numa mesma bancada, Colatina (ES)



Fonte: NAP. Mineração/USP (2017)

A Figura 14 mostra um exemplo de lavra em cava com escavadeiras operando em situação de risco na base de um talude com condições inadequadas de estabilidade.

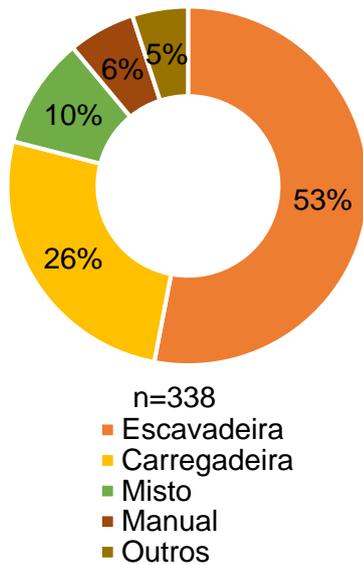
Figura 14 – Escavadeiras operando em situação de risco, Governador Valadares (MG)



Fonte: NAP. Mineração/USP (2017)

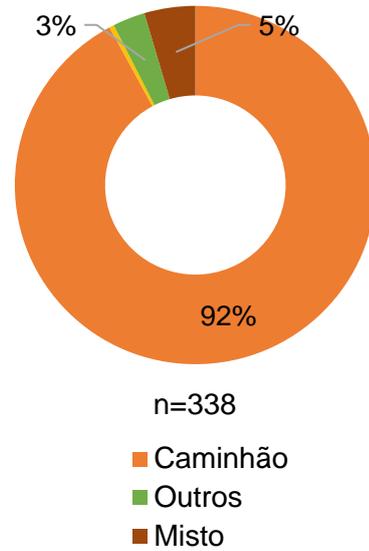
As máquinas presentes com maior frequência nas lavras de materiais não metálicos são as escavadeiras (53%) e as carregadeiras (26%) (Figura 15). Isto se deve, principalmente, à sua versatilidade operacional. Já o meio de transporte mais utilizado é o caminhão, empregado em 92% das operações visitadas (Figura 16).

Figura 15 – Distribuição das técnicas de carregamento a céu aberto



Fonte: NAP. Mineração/USP (2017)

Figura 16 – Distribuição das técnicas de transporte a céu aberto



Fonte: NAP. Mineração/USP (2017)

É necessário destacar o caráter crítico das condições geotécnicas e de segurança, além do visível descuido dos operadores com a estabilidade das escavações a céu aberto. Entre as operações visitadas, 29% e 27% apresentaram, respectivamente, evidências de erosão e de escorregamentos; apenas 10% delas declararam possuir estudos geotécnicos dos maciços.

Na maioria das operações visitadas (65%), os taludes são irregulares (Figura 17). Porém, é positivo observar a existência de diversas operações com bancadas adequadamente definidas. Estas correspondem, principalmente, a pedreiras que utilizam desmonte por explosivos, já que a criação de bancadas razoavelmente regulares é uma consequência da adoção de malhas com furação subvertical. Esta situação é ilustrada nas Figuras 18, 19 e 20.

Figura 17 – Talude irregular, sem controle, Junco do Seridó (PB)



Fonte: NAP.Mineração/USP (2017)

Figura 18 – Talude final em boas condições de acabamento, Natividade (TO)



Fonte: NAP.Mineração/USP (2017)

Figura 19 – Escorregamento em cunha da crista de uma bancada, Feira de Santana (BA)



Fonte: NAP. Mineração/USP (2017)

Figura 20 – Pedreira com taludes e bancadas sub-horizontais bem definidas, Tatuí (SP)



Fonte: NAP. Mineração/USP (2017)

Lavra subterrânea

Foram visitadas 4 operações de lavra subterrânea de minerais não metálicos. Dado o pequeno tamanho amostral, os dados sobre tais minas são apresentados a seguir de forma descritiva. Assim, foram visitadas:

- a) uma mina de produção de feldspato na Paraíba, classificada no banco de dados como não metálica. Nesta mina há ocorrência de berilo, que não é extraído.
- b) uma mina de produção de gipsita e ametista no Rio Grande do Sul, classificada no banco de dados como mista (não metálicos, gemas).
- c) duas minas de produção de feldspato e turmalina em Minas Gerais, classificadas no banco de dados como mistas (não metálicos, gemas).

Todas essas minas são lavradas por câmaras e pilares e escavadas por perfuração e desmonte com explosivos. Uma das minas escavadas em sistema misto utiliza escavação mecânica, além do desmonte por explosivo.

Quanto ao carregamento de material, duas minas são mecanizadas, com uso de carregadeira; nas demais o material é carregado manualmente. No que diz respeito ao transporte de material, em três operações é feito sobre rodas, como mostra a Figura 21.

Figura 21 – Exemplo de transporte mecanizado sobre rodas, Planalto (RS)



Fonte: NAP. Mineração/USP (2017)

A quarta operação trabalha de forma mista e utiliza diversas técnicas de transporte, caracterizadas por combinações variadas de transporte horizontal e vertical (Figura 22), incluindo métodos artesanais e improvisados.

Figura 22 – Exemplos de métodos manuais de transporte de minério observados nas visitas de campo



Fonte: NAP. Mineração/USP (2017)

Lavra subaquática

Foram visitadas 69 operações que utilizam sistemas de dragagem para produção de areia⁶. Quatro destas operam em um sistema misto de lavra em bancada (com escavadeira e caminhão) e dragagem. Os equipamentos de dragagem são produzidos artesanalmente, tendo sido encontrada uma grande variedade de tamanhos, conforme apresentado na Tabela 10.

Tabela 10 – Características dos equipamentos de dragagem

Característica	Mínimo	Máximo	Média
Tamanho do Flutuante (m)	4	50	17
Tamanho da Lança (m)	1	27	10
Diâmetro da Lança (pol.)	4	12	8
Diâmetro da Lança (mm)	101,6	304,8	203,2

Fonte: NAP. Mineração/USP (2017)

⁶ Distribuídas por todas as regiões do país, em 16 estados: AM, AP, GO, MG, MS, MT, PA, PE, PI, PR, RJ, RO, RS, SC, SP e TO.

As configurações de lavra de areia por dragagem são apresentadas nas Figuras 23, 24 e 25. Foram observadas três configurações: (a) dragagem do material diretamente para a margem do rio ou lago, por meio de tubulação, (b) dragagem para um barco que transporta o material até a margem e (c) dragagem e transporte do material realizado pela mesma embarcação.

Figura 23 – Dragagem com transporte da polpa até a margem, Petrolina (PE)



Fonte: NAP. Mineração/USP (2017)

Figura 24 – Dragagem para barco de transporte, Jacareí (SP)



Fonte: NAP.Mineração/USP (2017)

Figura 25 – Equipamento de dragagem e transporte de areia, Altamira (PA)

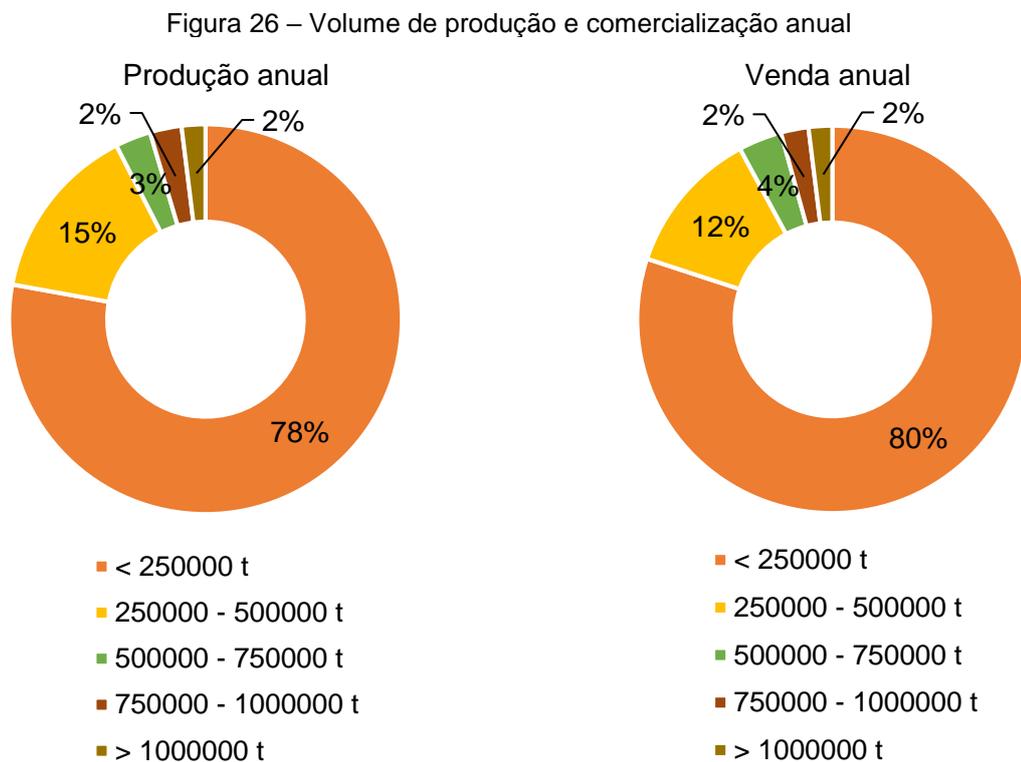


Fonte: NAP.Mineração/USP (2017)

Entre as operações visitadas, 12% utilizam mergulhadores. Estes exercem uma atividade insalubre e de alto risco, pois trabalham em condições de risco à saúde e à segurança ocupacional, em função da falta de iluminação e das baixas temperaturas da água.

3.3.2 Produção e comercialização

Devido ao alto índice de aproveitamento dos materiais, o volume de vendas dos minerais não metálicos é da mesma ordem de grandeza do volume lavrado, como mostra a Figura 26. Entre as 338 operações visitadas, 305 (90% do total) forneceram informações a respeito da produção e venda anual.



Fonte: NAP. Mineração/USP (2017)

O reaproveitamento de rejeitos é um dos principais desafios observados, principalmente na produção de rochas ornamentais e na produção de lajotas de quartzito. Foi observado que a MPE de substâncias não metálicas poderia se beneficiar de iniciativas de coordenação de ações entre os produtores, buscando demandas para os rejeitos e desenvolvendo novos mercados e tecnologias que permitam transformá-los em subprodutos.

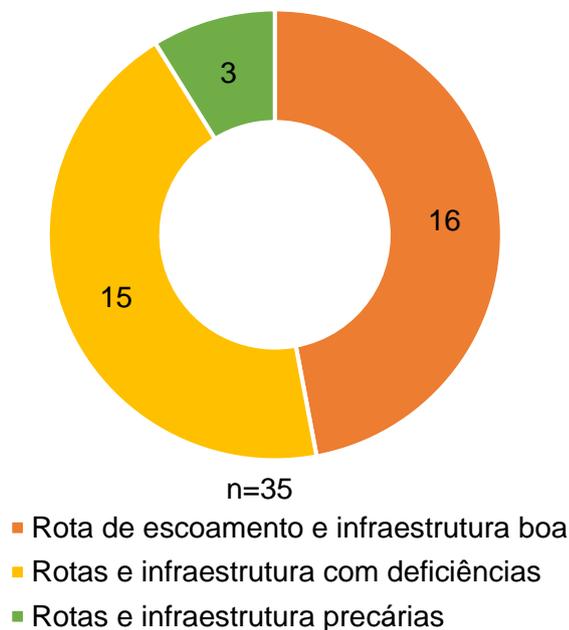
O destino da produção foi analisado para todas as minas de substâncias não metálicas visitadas. Das 338 operações analisadas, a maioria destina sua produção para o consumo regional ou nacional (63%). As operações cuja produção é destinada

ao consumo local (36% do total) são, principalmente, de areia e brita, argila, granito e calcário. Por outro lado, apenas 1% das operações visitadas tem sua produção direcionada também à exportação, especificamente as substâncias quartzito (sul de Minas Gerais) e granito ornamental (Campina Grande e região, sul da Bahia e Espírito Santo).

Nota-se, principalmente, no norte do Espírito Santo, que as pedreiras de rochas ornamentais vendem seus produtos a intermediários que podem ser pessoas físicas ou empresas. Tais intermediários, por sua vez, realizam o beneficiamento e a comercialização internacional.

Em termos da qualidade das rotas de escoamento e infraestrutura logística, em quase metade dos casos foram observadas condições entre médias e boas (47%). Nas demais visitas foram encontradas condições com deficiências (44%) e precárias (9%) (Figura 27).

Figura 27 – Rotas de escoamento e infraestrutura logística nas campanhas realizadas nas operações visitadas



Fonte: NAP. Mineração/USP (2017)

As condições de acesso e escoamento foram consideradas boas principalmente nas regiões de: Cuiabá (MT), para areia e brita, calcário e argila; Recife (PE), para areia e brita, calcário e granito ornamental; e Ametista do Sul (RS), para gipsita.

Quanto às rotas de comercialização, o levantamento de dados primários não incluiu o detalhamento dos destinos específicos da produção, tendo sido estabelecidas as categorias local/municipal, estadual, outros estados e exportação. As informações das principais rotas não locais de comercialização das substâncias não metálicas, abrangidas neste Diagnóstico, foram obtidas a partir do AMBweb (BRASIL, 2016) e são apresentadas no Capítulo 4.

3.3.3 Insumos

Na MPE de substâncias minerais não metálicas, as operações a céu aberto e subaquáticas consomem mais água do que as operações subterrâneas. Quanto ao consumo de energia e diesel, as operações a céu aberto apresentam consumo médio maior do que as subaquáticas e subterrâneas (Tabela 11).

Tabela 11 – Insumos por tipo de lavra para substâncias não metálicas

Método de lavra	Consumo médio de água [l/mês] *	Consumo médio de energia [kWh/mês] *	Consumo médio de diesel [l/mês] *
Céu aberto	4.414	156.063	17.641
Subaquática	4.156	6.611	943
Subterrânea	73	4.300	5.840

(*) os valores representam as médias das operações visitadas que forneceram dados sobre insumos
Fonte: NAP. Mineração/USP (2017)

O consumo médio de diesel das operações subterrâneas é de 5.840 litros/mês nas 4 unidades visitadas que reportaram o consumo de diesel (3 operações de feldspato e 1 de gipsita). No caso das operações subaquáticas, apenas 5 reportaram os consumos de diesel e de gasolina, com média de 943 litros/mês (todas operações de areia).

O consumo médio de água, por tipo de substância, é apresentado na Tabela 12. Os dados apresentados referem-se às 80 unidades produtoras de minerais não metálicos que forneceram informações sobre esse insumo. No caso da areia industrial e do caulim, os mineradores não forneceram dados de consumo de água. As operações de mica visitadas extraem o minério por métodos artesanais, sem o uso de água.

Tabela 12 – Consumo de água por substância lavrada

Substância mineral	Unidade produtora	Consumo médio de água [l/mês]
Ardósia	1	5000
Areia Industrial	-	-
Areia – Brita	36	18391
Argila	9	6202
Calcário	10	5777
Caulim	-	-
Feldspato	1	-
Gipsita	4	21756
Granito e outras rochas ornamentais	15	-
Mica	2	0
Quartzito	2	-
Total	80	57126

Fonte: NAP. Mineração/USP (2017)

Nas operações de brita, o consumo de água é elevado sobretudo devido ao uso de sistemas de aspersão para o controle de poeira na lavra, na usina e nas vias de acesso. No caso da areia, duas das operações visitadas usam a água para beneficiamento e lavagem do material e têm consumo superior a 480 mil m³/mês ambas possuem captação própria.

Na mineração de substâncias não metálicas, o consumo elevado de energia decorre do intenso uso de cominuição mecânica (britagem e moagem) para a geração dos produtos. O uso eficiente de explosivos como forma primária de cominuição poderia reduzir este consumo.

A Figura 28 exemplifica uma operação na qual o consumo de energia poderia ser reduzido ou mesmo zerado, sem aumento de custo, caso houvesse um melhor aproveitamento da energia explosiva. A eficiência dessa estratégia é demonstrada por estudos específicos sobre a MPE no Brasil (CARDU et al., 2015a; CARDU et al., 2015b).

Figura 28 – Desmonte secundário com rompedor hidráulico, Jaboatão dos Guararapes (PE)



Fonte: NAP. Mineração/USP (2017)

3.3.4 Preços verificados no campo

Durante as campanhas de visitas de campo, constatou-se grande variação de preços no grupo de substâncias dos minerais não metálicos. Pouco menos da metade dos mineradores (46,5% do total de operações visitadas) forneceu informações sobre os preços. Quanto às variações regionais, foram analisadas as substâncias de maior acessibilidade e relevância econômica, a saber: areia e brita, como mostra a Tabela 13.

Tabela 13 – Preço médio por região de areia e brita para construção

Substância	Preço médio por região (R\$/t)					Média nacional
	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste	
Areia para construção	21,00	40,00	27,00	21,00	31,00	28,00
Brita para construção civil	61,00	37,00	30,00	33,00	46,00	41,40

Fonte: NAP.Mineração/USP (2017)

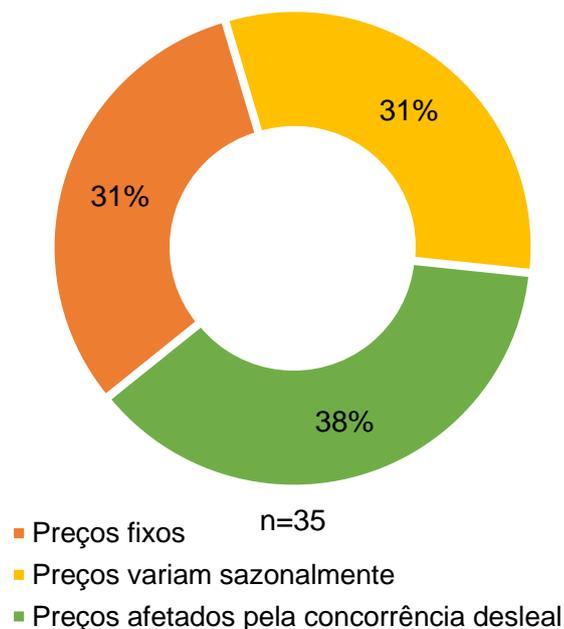
No caso da areia, levando-se em conta areia para construção, o preço médio foi de R\$ 40,00/t, no Nordeste, R\$ 31,00/t no Centro-Oeste, R\$ 27,00/t no Sudeste e R\$

21,00/t nas regiões Sul e Norte, com média nacional de R\$ 28,00/t e desvio-padrão de R\$ 7,90/t. No caso da brita, considerando os diversos produtos comercializados (como brita para construção civil), as médias regionais foram de R\$ 61,00/t na região Norte, R\$ 46,00/t no Centro-Oeste, R\$ 37,00/t no Nordeste, R\$ 33,00/t na região Sul e R\$ 30,00/t no Sudeste, com média nacional de R\$ 41,40/t e desvio-padrão de R\$ 12,50/t.

Outras substâncias para as quais a variação regional de preços pôde ser analisada incluem as argilas (variação de R\$ 20,00/t no Sul para R\$ 14,10/t no Sudeste e R\$ 6,60/t no Centro-Oeste) e outros produtos, como blocos de mármore (R\$ 925,00/m³ no Sudeste e R\$ 870,00/m³ no Nordeste) e tijolos (R\$ 420,00/milheiro no Sudeste e R\$ 210,00/milheiro no Nordeste).

Na análise de padrões de preços praticados, foram estabelecidas três categorias: preços fixos estabelecidos entre produtor e consumidor; preços que variam sazonalmente, em função do mercado; e preços que variam em função da oferta desleal representada por operações informais ou ilegais. A Figura 29 apresenta a porcentagem na variação dos preços de areia e brita nas 35 regiões estudadas.

Figura 29 – Variação de preços de areia e brita nas regiões da pesquisa em campo



Fonte: NAP.Mineração/USP (2017)

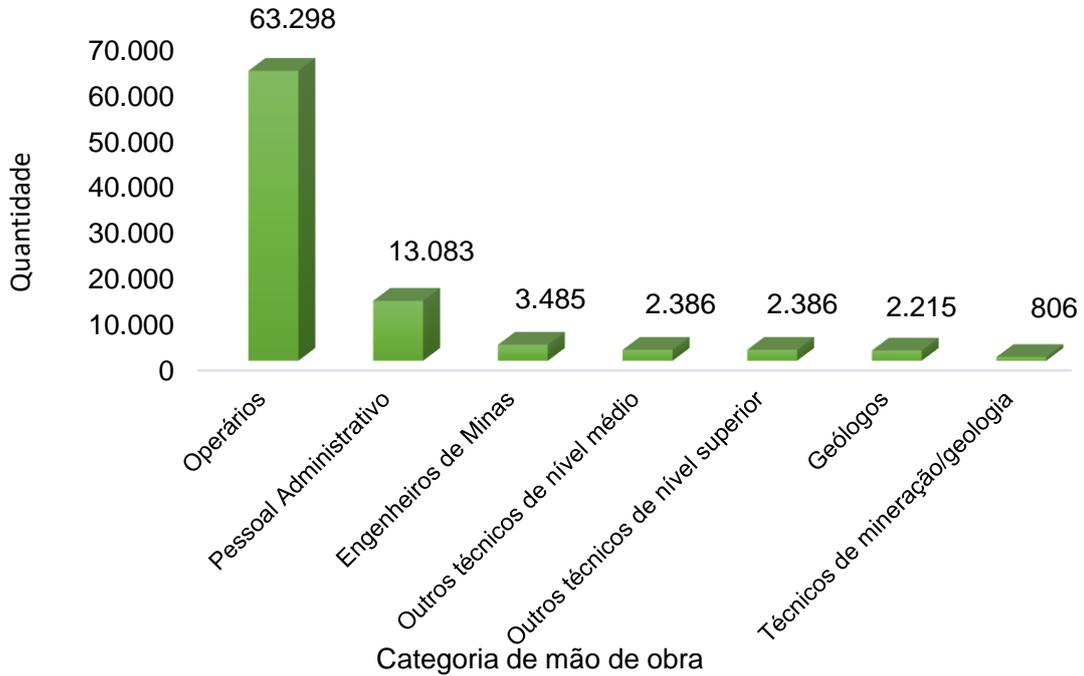
As três categorias foram registradas com frequência razoavelmente equivalente, com pequena preponderância da variação em função de concorrência desleal (38%). Esta situação foi observada em todas as regiões do país, exceto na região Centro-Oeste. As substâncias mais afetadas pela concorrência desleal são areia e brita, argila e calcário. Essa situação também foi observada nos preços de granito ornamental, quartzito e gipsita.

3.4 Características dos trabalhadores, regimes de trabalho e saúde e segurança

Mão de obra

Com base em dados do AMBweb (BRASIL, 2016), para o ano de 2015, foi estimado um total de 87.659 trabalhadores atuando na MPE de minerais não metálicos. A Figura 30 apresenta a distribuição da mão de obra por categoria de atividade, destacando-se a mão de obra operária e o pessoal administrativo. A reduzida presença de engenheiros de minas, geólogos e técnicos de mineração/geologia é preocupante, uma vez que tais profissionais são os responsáveis pelo planejamento e manutenção das minas.

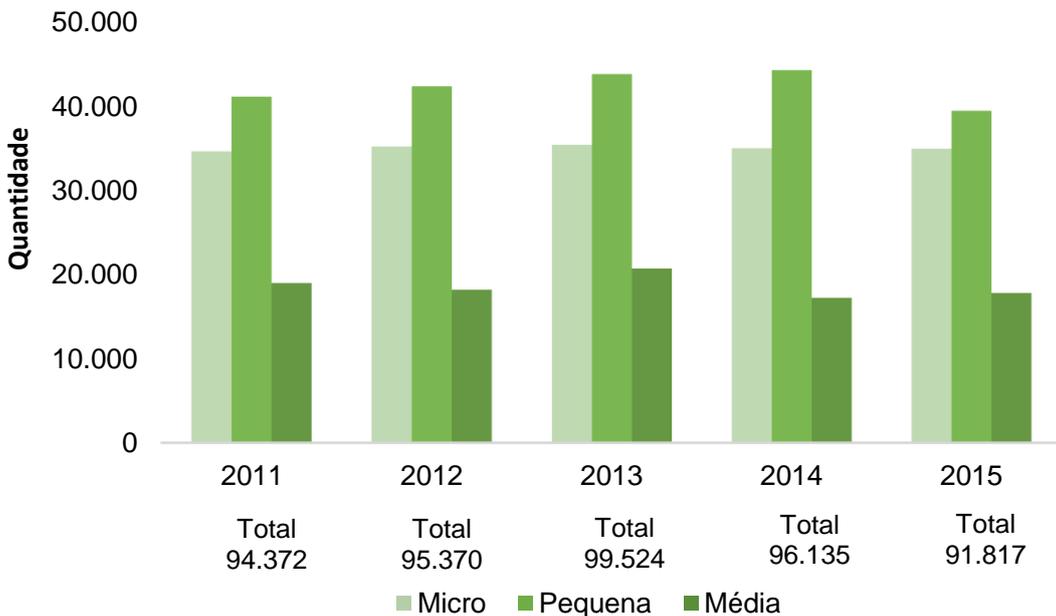
Figura 30 – Distribuição da mão de obra por categoria de atividade na MPE do setor de minerais não metálicos



Fonte: BRASIL (2016)

Segundo os dados estatísticos divulgados pelo IBGE para o setor de não metálicos, o total de trabalhadores em minerações de porte micro, pequeno e médio, em 2015, foi de 91.817 trabalhadores, conforme Figura 31.

Figura 31 – Distribuição dos trabalhadores da MPE pela Classificação Nacional de Atividades Econômicas

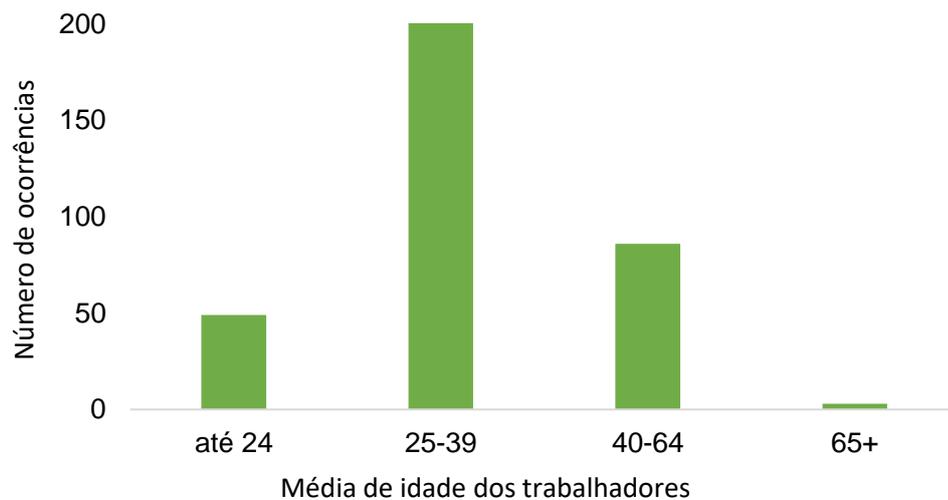


Fonte: IBGE (2015)

Média de idade dos trabalhadores

De modo geral, as operações de minerais não metálicos visitadas utilizam mão de obra regularmente contratada, em sua maioria homens, com idade entre 25 e 39 anos, conforme Figura 32.

Figura 32 – Média de idade dos trabalhadores nas operações visitadas da MPE de substâncias não metálicas (n=329)



Faixas etárias segundo o Cadastro Geral de Empregados e Desempregados do Ministério do Trabalho (CAGED)

Fonte: NAP. Mineração/USP (2017)

Gênero

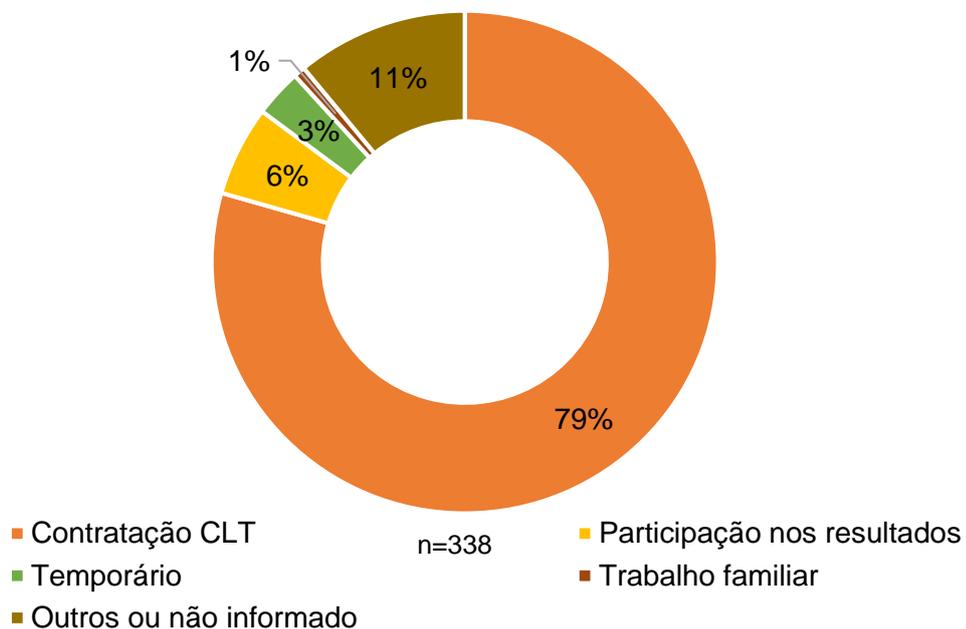
Quanto à questão do gênero, verificou-se que, nas unidades produtoras visitadas, 93% dos trabalhadores são homens e 7% são mulheres; 51 operações não forneceram informação sobre gênero dos trabalhadores.

Há grande variação no contingente de trabalhadores em função de substância extraída, porte e atuação da empresa e método de lavra empregado. No caso da areia, a média encontrada foi de 25 trabalhadores por operação, sendo 5 na lavra. Já no caso da argila, a média foi de 39 trabalhadores por operação, com 4 na lavra. Para o calcário, a média foi de 64 trabalhadores por operação, com 11 na lavra.

Regimes de trabalho

A maioria dos trabalhadores (78%) está sob o regime de Consolidação das Leis do Trabalho (CLT). Outros tipos de regime de trabalho observados, conforme descrito na Figura 33, foram: trabalhadores remunerados em porcentagem (6%); regime de trabalho familiar (3%); empregos temporários não previsto na CLT (3%); e outros tipos de contratação ou de parcerias (11%).

Figura 33 – Regimes de trabalho nas operações visitadas da MPE de substâncias não metálicas

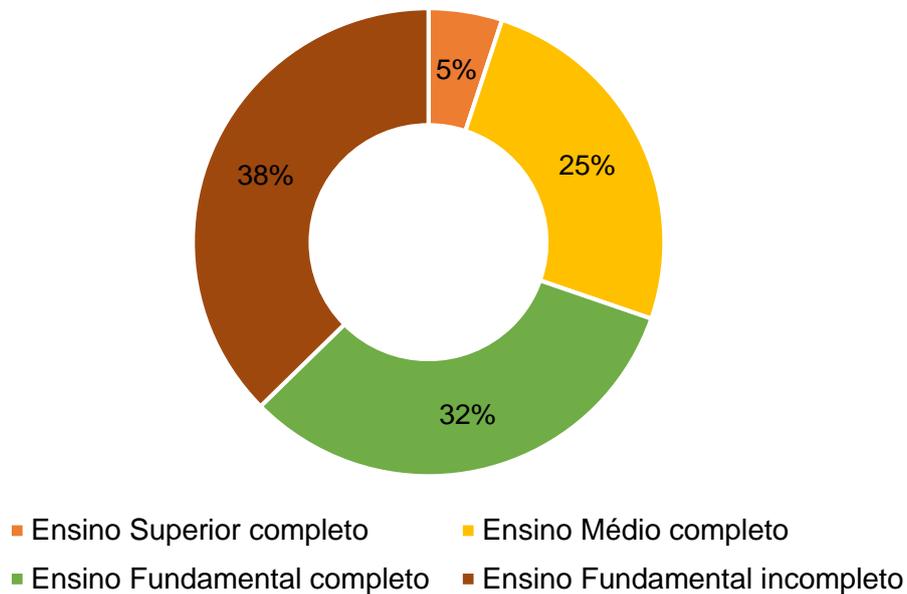


Fonte: NAP. Mineração/USP (2017)

Escolaridade

Também foi avaliado o nível de escolaridade dos trabalhadores nas operações visitadas da MPE de substâncias não metálicas, como mostra a Figura 34. Essas informações foram fornecidas por 174 (51%) dos 338 empreendimentos visitados.

Figura 34 – Nível de escolaridade dos trabalhadores nas operações visitadas da MPE de substâncias não metálicas que informaram escolaridade



Fonte: NAP. Mineração/USP (2017)

Em relação ao nível de escolaridade, 37% dos trabalhadores das operações visitadas tinham o ensino fundamental incompleto; 32%, o ensino fundamental completo; 25%, o ensino médio completo; e 5%, o ensino superior completo.

Dentre as minas visitadas podem ser citados como exemplos regionais:

Região Sul: nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, destaca-se o nível de organização das empresas. Nesta, a maioria dos operários tem origem local, ocupando postos de maior responsabilidade em função de sua experiência. Já a mão de obra especializada, como engenheiros, técnicos e geólogos, é proveniente de centros urbanos maiores ou de outras regiões.

Região Sudeste: no Rio de Janeiro e região, a mão de obra é predominantemente local, sendo pouco capacitada, apesar de existirem na região boas escolas e cursos.

Saúde e segurança

Quanto ao uso de EPIs, a equipe do projeto constatou que em 50% das operações visitadas os trabalhadores utilizam EPIs, sistematicamente ou não, e em 12% os trabalhadores não utilizam nenhum tipo de EPI (Tabela 14).

Tabela 14 – Porcentagem de utilização de EPI nas operações visitadas de minerais não metálicos

Utilização de EPI	Número de operações visitadas	% das operações visitadas
Não utiliza EPI	42	12%
Baixo uso de EPI (<25%)	13	4%
Médio uso de EPI (25% a 75%)	36	11%
Alto uso de EPI (>75%)	119	35%
Não informado	128	38%
Total	338	100%

Fonte: NAP. Mineração/USP (2017)

3.5 Grau de cooperação com outros agentes da cadeia produtiva

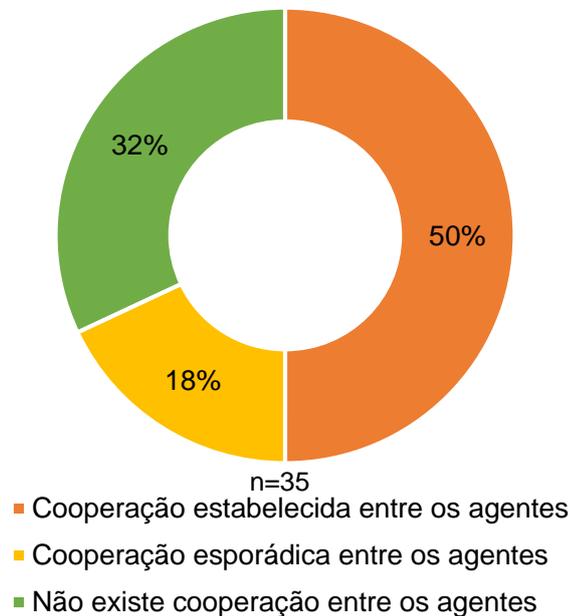
Na maioria das regiões visitadas, foi observada a organização dos produtores em cooperativas e sindicatos. No entanto, estas associações não contam com a participação e apoio de todos os trabalhadores e não conseguem prover aos associados o apoio necessário para sua regularização, aumento da produtividade e para atuar no fortalecimento da integração destes dentro cadeia produtiva. A integração entre produtores da MPE, consumidores e outros segmentos da sociedade é diferenciada, dependendo das regiões visitadas.

A integração entre produtores e consumidores, na MPE, pode ser considerada alta em algumas das regiões visitadas, como em Belém (PA), Macapá (AP) e São Luís (MA). Por outro lado, em outras regiões como Manaus (AM), foi observado que, apesar dos produtores de argila se organizarem por meio do APL de Base Mineral Cerâmico-Oleiro de Iranduba (AM), não existe integração entre os agentes da cadeia de valor, como, por exemplo, na compra de explosivos e diesel, que é feita de forma descentralizada.

A distribuição quanto ao nível de cooperação entre os agentes da cadeia de valor nas 35 regiões visitadas, com inclusão de operações de substâncias não metálicas,

está ilustrada na Figura 35.

Figura 35 – Grau de cooperação entre os agentes da cadeia produtiva



Fonte: NAP.Mineração/USP (2017)

Como mostra a figura, em boa parte das campanhas (50%) não foi constatado nenhum tipo de cooperação entre os vários agentes da cadeia produtiva, enquanto que em 32% delas foi verificado algum tipo de cooperação, mesmo que esporádica. Entre as regiões onde a cooperação entre os agentes não foi constatada, as substâncias mais extraídas eram areia e brita, indicando que os produtores destas tendem a atuar de forma isolada. A seguir, alguns exemplos ilustram o grau de cooperação existente entre agentes da cadeia produtiva.

Na região Sudeste não foi observada grande cooperação entre os agentes da cadeia de valor. No entanto, verificou-se, principalmente nos segmentos de argila e areia, um esforço no desenvolvimento de novos produtos com maior valor agregado.

Em São Paulo, os produtores se mostraram razoavelmente bem organizados. Para as pedreiras, há o Sindicato da Indústria de Mineração de Pedra Britada do Estado de São Paulo (SINDIPEDRAS) e, para os produtores de areia, o Sindicato das Indústrias de Extração de Areia do Estado de São Paulo (SINDIAREIA). Há, entre os mineradores de pequeno e médio porte do estado, um esforço em desenvolver projetos com o objetivo de agregar valor aos produtos, mas, por enquanto, há pouca

integração e cooperação entre os vários agentes. A necessidade de apresentação dos projetos para a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), mesmo para testes prospectivos, representa uma dificuldade a mais à inovação na produção de materiais cerâmicos.

No Polo Cerâmico de Santa Gertrudes (PCSG) existem a Associação Paulista das Cerâmicas de Revestimento (ASPACER) e o Sindicato das Indústrias da Construção, do Mobiliário e de Cerâmica de Santa Gertrudes (SINCER). As empresas do polo têm realizado esforços para manter atualizado o nível tecnológico da sua produção e agregar valor aos seus produtos.

Na região Sul, destaca-se o exemplo dos produtores de argilas em Morro da Fumaça (SC), organizados por meio do Sindicato da Indústria da Cerâmica Vermelha (SINDICER), com o intuito de compartilhar entre si aprendizado gerencial, técnico e comercial.

Na região de Manaus (AM) existe uma produção significativa de argila, concentrada no polo cerâmico-oleiro de Iranduba-Manacapuru, que abastece construtoras e lojas de material de construção da região metropolitana. Apesar de ter sido criado um APL para esse polo de produção de produtos cerâmicos, não foram verificadas integração e cooperação significativas entre os agentes da cadeia de valor, ou ainda esforços relevantes para que fosse agregado valor à produção.

Nos arredores de Recife (PE), uma mineradora que produz calcário desenvolve uma série de produtos no laboratório da própria empresa, com valor agregado superior aos produtos tradicionais de calcário.

Em Alta Floresta (MT), foi verificada uma força potencial para produção de rocha ornamental. A Companhia Mato-Grossense de Mineração (METAMAT) tem projetos de produção de rochas ornamentais e uma empresa produtora de brita tem planos de produzir rocha ornamental, para assim agregar valor ao produto. No entanto, há desafios logísticos a serem superados para que o investimento seja viável, pois as rotas de comercialização, a partir desta região, dependem de novas obras de infraestrutura, incluindo a construção de portos e estações de transbordo e a ampliação e melhoria da intermodalidade dos sistemas de transporte rodoviário, ferroviário e fluvial no conceito do projeto logístico Arco Norte (RODRIGUES, 2018).

Vale ressaltar, a dificuldade encontrada pela equipe para contatar e obter

informações das cooperativas e outras associações. No âmbito dos sindicatos, as informações foram dadas de forma mais proativa.

3.6 Considerações sobre a informalidade

As campanhas de campo para coleta de dados do Projeto META MPE foram planejadas com base nas informações oficiais de direitos minerários disponibilizadas pelo DNPM. Durante as campanhas foram observadas, em todas as regiões visitadas, situações de informalidade em operações que não foram objeto deste levantamento.

É possível presumir que os principais limitadores e pontos de estrangulamento para a formalização sejam, basicamente, aqueles já apontados anteriormente pelos mineradores detentores de títulos minerários entrevistados, como por exemplo:

- a) o alto nível de exigência dos órgãos responsáveis pela regularização dos direitos minerários e pela obtenção da licença ambiental;
- b) a burocracia para a elaboração de toda a documentação necessária;
- c) os custos relativos aos processos de regularização, considerados altos, em especial se considerada a dificuldade de acesso a crédito; e
- d) a morosidade dos órgãos para realizar as vistorias necessárias e encaminhar os processos.

Entre as 338 visitas realizadas, a equipe de campo observou situações de informalidade em 23 (6%) empreendimentos. No mercado referente à venda de areia para construção civil, 17 produtores mencionaram a existência de práticas de concorrência desleal que prejudicam os preços regionais da substância. Em cinco visitas de campo, os responsáveis pelas minas reclamaram da falta de fiscalização ou de irregularidades no processo da fiscalização por parte dos órgãos ambientais. Nas regiões de Campina Grande (PB), Seridó (PB e RN) e Vale do Ribeira (SP), a equipe de campo notou uma tendência positiva, adotada pelos municípios, de apoiar os mineradores locais ou as associações e cooperativas no processo de regularização ou, ainda, de oferecer apoio e infraestrutura.

Foram observadas situações de informalidade nas seguintes operações não

objeto desse estudo: na produção de argila para cerâmica (sul do MA e nordeste do CE); na draga de areia em Teresina (PI); na produção de areia em Peixoto (MT); na produção de quartzito, caulim e gemas (PB); na lavra de calcário laminado – pedra Cariri (sul do CE); nas operações de gipsita (oeste de PE); na produção de rochas ornamentais (norte do ES); na extração de quartzito – Pedra de São Tomé na região de São Tomé das Letras (MG); na produção de areia (RJ); na produção de calcário, areia e quartzo (TO); nas operações de brita e areia em Recife (PE); na produção de argila em Sorocaba (SP); na mineração de areia, argila, brita e calcário na região metropolitana de Curitiba e Ponta Grossa (PR).

Complementando os dados coletados em campo, a literatura indica que o grupo mais prejudicado pela informalidade da atividade são os trabalhadores da MPE. A falta de observância das regras da legislação trabalhista nega, à força de trabalho, condições adequadas de seguridade social (MELO, 2011).

Além disso, publicações recentes discutem a transição da informalidade para a formalidade como sendo um processo desafiador. Freitas, Freitas e Macedo (2016) enumeram, para a formalização através do associativismo e cooperativismo, alguns pressupostos a serem observados, como por exemplo, políticas públicas que gerem novas oportunidades e que por sua vez induzam à formação de uma organização coletiva.

3.7 Desafios reconhecidos para a produção

Durante o levantamento de dados em campo, a equipe coletou informações sobre os desafios produtivos nas minas visitadas. Este processo incluiu a identificação do principal desafio observado pela equipe em cada mina. Para o levantamento destas variáveis, relacionadas à produção dos minerais não metálicos, foram considerados os tipos de desafios apresentados na Tabela 15.

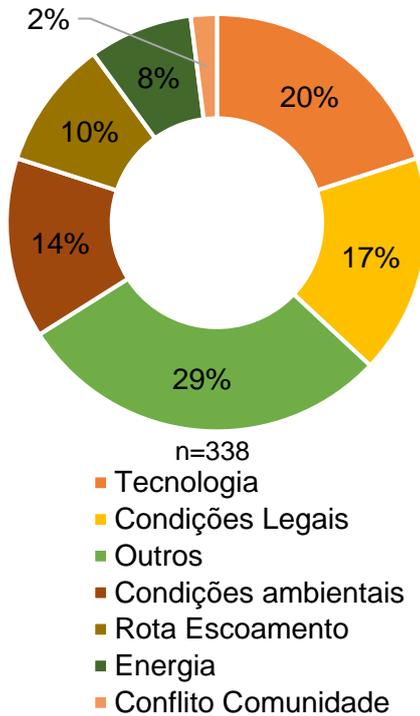
Tabela 15 – Descrição dos desafios produtivos identificados nas visitas de campo

Tipo de desafio	Descrição
Condições Ambientais	Desafios produtivos ligados às condições ambientais dos locais de produção, incluindo abastecimento de água, clima, vegetação, riscos ambientais, entre outros aspectos.
Condições Legais	Desafios produtivos ligados ao atendimento das condições legais de operação, incluindo acesso às concessões, atendimento das obrigações normativas, pagamento de tributos e multas, entre outras.
Conflito com a Comunidade	Desafios produtivos ligados a conflitos com a comunidade atingida pelas atividades vinculadas à produção, beneficiamento e transporte mineral.
Energia	Desafios produtivos ligados ao suprimento, transformação, geração, consumo e economia de energia.
Rota de escoamento	Desafios produtivos ligados aos processos após a mineração, incluindo transporte, distribuição, acesso aos mercados, relações com intermediários, entre outros aspectos.
Tecnologia	Desafios produtivos associado às tecnologias utilizadas na operação, incluindo tecnologias inadequadas, desatualizadas, ineficientes, dificuldades no suporte técnico e no acesso a novas tecnologias, entre outros aspectos.
Outros	Desafios produtivos que extrapolam as categorias mencionadas acima (mercado, mão de obra, condições climáticas, linhas de financiamento e crédito, entre outros desafios não relacionados à atividade mineral).

Fonte: NAP. Mineração/USP (2017)

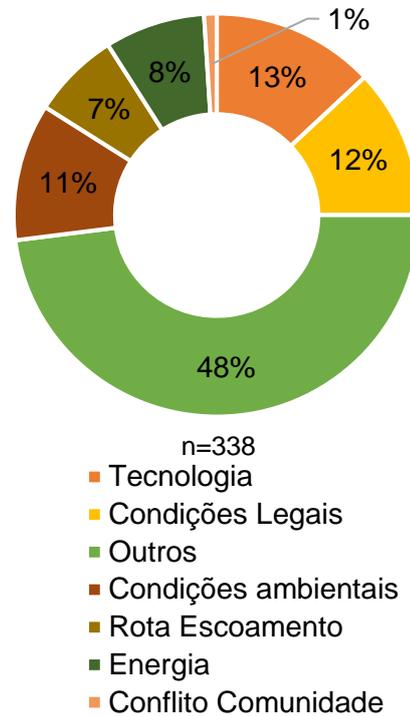
Na Figura 36 estão registradas as observações da equipe técnica e, na Figura 37, as observações dos mineradores acerca das suas percepções sobre os principais desafios nas minas. A comparação entre as respostas indica diferenças entre a avaliação da equipe do projeto e a dos mineradores.

Figura 36 – Principais desafios identificados pela equipe técnica



Fonte: NAP. Mineração/USP (2017)

Figura 37 – Principais desafios identificados por parte do entrevistado.



Fonte: NAP. Mineração/USP (2017)

No total das 338 minas visitadas, a ausência de tecnologia foi identificada como o maior “gargalo” para o desenvolvimento sustentável de cada uma, seguido pelo atendimento aos requisitos legais e às condicionantes ambientais, entre outros. Para os entrevistados, nas mesmas minas avaliadas pelos técnicos, cerca de 50% dos desafios relatados não correspondem a questões tecnológicas, legais ou administrativas, estando dispersos entre questões de cunho pessoal, familiar e alguns relacionados ao seu negócio. Mesmo as questões relacionadas ao seu negócio não eram associadas àquelas identificadas pela equipe do Projeto, embora essa relação existisse.

A questão do desafio tecnológico, para as substâncias de areia e brita, foi observada no Vale do Paraíba (SP) e na região de Curitiba e entorno (PR). Os mineradores sentem a necessidade de agregar valor ao produto, mas ficam limitados a diversas questões como falta de investimentos em equipamentos, em tecnologia e na qualificação profissional nas áreas técnicas e gerenciais. Um exemplo de limitação tecnológica, observada no Vale do Paraíba (SP), é a falta de sistemas mais modernos de beneficiamento, incluindo classificação, ciclonação e peneiramento. Segundo relato de um produtor de areia local, uma indústria de vidro, situada a menos de 10

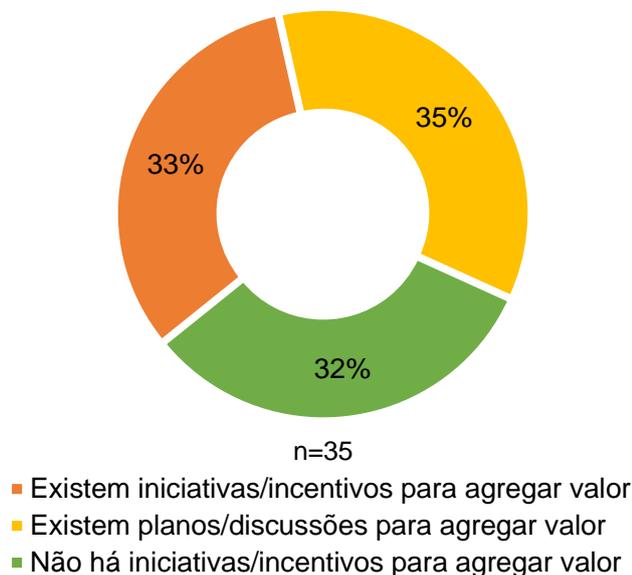
km de sua operação, utiliza como insumo a areia proveniente de outra jazida, distante 300 km. No entanto, esse produtor acredita que a qualidade e a especificação da areia da sua mina neste caso atenderiam a produção de vidro.

Chama a atenção o fato de que, na região de Campina Grande (PB), a percepção quanto à deficiência tecnológica foi geral: em todas as operações visitadas, os mineradores se queixaram de não terem acesso à tecnologia.

A comparação entre as Figuras 36 e 37 indica um equilíbrio na percepção e avaliação entre a equipe técnicas e os entrevistados quanto às condições ambientais, condições legais e energia. Dados adicionais de campo, mostram a capacidade de auto avaliação do minerador quanto às deficiências relativas à situação legal/ambiental e à utilização de insumos. No que diz respeito às condições ambientais, as campanhas e esforços governamentais de educação parecem ter contribuído para uma maior conscientização dos mineradores. Já em relação às condições legais, os resultados indicam que os mineradores da MPE estão cientes de suas obrigações perante os órgãos reguladores, mesmo levando em conta as já mencionadas dificuldades em termos de custo e burocracia.

Nas 35 regiões visitadas durante as campanhas de campo, foi avaliada a existência de iniciativas dos mineradores para agregar valor à produção na região como um todo, conforme ilustrado na Figura 38.

Figura 38 – Oportunidades/obstáculos para agregação de valor nas regiões da pesquisa



Fonte: NAP. Mineração/USP (2017)

A Figura 38 apresenta os resultados dessa avaliação, mostrando que 68% dos entrevistados já participa de iniciativas desse tipo ou tem intenção de fazê-lo. Um terço dos entrevistados (32%) informou não haver iniciativas ou incentivo para agregar valor.

Em 9 das 11 campanhas de campo realizadas, nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, não foram observadas iniciativas de agregação de valor para as substâncias areia, brita, argila e calcário. Já nas regiões Sul e Sudeste, em 8 das 11 campanhas, foram observadas iniciativas de agregação de valor para as substâncias areia, brita e granito. Nesses exemplos de agregação de valor, destacam-se as regiões do norte e sul do Espírito Santo (granito ornamental) e o PCSG em São Paulo (argila).

A seguir são apresentados, por substância, os destaques registrados pela equipe técnica do Projeto META MPE durante o trabalho de campo. Os destaques referem-se principalmente à cadeia de valor, abordando aspectos como dificuldades relacionadas à infraestrutura e mercado produtor, entre outros.

Areia e brita

Todos os estados do Brasil produzem areia e brita, de acordo com o Sumário Mineral do DNPM (2015). Esta ampla distribuição foi confirmada pela equipe do projeto, que esteve em quase uma centena de minerações, em 12 estados brasileiros.

Nos estados do Pará, Amapá e Rondônia, nas operações que produzem areia e brita, existe uma integração maior entre fornecedores e consumidores dessas substâncias. Os principais desafios reportados dizem respeito a rota de escoamento, acesso ao mercado, processos ambientais e acesso à tecnologia. Na região de Marabá/Parauapebas (PA), foram observados estoques elevados em diversas minas, indicando as dificuldades atuais na comercialização dos produtos.

Em Mato Grosso, uma pedreira que produz 20 mil t/ano de brita, instalada em Alta Floresta para abastecer as obras de instalação de uma barragem hidrelétrica na região, atualmente se sustenta com a fabricação de canos de concreto, blocos e tampas de bueiro.

No Piauí, os principais desafios mencionados pelos mineradores de Teresina e entorno dizem respeito ao fornecimento de energia e às condições de competitividade

do negócio. No Ceará, nas operações de areia e brita de Fortaleza e entorno, são o acesso à tecnologia e orientações técnicas. Já no oeste de Pernambuco, são o acesso ao mercado e o escoamento da produção, além do acesso à tecnologia.

Em Minas Gerais, os mineradores que lavram areia no Rio Doce declararam que ainda sofrem com os problemas causados pelo acidente da SAMARCO, que desvalorizou o produto. Embora alguns areais tenham realizado testes comprovando que o material extraído é próprio para uso em construção civil, o produto da região perdeu credibilidade no mercado, pois, por algum tempo, a areia fornecida continha rejeitos da barragem que se rompeu.

A produção de areia e brita possui grande destaque no estado do Rio de Janeiro devido à alta demanda da construção civil. Segundo os mineradores entrevistados em Seropédica, o que pode ser corroborado por fontes secundárias, a produção de areia é prejudicada no município pela atuação de milícias, que apoiam a produção ilegal de areia e cobram “taxas de segurança” dos produtores legalizados (COELHO, 2018).

No Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, nas operações de produção de areia e brita visitadas, não foram observadas iniciativas que agregassem valor aos produtos. Em Porto Alegre e entorno, a maior parte da produção é destinada a obras públicas.

Argilas

São extraídas em praticamente todas as províncias minerais listadas no relatório das ARIMs no Brasil (CPRM, 2009). A proximidade das jazidas ao mercado consumidor, a infraestrutura adequada e a cultura empresarial são fatores de grande importância no estabelecimento de polos cerâmicos e têm reflexos importantes em toda a cadeia produtiva. Há vários polos cerâmicos bem definidos no território nacional, constituindo aglomerados que atuam como importantes APLs.

As análises dos dados e relatórios do DNPM indicam que a produção nacional de argila vermelha é realizada, sobretudo, pela mineração em pequena escala. As minerações visitadas enfrentam grande diversidade de desafios, que parecem decorrer do tipo de produto industrializado e o mercado consumidor. Nas regiões Norte e Nordeste, por exemplo, em várias minerações os responsáveis relatam como desafios o mercado “fraco” e a concorrência. Já nas minerações do Sudeste e do

Centro-Oeste, são citados os desafios tecnológicos e as questões ambientais (remoção de estéril, secagem).

A indústria de cerâmica vermelha é um segmento importante dentro da MPE brasileira, constituindo mais de 50 APLs em todo o Brasil. Destaque para o PCSG que, com a organização das indústrias e investimento em pesquisas, tornou-se um dos principais polos produtores de revestimento cerâmico do mundo e o maior do continente americano (ver também estudo de caso Santa Gertrudes, Relatório 3, Volume II).

No entorno de Cuiabá, a Cooperativa de Exploração Mineral para Cerâmica e Setores da Construção Civil do Estado de Mato Grosso (COOPEMCER) tem um arranjo de fornecimento preferencial dos cooperados que extraem argila para os cooperados que produzem tijolos e telhas. A escavação é gerenciada pela cooperativa e o transporte é responsabilidade do comprador que busca o material na frente de lavra. Não foi observado um nível elevado de cooperação entre os agentes da cadeia de valor. O fornecimento de energia elétrica representa um obstáculo, em função de fatores como a falta de linhas de transmissão e o fornecimento intermitente que preocupa os produtores de substâncias não metálicas no estado.

Na região de Morro da Fumaça, em Santa Catarina, foi constatada uma iniciativa do SINDICER para apoiar a criação de uma central de beneficiamento compartilhado entre os associados, ainda em fase projeto, que deve envolver aspectos e desafios tecnológicos, de mercado e de governança cooperativa.

Ardósias

A maioria das minas de ardósia visitadas estão na ARIM para rochas e minerais industriais que abrange grande parte dos estados de Minas Gerais e São Paulo, bem como os estados do Rio de Janeiro e do Espírito Santo, dentro dos tipos litológicos relacionados a sequências metassedimentares clásticas. As minas visitadas estão na região de Paraopebas e Papagaio, em Minas Gerais, tradicional produtora de ardósia.

Um problema já detectado a partir dos relatórios do DNPM é o declínio da produção desde 2010, devido à queda nas exportações. A questão foi relatada durante as visitas às minas e parece ser o maior desafio para a mineração de ardósia no país.

Calcário

As rochas carbonáticas representadas por calcários e dolomitos, e seus equivalentes metamórficos, também ocorrem em praticamente todas as províncias minerais listadas no relatório das ARIMs da CPRM. A indústria do calcário e da cal, no Brasil, possui alguns aglomerados organizados em APLs de base mineral como, por exemplo, nos estados do Paraná, Minas Gerais, Rio Grande do Norte e São Paulo, sendo em sua maior parte explorada pela MPE.

No estado do Tocantins há uma significativa produção de calcário destinada ao setor agropecuário da região do Matopiba, considerada a grande fronteira agrícola nacional da atualidade. Esta região compreende o bioma Cerrado dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia e responde por grande parte da produção brasileira de grãos e fibras. Também se nota uma boa integração entre os fornecedores e consumidores.

Na região Nordeste, a principal preocupação é relacionada ao acesso e às condições de venda ao mercado. Além disso, a ocorrência de sítios paleontológicos na região do Cariri (CE), no sul do estado, pode restringir a lavra de algumas mineralizações na região.

No Paraná, a mineração de calcário, areia, brita e caulim é geralmente de médio porte, sendo conduzida por grupos familiares, operada com bons equipamentos, mas sem pesquisa e controle geotécnico adequados. O controle geológico é essencialmente visual, mas algumas operações utilizam sondagens e outras utilizam amostragem nas frentes de lavra ou nos furos de desmonte.

Gipsita

A maioria das minas de gipsita visitadas está associada às ocorrências da Bacia do Araripe (CE) que, geologicamente, enquadra-se em um dos compartimentos geotectônicos da Província Borborema, correspondente às coberturas sedimentares fanerozóicas (Bacia Sedimentar do Araripe). A gipsita é o principal recurso mineral da região, com grandes reservas. A região tem grande destaque no universo mineral brasileiro, com participação em aproximadamente 85% da produção brasileira de gipsita (DNPM, 2015). Bezerra (2009), cita que três empresas geraram, em 1999, o equivalente a 55% da produção nacional de gipsita, sendo o estado de Pernambuco

o maior produtor de gesso no denominado Polo Gesseiro do Araripe/PE.

Outras minas visitadas estão dentro de evaporitos da Bacia do Parnaíba, no Maranhão, também compreendida pela Província Borborema. Foi visitada, ainda, uma mina no Rio Grande de Sul com pequena produção de gipsita, aparentemente como produto secundário da exploração de gemas.

A maioria das minas visitadas está inserida em dois APLs: APL Gesso de Pernambuco e APL Gesso de Grajaú (MA), indicando que grande parte da produção de gipsita no Brasil provém da MPE.

O desafio mais citado, principalmente nas minas do Polo Gesseiro do Araripe, refere-se às condições das rotas de escoamento da produção, que incluem estradas não pavimentadas e estradas pavimentadas sem condições adequadas de segurança e tráfego para transporte de minério por caminhões. Outro problema levantado é a falta de tecnologia adequada, também citada na literatura de APLs (CASTRO et al., 2011; SILVA; PEITER; VIDAL, 2013) que identifica um nível tecnológico médio-baixo para os arranjos produtivos do gesso. As áreas visitadas apresentam vocação geológica para a lavra de gipsita, proporcionando um entendimento representativo do panorama da MPE para esta substância no país.

Rochas ornamentais

A equipe técnica visitou minas de rochas ornamentais em cinco estados brasileiros, nas regiões Nordeste e Sudeste. A maior parte das minas visitadas pertence ao APL de Rochas Ornamentais da Bahia, localizado em Orolândia, na Província Mineral de Serrinha, nordeste da Bahia. Essa região é famosa pela produção do mármore Bege Bahia, que é o mármore mais consumido e o mais popular dentre as rochas brasileiras (ALVES, 2006). Esse tipo de rocha representa cerca de 30% da produção baiana de rochas ornamentais.

Também foram visitadas minas de mármore em Macarani e Maiquinique, na Província Cinturão Granulítico do sul da Bahia, indicando a importância do papel do estado no segmento de rochas ornamentais. Próxima a estas minas, foi visitada uma mina em Ninheira (MG).

Os desafios identificados, em Jacobina e região, também na Bahia, incluem acesso ao fornecimento de energia, a tecnologia e a orientações técnicas para a extração do granito ornamental. O município de Jacobina tem uma infraestrutura razoável de apoio operacional, com oficinas mecânicas e vários fornecedores locais de peças e itens de consumo.

Em Pernambuco, foram visitadas operações de granito ornamental no Recife e entorno. Não há organizações locais efetivas. As principais queixas são a demora na emissão de licenças e a falta de orientações técnicas. O Granito Marrom Imperial produzido na região é comercializado em todo o Brasil e exportado. Ainda no Nordeste, foram visitadas minas de granito em Vitória do Santo Antão (PE) e Caicó (PB), dentro da Província Borborema.

Fica clara a aptidão geológica dessas províncias para rochas ornamentais. Uma outra aptidão potencial, associada a rochas ornamentais, é a produção de brita a partir do aproveitamento de rejeitos, especialmente nas minas de exploração de granito. Este ponto pode ser importante no aproveitamento econômico das minas e na mitigação do impacto ambiental decorrente do acúmulo dos detritos do corte dos blocos. Os desafios listados nas minas foram os mais diversos, como condições legais, rotas de escoamento, tecnologia e capacitação técnica.

O estado do Espírito Santo tem grande produção de mármore e granito ornamental. Quanto ao granito, predominante no norte do estado, constatou-se que o destino da produção é 23% local, 52% para outros destinos no estado, 17% para outros estados e 8% para exportação. A alta porcentagem da produção destinada ao próprio estado decorre da venda para empresas capixabas de produção de chapas, que por sua vez exportam o produto. O mármore é produzido no sul do estado, em Cachoeiro do Itapemirim e entorno, onde está estabelecida a mesma cadeia de valor verificada na porção norte desse estado. As minas de mármore fornecem os blocos para produtores de chapas, que exportam a maior parte da produção. Por vezes, o mesmo grupo empresarial produz os blocos e as chapas polidas, finalizadas para exportação. Foi identificada, durante o trabalho de campo do Projeto META MPE, grande perda na produção de recuperação de blocos, tanto de granito quanto de mármore, gerando resíduos sem utilização, que representam um passivo ambiental, já que inúmeros blocos não aproveitados ficam espalhados pelas áreas de mineração.

Feldspato, caulim, mica

Dentro das ARIMs da CPRM (MATOS; MELLO; GONÇALVES, 2009; CPRM, 2009), o feldspato ocorre em várias províncias minerais, entre elas, a Província Borborema, que abrange os estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Ceará e Pernambuco. É nesta província que se situam as quatro minas produtoras de feldspato visitadas pela equipe, nos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte.

Tais minas estão na chamada província pegmatítica da Borborema-Seridó, onde mais de 400 corpos pegmatíticos estão distribuídos numa área de aproximadamente 6.000 km² (DANTAS, 2002). Nos pegmatitos, os principais minerais presentes são feldspato, mica, caulim, columbita-tantalita, ambligonita, além de gemas. Nesta região, ainda está por ser investigada a aptidão geológica para a produção econômica relativa a mica e caulim. Entre os desafios citados nas entrevistas, destacam-se a falta de tecnologia adequada e de conhecimento geológico, além de dificuldades relativas à situação legal/ambiental. Um aspecto observado durante as visitas é a utilização de lenha da caatinga para secagem do caulim. Este processo foi constatado em operações do Polo Gesseiro de Araripe e empreendimentos de produção de caulim que, no entanto, não utilizam práticas de manejo florestal.

Quartzito

Ocorre em várias faixas metamórficas no território brasileiro. As minas visitadas localizam-se em duas províncias minerais: Borborema, na região Nordeste, e Rio do Peixe, em Goiás.

No Nordeste, foram visitadas minas nos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte, onde as pedreiras de quartzito têm grande importância para a economia local. Embora as minas visitadas não tenham relatado ligações com aglomerados produtivos, existe uma cooperativa de mineradores de quartzito em Junco do Seridó (RN). Na região do Seridó, a produção é quase toda destinada aos consumidores das regiões Sul e Sudeste do país. Portanto, o mercado e os preços dependem da economia nacional.

Também foram visitadas minas na região de Pirenópolis, em Goiás, onde o quartzito extraído possui forte mercado regional e suas minas são organizadas em cooperativa. Um desafio apontado, referente ao conhecimento geológico, é a

qualidade da pedra. Os demais desafios dizem respeito às condições de trabalho e manutenção de equipamentos.

Em resumo, há uma intensa produção de minerais não metálicos em todo o Brasil. No entanto, em geral, a atividade se encontra retraída devido ao período de recessão econômica, que o país atravessa nos últimos anos. Dificuldades de mercado são problemas exógenos à atividade de mineração, sobre os quais o minerador não tem controle. Por outro lado, o impacto negativo de uma situação de mercado adversa pode ser amenizado por ganhos de produtividade e competitividade.

As dificuldades, porém, não decorrem apenas de aspectos do mercado, mas também com o baixo nível de integração e cooperação entre os agentes da cadeia de valor, com a morosidade das instituições governamentais de fiscalização, controle e concessão de direitos de mineração e com a resistência dos mineradores a adotar as melhores práticas e inovações. Apesar das diferenças entre os ambientes geológicos das diferentes regiões do Brasil, esses mesmos obstáculos se encontram disseminados por todo o país.

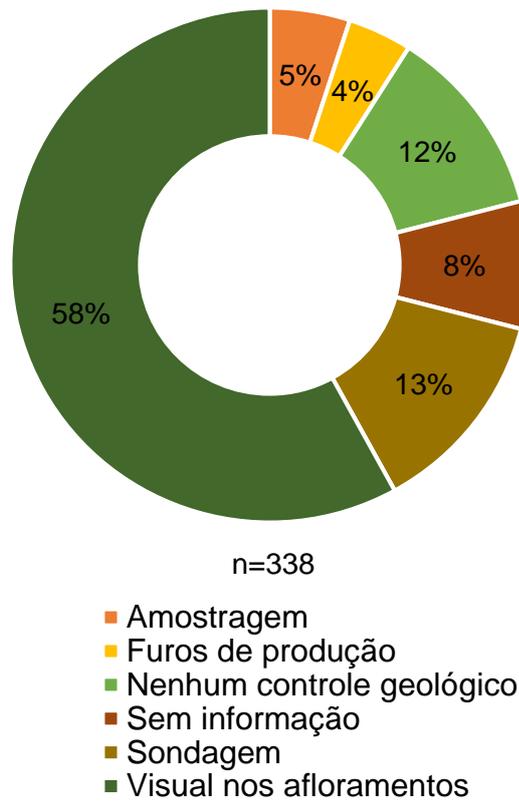
3.8 Aspectos críticos da gestão operacional no grupo de substâncias não metálicas

Diversos aspectos de melhoria podem ser aplicados à gestão operacional das minas visitadas, muitos deles relacionados com desafios técnicos de lavra. Dois aspectos críticos e fundamentais, que permeiam a MPE de substâncias não metálicas, independentemente do tipo de lavra, são o controle geológico e o uso e manejo de explosivos na operação, discutidos a seguir.

3.8.1 Controle geológico

Constatou-se que, das 338 minas visitadas, 58% das unidades fazem o controle geológico visual (Figura 39). Apenas 13% das operações visitadas realizam sondagem, com algum tipo de avaliação geofísica ou geotécnica.

Figura 39 – Método de controle geológico



Fonte: NAP. Mineração/USP (2017)

A ausência de controle geológico pode inviabilizar as atividades de planejamento de lavra e, portanto, comprometer o desenvolvimento de operações mais eficientes e estáveis e o entendimento dos riscos associados a cada operação. A Tabela 16 apresenta a distribuição dos métodos de controle geológico, utilizados nas visitadas realizadas a unidades produtoras de substâncias não metálicas, conforme o tipo de outorga mineral.

Tabela 16 – Métodos de controle geológico conforme o regime de autorização e concessão nas operações de substâncias não metálicas

Métodos de controle geológico (n=338)						
Tipo de outorga	Sondagem	Amostragem	Furos de produção	Visual afloramentos	Nenhum	Sem resposta
Concessão de lavra	33	16	15	91	8	4
Guia de utilização	2	3	2	28	8	-
Licenciamento	3	3	3	56	19	8
PLG	-	-	-	4	-	-
Outros	5	2	2	18	7	-
Nº de minas	43	24	22	197	42	10

Fonte: NAP. Mineração/USP (2017)

A Tabela 16 indica que o método de controle geológico mais utilizado nas minas de substâncias não metálicas visitadas é o controle visual nos afloramentos. Os tipos de outorgas mais comuns dessas minas são concessão de lavra (91 minas, principalmente de areia e brita distribuídos em todo o país) e licenciamento (56 minas, principalmente argila, areia e brita distribuídas por todo o país). Como ocorre em diversos outros aspectos críticos da operação da MPE de substâncias não metálicas, a melhoria das condições de controle geológico pode ser alcançada com a capacitação do pessoal operacional e com investimentos em programas de mapeamento geológico para aprimorar o conhecimento das ocorrências minerais locais.

3.8.2 Explosivos

Durante as visitas de campo para coleta de dados primários, o acesso aos explosivos foi destacado como um aspecto crítico em todas as operações de substâncias não metálicas que utilizam explosivos. As complicações burocráticas para obter e manter uma licença de operação e manuseio de explosivos, os altos custos da obrigatoriedade de uso de escolta armada (NR 001/2015)⁷ para transporte de

⁷ Conforme a diretriz NR 001/2015 do Exército Brasileiro, Norma Regulamentadora que dispõe sobre o uso de escolta armada para o transporte de explosivos e seus acessórios. Além disso, está em discussão na Câmara Federal o Projeto de Lei nº 7.447/2017 que propõe maior rigidez na produção, estoque e uso de explosivos.

explosivos, e as dificuldades para manter um paiol dentro das especificações normativas – caso de muitos operadores – criam fortes restrições e elevados custos operacionais para os mineradores da MPE.

A Tabela 17 apresenta a distribuição dos tipos de explosivos conforme o método de lavra das operações visitadas. As informações sobre o uso de explosivos são limitadas aos métodos de lavra a céu aberto e subterrânea. Em mais da metade das operações visitadas, os mineradores não forneceram informações sobre o uso e manejo de explosivos.

Tabela 17. Tipos de explosivos conforme o método de lavra nas minas de substâncias não metálicas visitadas

Tipo de explosivos	Tipo de método de lavra		
	Céu aberto	Subterrânea	Total*
ANFO	68	1	69
Emulsão	48	-	48
Pólvora Negra	-	1	1
Outros ou não informado	153	2	155
Nº de minas	269	4	273

* Não inclui as operações de lavra subaquática

Fonte: NAP. Mineração/USP (2017)

As minas visitadas utilizam explosivo exclusivamente em operações a céu aberto, com lavra em bancadas em rochas competentes, isto é, muito duras. Neste caso, destacam-se operações de areia e brita (24 minas distribuídas em 14 estados do país), de calcário (16 minas nos estados do Tocantins, Ceará, Pernambuco, Minas Gerais e Paraná) e de rochas ornamentais (16 minas de granito e quartzito nos estados de Rio Grande do Norte, Paraíba, Goiás, Espírito Santo e Minas Gerais).

Os desafios tecnológicos no uso e manejo de explosivos estão associados à ausência de conhecimentos técnicos por parte dos operadores que trabalham nas frentes de lavra. Estes operadores tendem a empregar as soluções mais simples que se encontram disponíveis no mercado. Esta situação pode ser ilustrada com uma entrevista realizada em uma mina do polo gesso de Trindade (PE), onde o operador informou ter introduzido apenas recentemente o uso de retardos em seu sistema de iniciação.

Conforme observado anteriormente, a falta de conhecimento dos operadores implica dificuldades para reconhecer os principais gargalos tecnológicos de suas operações. Um operador que não possui conhecimento sobre explosivos e sistemas de iniciação dificilmente poderá ter acesso às melhores práticas utilizadas nacional e internacionalmente.

3.9 Síntese das entrevistas realizadas

Podem ser destacados seguintes comentários a partir das entrevistas realizadas nas visitas às operações de substâncias não metálicas:

- A demora no avanço dos processos burocráticos é percebida como um dos principais desafios por parte dos mineradores; 72 operações (21,3% dos empreendimentos de substâncias não metálicas visitados), mencionaram problemas de demora nos processos junto aos órgãos reguladores, como ANM e agências ambientais. A questão foi citada nas seguintes campanhas: campanha 2, Macapá e região, onde foram visitadas 5 operações areia e brita; campanha 3, Porto Velho e região, com 3 operação de areia e brita; campanha 5, Belém e região, com 5 operações de areia e brita; campanha 8, Marabá, Parauapebas e região, com 7 operações de areia e brita; campanha 15, Campina Grande e região do Seridó, com 16 operações visitadas incluindo caulim, feldspato, quartzo, mica, granito ornamental entre outros; campanha 17, oeste de Pernambuco, com 6 operações visitadas sendo 2 de areia e brita, e 4 de gipsita; campanha 18, Recife e região, com 11 visitas, sendo 7 de areia e brita, 2 de calcário e 2 de granito ornamental; campanha 24, Belo Horizonte e região, com 18 visitas, sendo 4 de ardósia 7 de areia e brita, 1 de argila e 6 de calcário; campanha 26, norte do Espírito Santo, com 4 visitas em granito ornamental; campanha 27, sul de Minas Gerais, com 14 operações de quartzito; campanha 28, sul do Espírito Santo, com 3 operações de granito ornamental e 5 de mármore; campanha 29, Vale do Paraíba, com 19 operações de areia e brita e 1 de calcário; campanha 30, Sorocaba e região, com 15 visitas, incluindo areia e brita, argila e

calcário; e campanha 35, Porto Alegre e região, com 16 operações de areia e brita.

- O tempo de aprovação dos requerimentos junto à ANM é um entrave para o funcionamento da operação e inclusive para possíveis negócios, chegando inclusive à necessidade de paralisar as operações e o andamento da lavra. Esta situação foi mencionada, por exemplo, na campanha 15, de Campina Grande e região do Seridó, em operações de quartzito; na campanha 21, no sul da Bahia, em operações de granito ornamental; e na campanha 29, no Vale do Paraíba, em operações de areia e brita.
- Muitos mineradores informais querem se regularizar, mas não encontram orientação nem incentivos por parte dos órgãos competentes. Esta situação foi particularmente observada nas seguintes campanhas: campanha 13, Teresina e região, em operações de areia e brita; campanha 15, Campina Grande e região do Seridó, em operações de quartzito; campanha 17, oeste de Pernambuco, em operações de gipsita; e na campanha 18, Recife e região, em operações de calcário.
- Os órgãos fiscalizadores são vistos como tendo uma função punitiva e não orientadora das melhores práticas a serem seguidas na mineração. Esta situação foi observada especialmente na campanha 9, São Luiz e região, em operações de argila; na campanha 13, Teresina e região, em operações de areia e brita; e na campanha 19, Jacobina e região, em operações de granito ornamental.
- Existe uma preocupação frequente com a subjetividade dos fiscais. Por um lado, há muito respeito pelos técnicos especializados que conhecem os aspectos operacionais específicos da atuação dos mineradores. Por outro, é destacada a frequente falta de qualificação de alguns técnicos responsáveis pela fiscalização. O tema de fiscalização foi particularmente discutido nas visitas da campanha 7, Cuiabá e região, em areia e brita; campanha 17, oeste de Pernambuco, em gipsita; e na campanha 29, Vale do Paraíba, também em areia e brita;
- De uma forma geral, há uma percepção por parte dos mineradores de

que existem dificuldades na comunicação entre os órgãos públicos fiscalizadores do setor mineral e do setor ambiental, sejam federais ou estaduais, especialmente quando há necessidade de solicitar anuência de outros órgãos para a aprovação de requerimentos. A expectativa de maior integração entre os órgãos fiscalizadores foi especificamente abordada pelos mineradores na campanha 29, Vale do Paraíba, em areia e brita, e na campanha 30, Sorocaba e região, em operações de argila.

- A atuação de mineradores ilegais é vista como um problema: eles são considerados como prejudiciais ao mercado e aos preços do produto e, além disso, tendem a criar passivos ambientais. Essa visão foi mencionada por diversas operações de areia e brita nas campanhas 6, Peixoto e região; 11, Tocantins; 13, Teresina e região; 16, sul do Ceará; 30, Sorocaba e região; 33, Rio de Janeiro; e 34, Santa Catarina; e de argila nas campanhas 1, Manaus e região; 10, sul do Maranhão; 20, Salvador e região; e 30, Sorocaba e região. Foi também observada nas operações de mármore na campanha 28, sul do Espírito Santo.

4. ESTATÍSTICAS DE RESERVAS, PRODUÇÃO, CONSUMO E PREÇOS

O grupo de minerais não metálicos é caracterizado por uma quantidade expressiva de operações de pequeno porte, presentes em todas as regiões do país. Os bens minerais não metálicos são, geralmente, classificados em: (i) materiais para construção civil; (ii) matérias primas para produção de corretivos e fertilizantes para o solo; e (iii) minerais industriais. Os materiais para construção civil são os agregados para fabricação de concreto (areia, cascalho, brita) ou os materiais que serão industrializados, tais como calcário, argila e gipsita, usados, respectivamente para a fabricação de cimento, cerâmica vermelha e gesso ou as rochas ornamentais. Os bens minerais utilizados na construção civil compõem o maior volume entre todos os bens minerais produzidos no país.

A indústria de minerais industriais expandiu-se no Brasil com o ciclo de industrialização, em função do crescimento da população urbana e das obras de infraestrutura que se distribuíram por todo o território nacional a partir da segunda metade do século XX. No entanto, conforme descrito neste relatório, não ocorreram as modernizações tecnológicas e gerenciais necessárias para o aumento de produtividade e da competitividade do setor.

Como consequência, a produção de bens minerais não metálicos no Brasil não tem acompanhado os avanços de qualidade e a redução de preços que ocorreram nos principais países produtores. Dessa forma, o setor mineral tem perdido oportunidades de conquistar novos mercados, tanto internos quanto externos. Apesar da produção crescente, a participação dos minerais industriais no PIB é subestimada, em consequência da expressiva informalidade na MPE destes minerais (LUZ; LINS, 2008).

Neste capítulo são apresentadas informações sobre o panorama nacional e internacional do mercado consumidor, estimativa de reservas, vida útil, principais polos produtores e preços. As informações foram organizadas para o grupo de minerais não metálicos em conformidade com o TdR nº 30, sendo apresentadas por substância.

As informações foram obtidas por meio de análise de dados secundários, conforme descrito na metodologia (Capítulo 2). A principal fonte são os sumários

minerais publicados pelo DNPM, tendo sido consultados, em adição, dados publicados pela SGM/MME, por outras entidades federais e estaduais e por entidades representativas do setor mineral.

As estimativas de reservas minerais para as substâncias do grupo de minerais não metálicos são analisadas com base nas informações do banco de dados AMBweb (BRASIL, 2016). Além disso, também são apresentadas tendências históricas de estimativas, baseadas nos Anuários Minerais do DNPM.

Também as estimativas de vida útil para as substâncias minerais estudadas são elaboradas a partir do banco de dados AMBweb (BRASIL, 2016). As minas foram agrupadas por substância e mostram os anos de vida útil estimada. Para a maior parte das substâncias minerais analisadas neste relatório, a vida útil das minas é bastante variada, mas a faixa mais frequente é a de 20 a 60 anos. As exceções são as argilas e a areia para construção civil, em que a maior parte dos empreendimentos têm vida útil inferior a 30 anos.

Quanto às rotas de comercialização, foram levadas em consideração as três principais rotas não locais com maior massa de produto comercializado (t) de acordo com o AMBweb (BRASIL, 2016). Assim, as origens e os destinos identificados refletem os dados estatísticos publicados pelo DNPM por meio do AMBweb.

Em relação aos meios de transporte para o escoamento da produção de não metálicos, esses são basicamente rodoviário e hidroviário/marítimo.

Por meio de gráficos que permitem identificar a tendência dos preços unitários, foi realizada uma análise de Dados Extremos⁸ para cada uma das substâncias do grupo dos não metálicos, com o intuito de facilitar a identificação dos valores muito baixos ou altos que não foram considerados representativos. Realizada então a análise por substância, foram excluídos os valores considerados como extremos, segundo os critérios acima apontados, e apresentados no Anexo IV.

A análise dos preços foi realizada após a exclusão dos dados extremos da amostra por substância. Com esta informação, foram geradas as estatísticas descritivas (média, mediana e desvio padrão) dos preços. Com os resultados das

⁸ Dados Extremos referem-se aos dados que destoam consideravelmente do padrão da amostra e que podem, portanto, estar associados a outros fatores, não relativos a mercado e produção. A opção pela exclusão destes dados dá-se devido ao fato de estes não serem representativos do padrão da amostragem e, se considerados, podem gerar resultados destoantes da realidade.

médias e desvios padrão foi, então, calculada a frequência de ocorrência para cada substância.

Nos itens a seguir, é apresentado o panorama geral das substâncias não metálicas conforme proposto no TdR nº 30.

4.1 Argila (vermelha e refratária)

Os argilominerais são silicatos de alumínio hidratados. Há grandes depósitos de argila para cerâmica vermelha no território nacional (utilizados na fabricação de telhas, tijolos e outros). Seu aproveitamento econômico depende da distância entre a jazida e a fábrica, de possíveis conflitos com as unidades de conservação ambiental e da competição com outras formas de uso e ocupação do solo. Estes fatores, e a consequente redução de áreas disponíveis, podem afetar a oferta de argila. Argilas refratárias, com baixo teor de alumina, são utilizadas na fabricação de materiais refratários sílico-aluminosos e aluminosos e isolantes (bases, blocos, placas, bicos, cadinhos, filtros, entre outros). Pacotes argilosos consideráveis ocorrem em todas as bacias brasileiras e são os principais insumos para a fabricação de cerâmica.

Panorama do mercado

No que se refere ao mercado consumidor, a extração de argila para cerâmica vermelha constitui uma atividade econômica localmente vinculada à sua indústria de transformação, abastecendo as próprias fábricas de cerâmica ou atendendo mercados locais e regionais por meio de grande número de micro, pequenas e médias empresas, em todos os estados brasileiros (COELHO, 2009a).

Segundo o DNPM (2010), os usos e produtos oriundos da argila vermelha (também chamada de argila comum) e refratária são distribuídos da seguinte forma, com percentual definido por segmento: cerâmica vermelha (33,52%), construção civil (21,68%), pisos e revestimentos (17,71%), cimento (6,09%), aterro (2,72%), cerâmica branca (2,09%), construção/manutenção de estradas (1,55%), artefatos de cimento (1,27%), comércio de materiais de construção (0,76%), refratários (0,71%), extração de petróleo/gás (0,26%), tintas, esmaltes e vernizes (0,24%), produtos de borracha

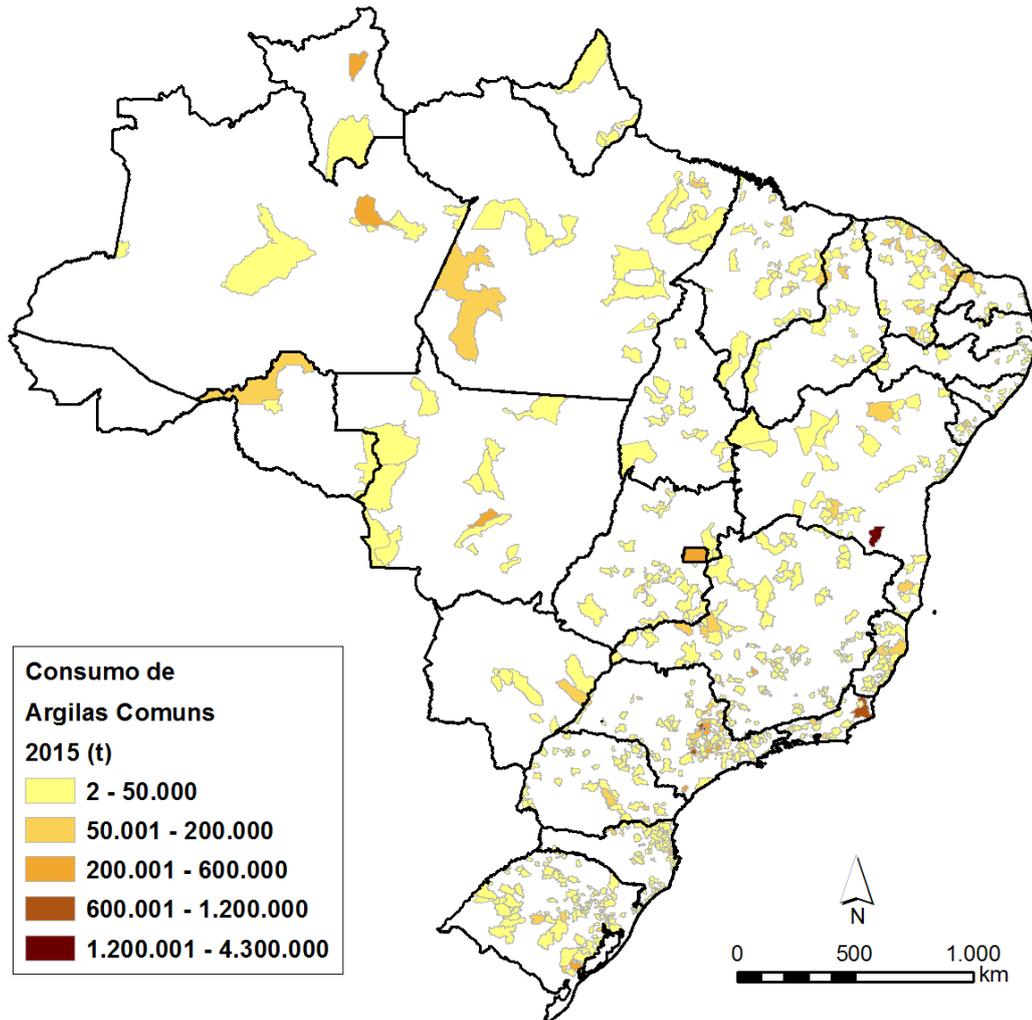
(0,10%), outros produtos químicos (0,10%), filtros (0,04%), ferro-ligas (0,02%), fundição (0,02%), extração e beneficiamento de minerais (0,01%), cosméticos (0,1%), artesanato (0,01%). Os 11,09% restantes referem-se a uso não informado.

A argila é a matéria-prima fundamental para a produção de cerâmica vermelha. Em 2009, foram produzidas cerca de 76 bilhões de peças cerâmicas, que consumiram aproximadamente 180 milhões de toneladas de argilas comuns, englobando argilas de origem recente (Quaternário) e argilas de bacias sedimentares geologicamente mais antigas (COELHO, 2009a).

Segundo a Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimentos, Louças Sanitárias e Congêneres (ANFACER), em 2015 o Brasil produziu 899,4 milhões de m² de revestimentos cerâmicos, sendo o segundo maior consumidor mundial e o segundo maior produtor do mundo. As vendas totais atingiram 893,1 m² de revestimentos cerâmicos. Destes, 816,3 m² foram vendidos no mercado interno e 76,8 m² foram exportados.

De acordo com o AMBweb (BRASIL, 2016) os principais estados consumidores de argilas em 2015, foram São Paulo, Rio de Janeiro e o sul da Bahia. O mapa da Figura 40 ilustra as regiões que consomem de 2 toneladas a 4,3 milhões de toneladas.

Figura 40 – Consumo de argilas comuns, por município, em 2015



Fonte: Brasil (2016)

Ressalta-se que outros municípios podem consumir volumes de argila menores do que os indicados na Figura 40, em empreendimentos de diferentes portes, incluindo atividades familiares, em especial na produção de artesanatos.

Segundo KULAIF (2012), a produção comercializada de argila refratária corresponde a 5% de toda a produção de argilas no país. Este tipo de argila é destinado à fabricação de materiais refratários sílico-aluminosos e isolantes (bases, blocos, placas, filtros, entre outros).

Reservas minerais e vida útil

Segundo os Anuários Minerais do DNPM de 2009 e 2010, as reservas medidas de argilas (comuns, refratárias e demais tipos) eram de 5,8 bilhões de toneladas em

2008 e 6,2 bilhões de toneladas em 2009. Considerando as reservas lavráveis, esses valores eram de 2,61 bilhões de toneladas em 2008 e 2,67 bilhões de toneladas em 2009. Desse total, em 2008, eram 399 milhões de toneladas de argilas refratárias. Já em 2009, as reservas lavráveis de argila refratária correspondiam a 453 milhões.

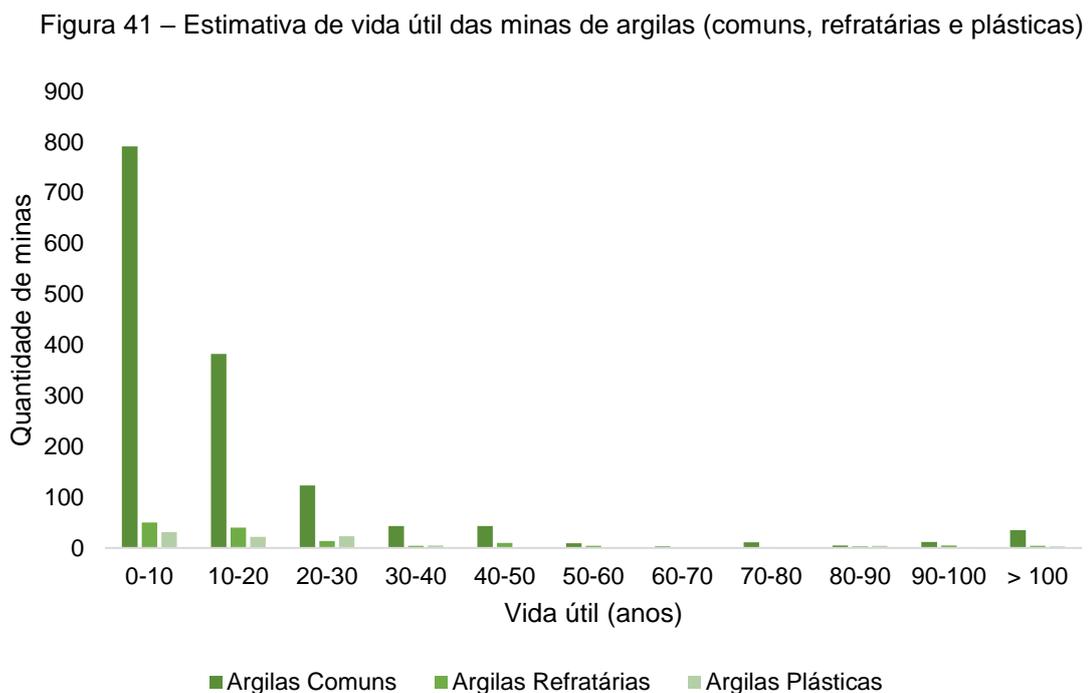
Na Tabela 18, são apresentados dados sobre as reservas lavráveis totais e por tipo de argila, em 2008 e 2009.

Tabela 18 – Reservas lavráveis de argila no Brasil

Argila	2.008	2.009
Total (t)	2.618.259.633	2.672.804.116
Comum (t)	2.011.098.545	2.003.547.578
Refratária (t)	399.343.748	453.382.090
Demais tipos: plásticas, bentonita, ocre, tufos vulcânicos (t)	207.817.340	215.874.448

Fonte: DNPM, 2009 e 2010

Quanto à vida útil, segundo o banco de dados AMBweb (BRASIL, 2016), a maior parte das minas de argila tem vida útil inferior a 30 anos, conforme ilustrado na Figura 41.



Fonte: BRASIL (2016)

Produção e polos produtores

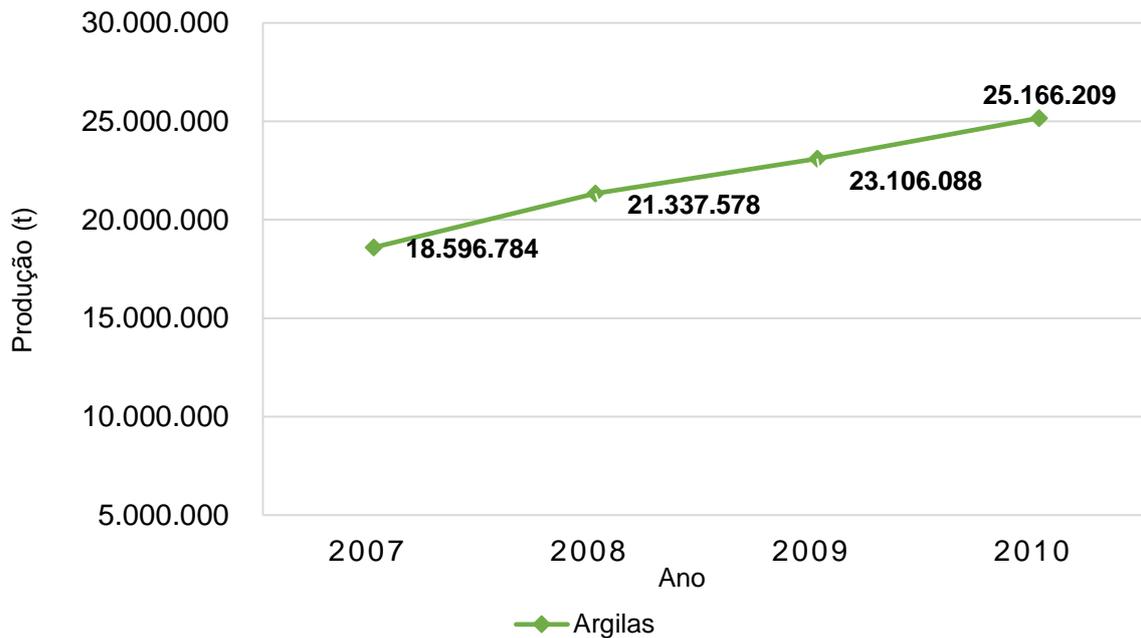
A indústria brasileira de revestimentos cerâmicos está concentrada em algumas regiões, em especial nas regiões ao redor de Criciúma (SC) e de Santa Gertrudes (SP). Esta última é a cidade-polo de um APL com reconhecimento internacional no setor cerâmico (CETEM, 2013), que engloba ainda os seguintes municípios: Araras, Charqueada, Cordeirópolis, Leme, Limeira, Piracicaba, Rio Claro e Santa Cruz da Conceição.

Um aspecto importante quanto à argila vermelha é que os polos cerâmicos se desenvolveram em locais específicos devido à existência de jazidas em regiões com condições favoráveis, como proximidade ao mercado consumidor, infraestrutura adequada e cultura empresarial. Há vários desses polos no país, constituindo aglomerados produtivos cerâmicos que são importantes APLs, como por exemplo: o polo cerâmico dos municípios de Iranduba e Manacapuru, no estado do Amazonas; os polos cerâmicos de Santa Gertrudes, Tambaú e Tatuí, em São Paulo; o polo cerâmico de Campos dos Goytacazes, no Rio de Janeiro; e o polo cerâmico do Seridó, no Rio Grande do Norte, entre outros.

O setor de revestimentos destaca-se na balança comercial do Brasil. Em 2016, a região de Rio Claro se destacou no ranking de exportação de produtos do setor, com 17,97% do total de produtos exportados. Em comparação com 2015, a exportação da região teve um aumento alto de 33,02%. Os produtos incluem ladrilhos e placas (lajes) para pavimentação ou revestimento, vidrados ou esmaltados, cubos, pastilhas e artigos semelhantes. A Argentina foi o principal destino das exportações da região de Rio Claro no ano de 2016, com 21,57% do total, seguida pela República Dominicana (9,51%), Colômbia (8,56%), Jamaica (8,39%) e Honduras (7,44%) (CALORE, 2017).

A produção anual estimada pelo DNPM em 2006 (SGM, 2012) foi de 18.596.700 toneladas. A Figura 42 mostra a evolução da produção estimada entre os anos de 2006 a 2009, para todos os tipos de argila, conforme dados do DNPM, alcançando 25.166.209 t em 2009.

Figura 42 – Estimativa da produção de argila no Brasil



Fonte: DNPM (2007 a 2010)

Considerando os diferentes tipos de argila, os dados dos Anuários Mineraiis do DNPM de 2007 a 2009 mostram que a produção de argila comum representou entre 71% e 89% do total da produção total de argilas, enquanto a produção de argila refratária representou 4,1% da produção total em 2007, 6,5% em 2008 e 5,5% em 2009. A Tabela 19 apresenta os números da produção em toneladas para esses tipos de argilas.

Tabela 19 – Produção de argilas no Brasil

Ano	Argila total (t)	Argila comum (t)	Argila refratária (t)
2007	21.337.578	15.116.217	884.533
2008	23.106.088	20.034.144	1.492.331
2009	25.166.209	22368842	1.374.233

Fontes: DNPM (2008 a 2010)

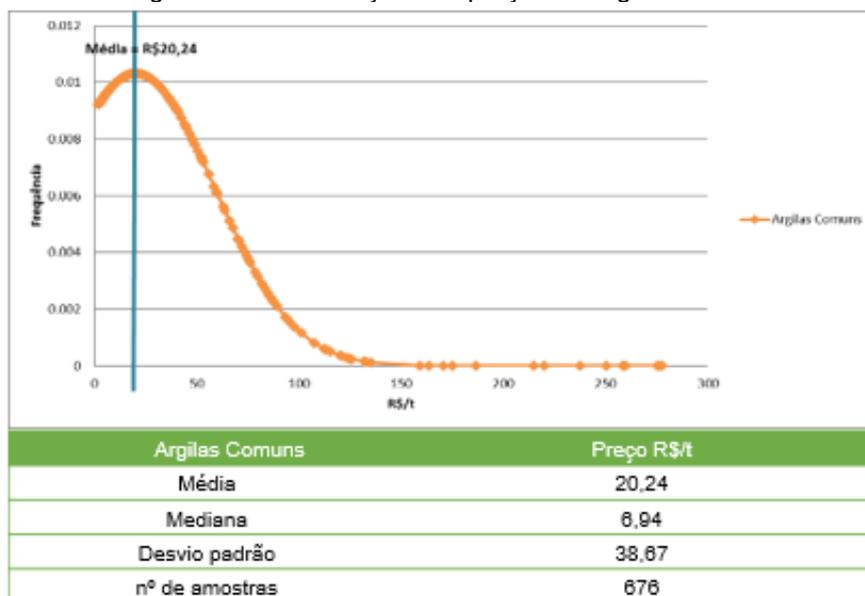
Rotas de comercialização

Segundo o AMBweb (BRASIL, 2016), as rotas de comercialização de argilas, para fora do estado produtor, em 2015, foram: Cedro de São João (SE) até Tijucas (SC); Itambé (PE) até Alhandra (PB); e Nova Ponte (MG) até Ipeúna (SP).

Preços

No caso da argila vermelha, a média, calculada para 676 amostras, foi de R\$ 20,24/t, com desvio padrão de R\$ 38,67/t, conforme apresentado na Figura 43.

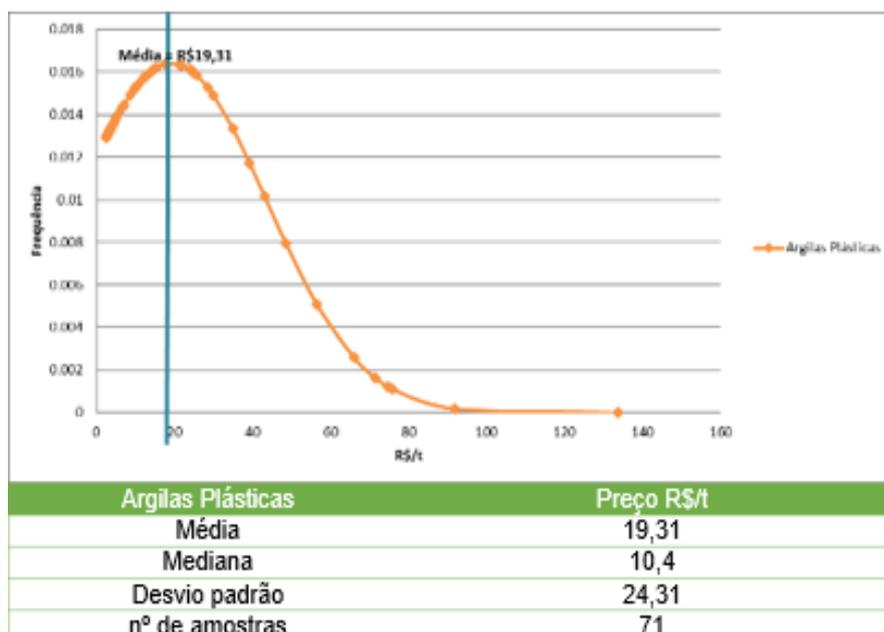
Figura 43 – Distribuição dos preços de argilas comuns



Fonte: BRASIL (2016)

Já no caso das argilas refratárias, a Figura 44 apresenta a análise estatística dos preços, feita a partir de 86 amostras. Neste caso, a média é bem superior à média das argilas vermelhas.

Figura 44 – Distribuição dos preços de argilas refratárias



Fonte: BRASIL (2016)

4.2 Areia para construção civil

As areias compreendem materiais com diferentes granulometrias, constituídos principalmente de quartzo (SiO_2). Podem ocorrer em sedimentos não consolidados, encontrados nos leitos de rios, terraços e planícies aluviais e em dunas eólicas, ou ocorrer na forma consolidada, como rochas arenosas ou quartzitos. A areia natural é considerada um recurso mineral abundante, sendo formada por processos de intemperismo e erosão que agem de forma constante sobre os vários tipos de rochas.

No entanto, pode ocorrer uma escassez local ou regional de areia, onde não forem encontrados recursos suficientes para atender à demanda. É o caso de grandes centros urbanos, como as regiões metropolitanas do Rio de Janeiro e de São Paulo, em que a areia é transportada a partir de outras regiões, com altos custos de transporte (DNPM, 2015). Na região metropolitana de São Paulo, por exemplo, a distância até os locais de produção é de cerca de 200 km.

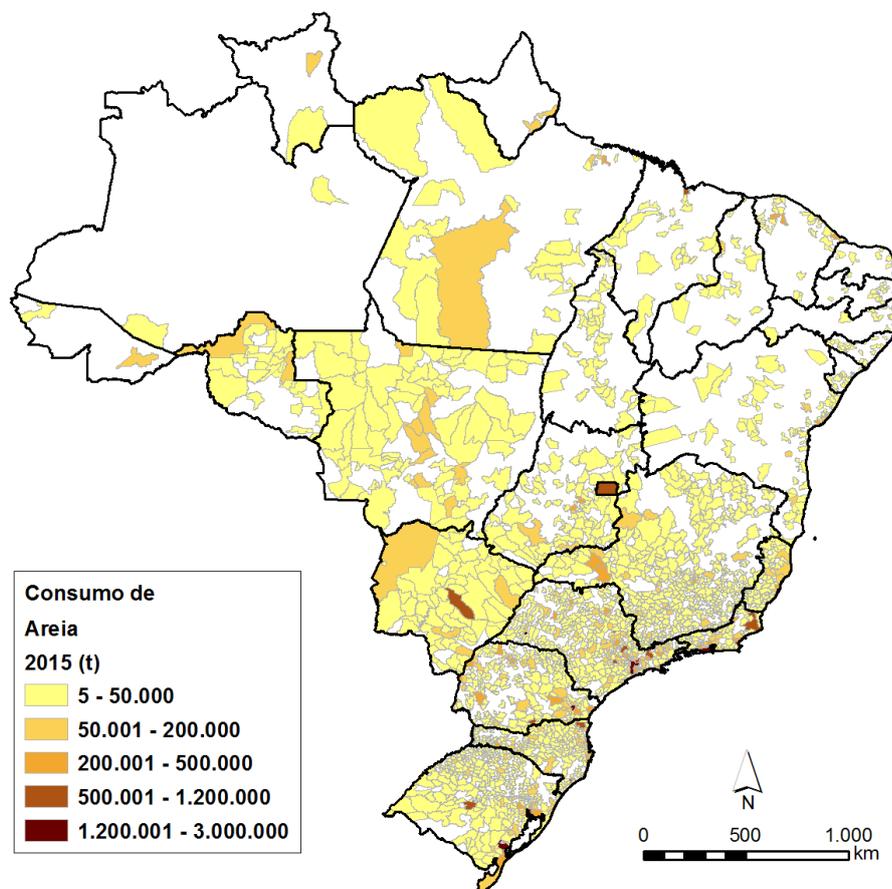
Panorama do mercado

Junto com a brita e o cascalho, a areia constitui os chamados agregados para construção civil. Os agregados são as substâncias minerais mais consumidas no âmbito global, o que se deve ao crescimento acelerado das cidades nos últimos anos, impulsionado pela transferência em grande escala da população rural e de pequenas cidades para os grandes centros urbanos (QUARESMA, 2009a).

Consumo

De acordo com o AMBweb (BRASIL, 2016) os principais municípios consumidores de areia em 2015 são os grandes centros urbanos. A Figura 45 ilustra os municípios brasileiros que consomem de 5 toneladas a 3 milhões de toneladas.

Figura 45 – Consumo de areia por município em 2015



Fonte: BRASIL (2016)

Cabe ressaltar, que os materiais para construção civil, em especial a areia, apresentam sazonalidade de acordo com grandes obras de infraestrutura, a exemplo do alto consumo de areia apresentado no estado do Pará que se vincula à construção da usina hidrelétrica de Belo Monte nos municípios de Vitória do Xingu e Altamira.

Segundo o IBRAM (2012), a Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para a Construção Civil (ANEPAC) estimou uma correlação entre a evolução da demanda do cimento Portland com o PIB, no período de 2012 a 2022, partindo de uma estimativa de demanda de 696 milhões de toneladas de agregados e atingindo o valor de 1,12 bilhão de toneladas ao fim do período.

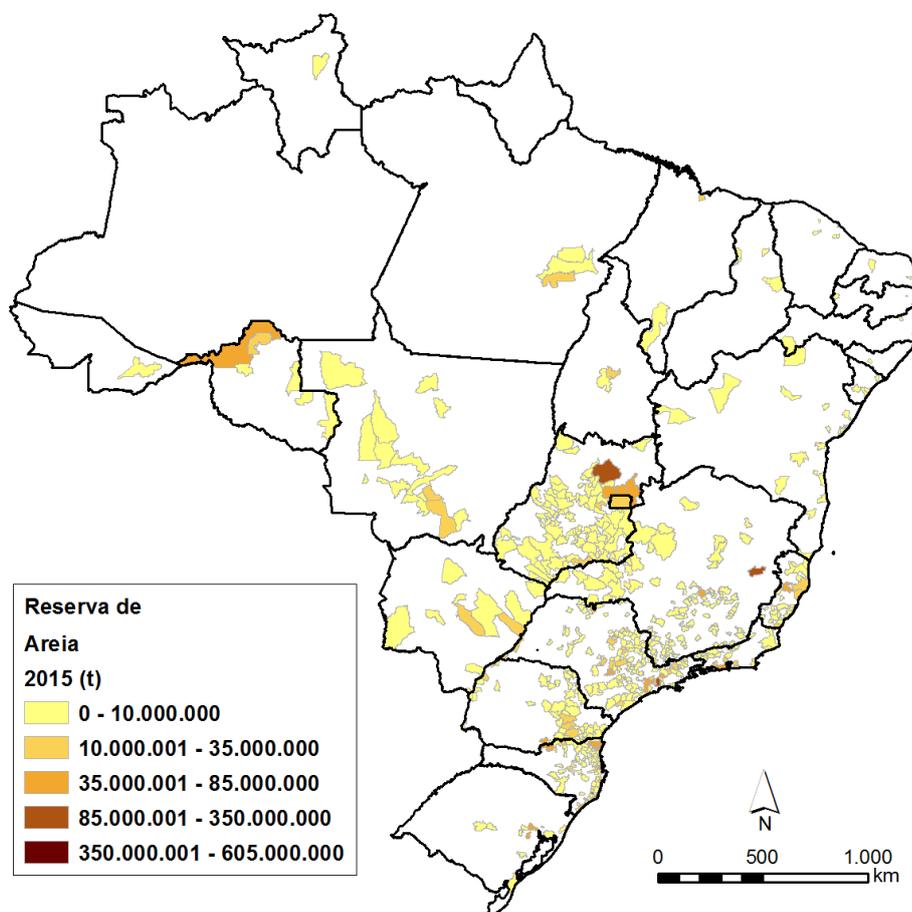
O mercado de areia na construção civil é dividido nos subsetores de revenda, concreto pré-misturado, fábrica de pré-moldados de concreto, argamassa, concreto asfáltico e material para compor base e sub-base de rodovias.

Segundo o DNPM (2015), o consumo de areia nos setores da indústria de construção civil está dividido em 35% para argamassa, 20% para concreteiras, 15% para construtoras, 10% para pré-fabricados, 10% para revendedores/lojas, 5% para pavimentadoras e usinas de asfalto, 3% para órgãos públicos e 2% para outros usos. Uma característica do setor de areia para a construção civil, que também se aplica ao de brita, é que o fornecimento para consumidores de menor porte (como pequenas construtoras ou mutirões de casas populares), embora significativo, é difícil de quantificar, em função das características específicas de cada região.

Reservas minerais e vida útil

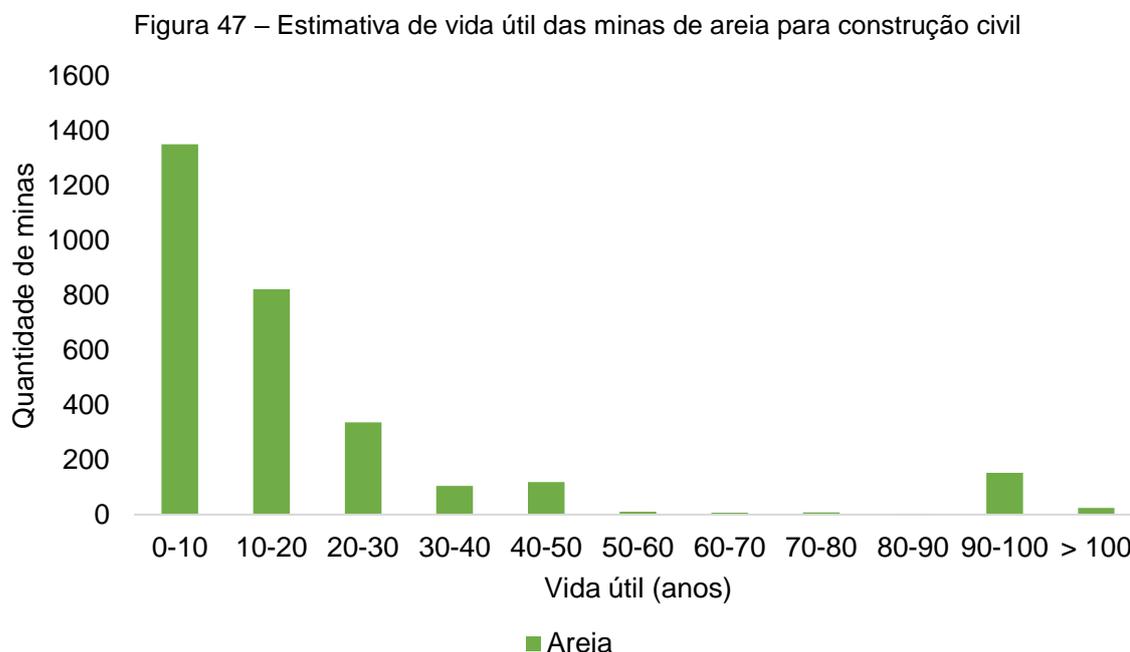
As reservas medidas de areia no Brasil (Figura 46) atingem cerca de 6,3 bilhões de toneladas. Tais reservas localizam-se principalmente nos estados de São Paulo (40%), Paraná (15%) e Santa Catarina (14%) (BRASIL, 2016).

Figura 46 – Distribuição geográfica das reservas medidas de areia no Brasil em 2015



Fonte: BRASIL (2016)

A maior parte das minas de areia para construção civil tem vida útil de até 30 anos, como mostra a Figura 47.



Fonte: BRASIL (2016)

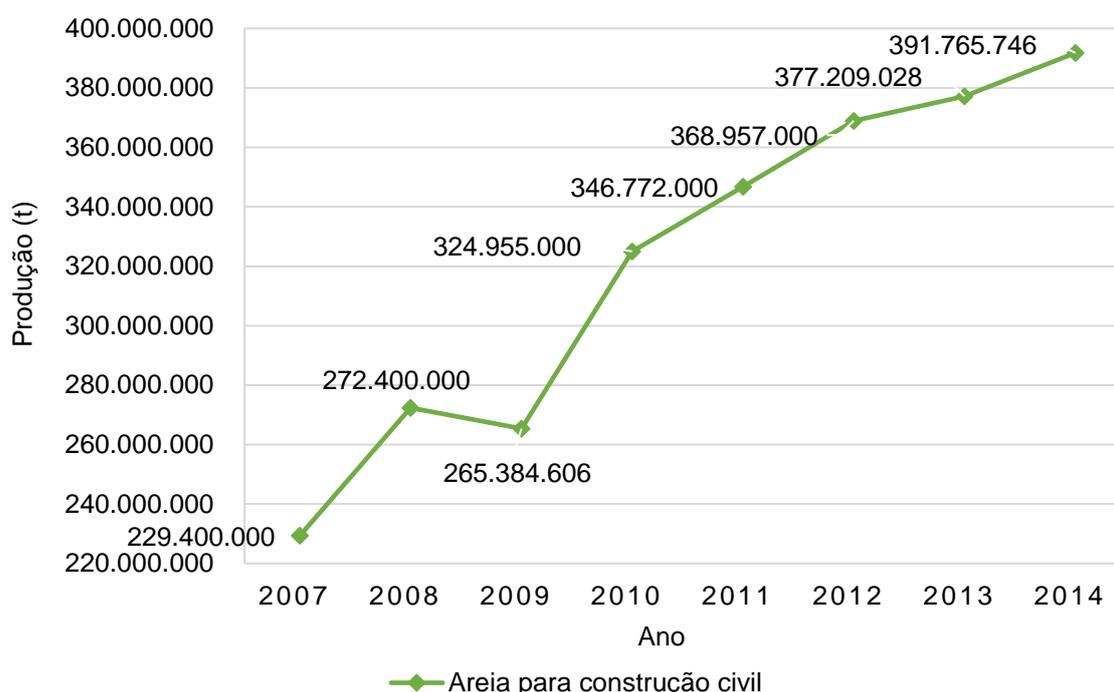
Produção e polos produtores

Até 2007, havia apenas uma estimativa da produção de areia no Brasil (QUARESMA, 2009a), por conta do alto grau de informalidade do setor. Embora as minerações atuassem de forma legal perante prefeituras, estados e União, recolhendo taxas e impostos, a maior parte das operações não era formalizada junto ao DNPM. Mesmo entre as operações que estavam formalizadas, muitas minerações funcionavam sob o Regime de Licenciamento e não entregavam o RAL. Desta forma, os números obtidos por meio dos RALs ficavam aquém do total produzido em todas as regiões.

Na tentativa de solucionar o problema, foi proposta uma metodologia para obter informações sobre a produção de areia e brita. Nos Sumários Mineraiis do DNPM, a produção de areia passou a ser estimada por meio do consumo de cimento e de cimento asfáltico. Como as informações sobre a produção de cimento são confiáveis, a estimativa da produção de areia passou a ser mais razoável. A dificuldade para a obtenção de valores realistas a partir dos dados oficiais é um forte indicativo da predominância da MPE na exploração de areia para construção civil.

Com a adoção da nova metodologia, a produção estimada de areia, passou de 229 milhões de toneladas em 2007, para 325 milhões de toneladas em 2010. A tendência ascendente manteve-se nos anos seguintes, atingindo 391 milhões de toneladas em 2014, como mostra a Figura 48. Em comparação, os dados oficiais do DNPM para 2014, tendo como referência os RALs, informam uma produção de 15.006.133 toneladas de areia, cerca de apenas 4% da produção estimada.

Figura 48 – Produção estimada de areia para construção civil no Brasil



Fonte: DNPM (2009 até 2015), modificado pelos autores

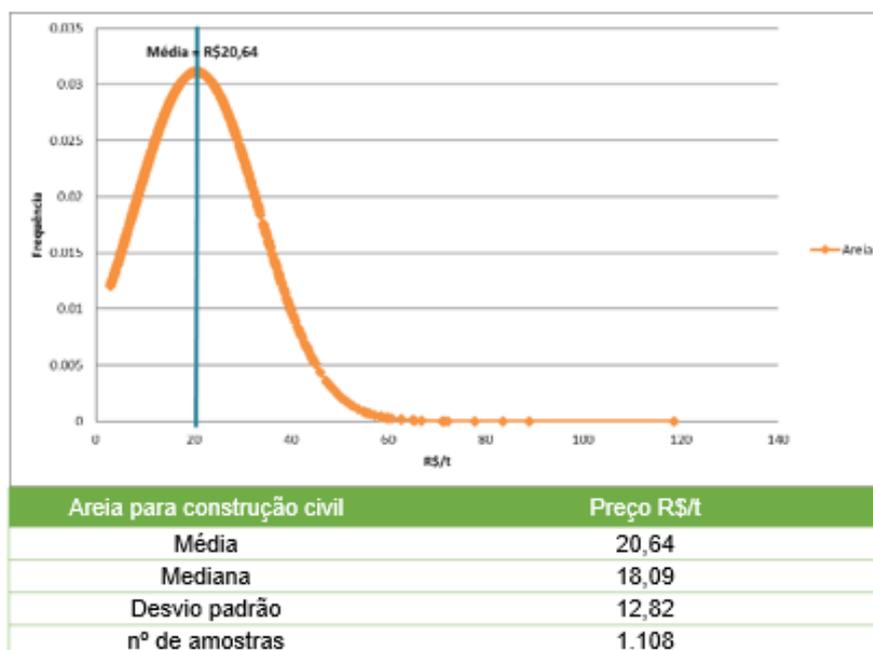
Rotas de comercialização

Segundo o AMBweb (BRASIL, 2016), as principais rotas de comercialização de areia para construção civil, para fora do estado produtor, foram: União da Vitória (PR) até Chapecó (SC); Mundo Novo (MS) até Cascavel (PR); Ipameri (GO) até Brasília (DF); Paracatu (MG) até Brasília (DF).

Preços

A Figura 49 apresenta a análise estatística dos preços de areia, feita a partir de 1.108 amostras, com média de R\$ 20,64/t, próxima à mediana de R\$ 18,09/t, e desvio padrão de R\$ 12,82/t.

Figura 49 – Distribuição dos preços de areia para construção civil



Fonte: BRASIL (2016)

4.3 Brita para construção civil

É denominado brita o agregado para construção civil produzido pela cominuição de vários tipos de rochas. O termo é utilizado para designar fragmentos de rochas duras (como granito, gnaisse, basalto, calcário e outras) obtidos por britagem e peneiramento de blocos maiores, extraídos de maciços rochosos.

Por serem facilmente encontradas na natureza, as rochas para brita também são consideradas recursos minerais abundantes. O aproveitamento desses recursos depende de fatores como legislação ambiental, crescimento urbano, usos e ocupação do solo, além da distância do mercado consumidor (QUARESMA, 2009b).

Panorama do mercado

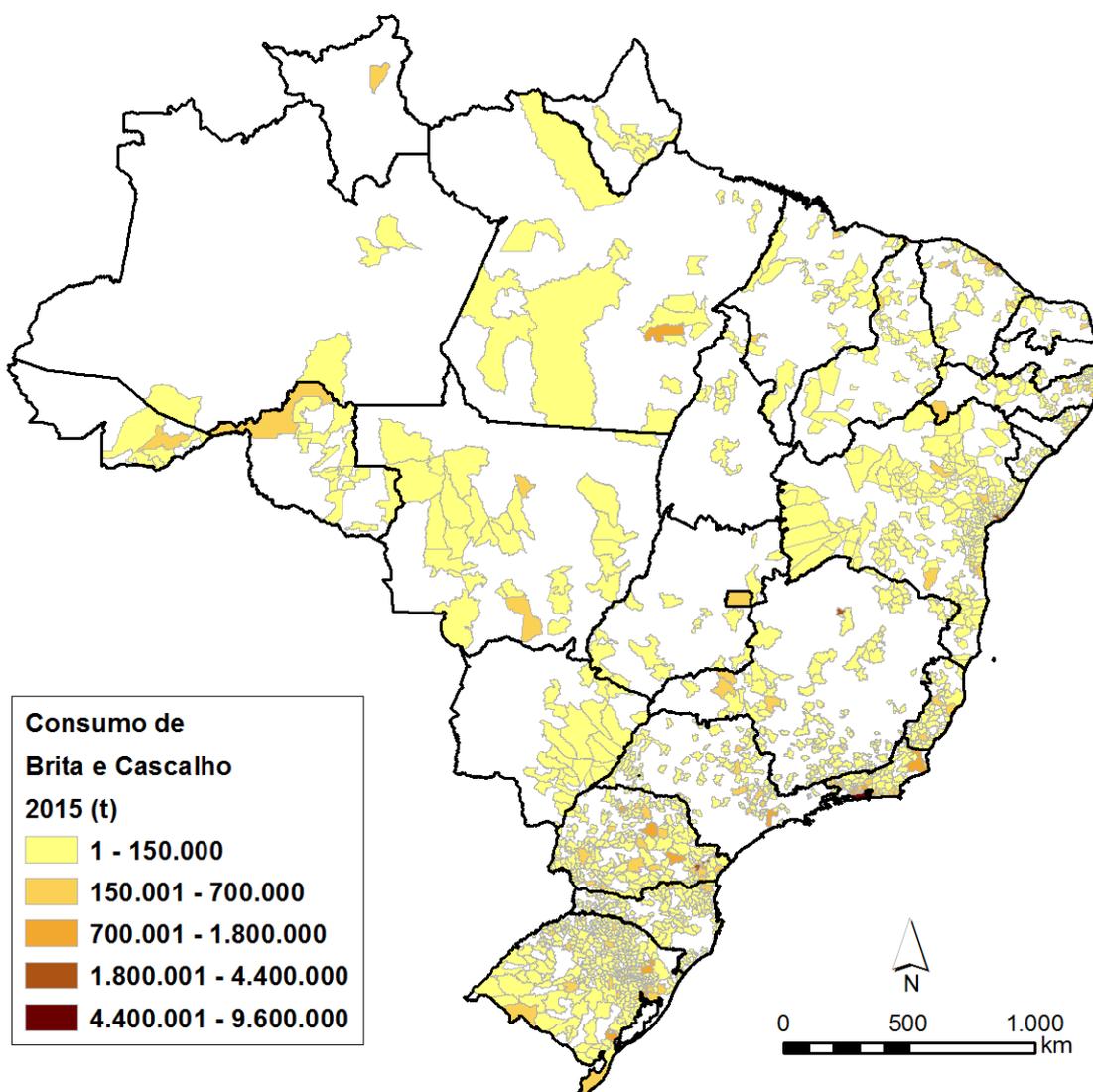
O consumo de agregados permanece em alta, mesmo em países desenvolvidos, onde a infraestrutura básica se encontra consolidada, uma vez que existe demanda desse material para reconstruções, manutenção e reformas (QUARESMA, 2009a).

O consumo de brita se dá principalmente na indústria da construção, composta pelos setores de edificações e de obras de infraestrutura. Os produtos mais comuns

são a própria brita, vendida em lojas de materiais de construção, o concreto pré-misturado, o concreto asfáltico, o material para compor a base/sub-base de rodovias, o lastro ferroviário, o material para enrocamento e filtros.

São Paulo foi o estado com maior produção/consumo, concentrando, em 2014, 26,7% do total nacional. No mesmo ano, Minas Gerais participou com 10,7% do total, seguido pelo Rio de Janeiro, com 8,1%, e Paraná, com 6,5% (DNPM, 2015). A Figura 50 ilustra a distribuição do consumo de brita e cascalho.

Figura 50 – Consumo de brita e cascalho por município em 2015



Fonte: BRASIL (2016)

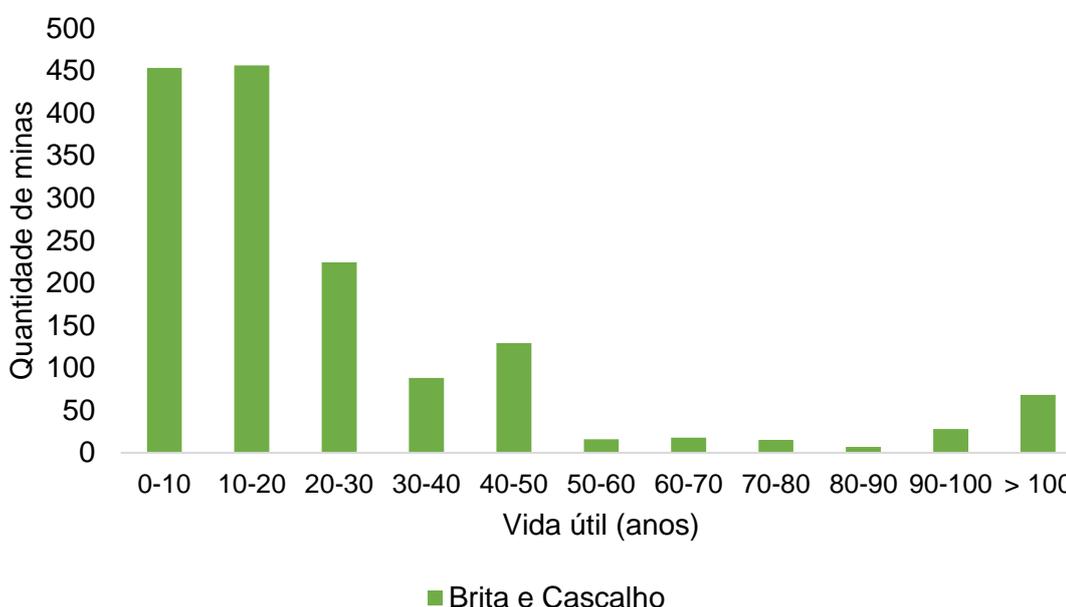
Segundo o DNPM (2015), a demanda de brita estimada pela ANEPAC, está dividida em concreteiras (32%), construtoras (24%), pré-fabricados (14%), revendedores/lojas (10%), pavimentação/usinas de asfalto (9%), órgãos públicos (7%) e outros (4%).

Reservas minerais e vida útil

As reservas minerais de brita contabilizam, atualmente, cerca 26,5 bilhões de toneladas. O estado com maiores reservas é São Paulo, com 29,5% do total, correspondendo a 7,8 bilhões de toneladas (BRASIL, 2016). A seguir vêm Santa Catarina com 17,6%, Paraná com 10,3% e Rio de Janeiro com 6,8% (BRASIL, 2016).

Em relação à vida útil, a Figura 51 mostra que a estimativa de vida útil da maior parte das minas de brita e cascalho é de até 50 anos.

Figura 51 – Estimativa de vida útil das minas de brita e cascalho



Fonte: BRASIL (2016)

Produção e polos produtores

De acordo com o Sumário Mineral do DNPM de 2015, todos os estados brasileiros produzem brita, exceto o Acre, que importa o produto de estados vizinhos para seu consumo. Assim como é feito com a areia, a produção de brita é estimada a

partir do consumo de outros produtos para construção civil, notadamente cimento e asfalto, pois os dados obtidos oficialmente a partir dos RALs, entregues ao DNPM estão muito abaixo do total produzido, em todas as regiões.

A produção estimada de brita tem mostrado um aumento constante nos últimos anos. Segundo os dados do DNPM, de 185 milhões de toneladas em 2007, a produção estimada passou para 254 milhões em 2010, atingindo 308 milhões em 2014. Esta evolução está representada na Figura 52.



Fonte: DNPM (2009 a 2015), modificado pelos autores

O principal produtor de brita e cascalho, em 2015, foi o estado de São Paulo, com uma produção de 70.820.308 t, ou 31% do total comercializado, seguido por Minas Gerais, com 11% (25.470.350 t), Paraná com 9% (20.877.247 t), Rio de Janeiro com 9% (20.873.277 t), Rio Grande do Sul com 8% (18.598.112 t) e Santa Catarina com 8% (17.561.726 t) (BRASIL, 2016).

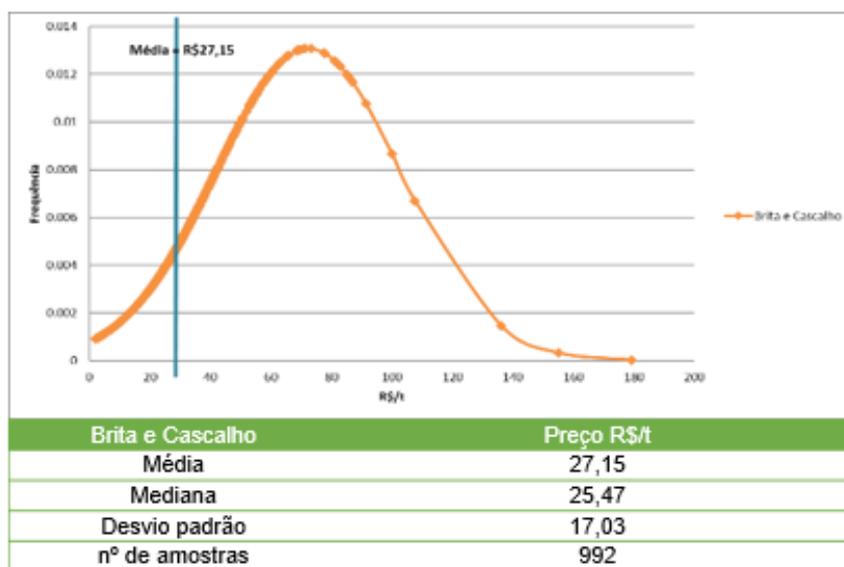
Rotas de comercialização

Segundo o AMBweb (BRASIL, 2016), as principais rotas de comercialização de brita para construção civil, para fora do estado produtor, em 2015, foram: Jaboatão dos Guararapes (PB) até Caaporã (PB); Tomar do Geru (SE) até Rio Real (BA); São João do Manteninha (MG) até Barra de São Francisco (ES); e São José dos Pinhais (PR) até Biguaçu (SC).

Preços

A Figura 53 apresenta a análise estatística dos preços de brita e cascalho, feita a partir de 992 amostras, com média de R\$ 27,15/t, próxima da mediana de R\$ 25,47/t, e desvio padrão de R\$ 17,03/t.

Figura 53 – Distribuição dos preços de brita e cascalho



Fonte: BRASIL (2016)

4.4 Ardósia

As ardósias são rochas de baixo grau metamórfico, formadas a partir de sequências argilosas e síltico-argilosas. Um aspecto importante para a caracterização dessas rochas é a presença de planos preferenciais de partição paralelos, estrutura conhecida por clivagem ardosiana. As ardósias são constituídas, principalmente, por

minerais bastante estáveis como quartzo, mica e clorita. São rochas resistentes às intempéries e com alta durabilidade.

Panorama do mercado

A ardósia é usada principalmente para o revestimento de pisos, paredes e fachadas, bem como para a elaboração de mobiliário. Este material apresenta uma variedade de tipos de acordo com a coloração, sendo comercializada como ardósia cinza, verde, roxa (vinho), preta e grafite, sendo também usada como telha (*roofing slate*) (CHIODI FILHO, 2002; CHIODI FILHO; CHIODI, 2009).

Segundo o Sumário Mineral Brasileiro, a crise do mercado europeu levou à redução das exportações de ardósia. Em 2013, foram exportadas 105 mil toneladas, uma redução de 4,75% com relação ao ano anterior, e em 2014 o volume caiu para 98 mil toneladas. A concorrência com outros países produtores e um aumento das exigências de normas técnicas na comunidade europeia contribuíram para a queda nas exportações brasileiras (DNPM, 2014; DNPM, 2015).

De acordo com o AMBweb (BRASIL, 2016) os principais municípios consumidores de ardósia em 2015, são: Trombudo Central (SC), Papagaios, Curvelo e Pompéu (MG), e Juazeiro do Piauí (PI).

Reservas minerais e vida útil

A medição das reservas de ardósia era feita em metros cúbicos até o AMB de 2008, passando a partir de então a ser feita em toneladas. Os valores das reservas lavráveis de ardósia entre 2006 e 2009 são apresentados na Tabela 20, sendo que os valores para os anos 2006 e 2007 foram calculados em toneladas, usando-se a densidade média para a ardósia de 2,65 t/m³.

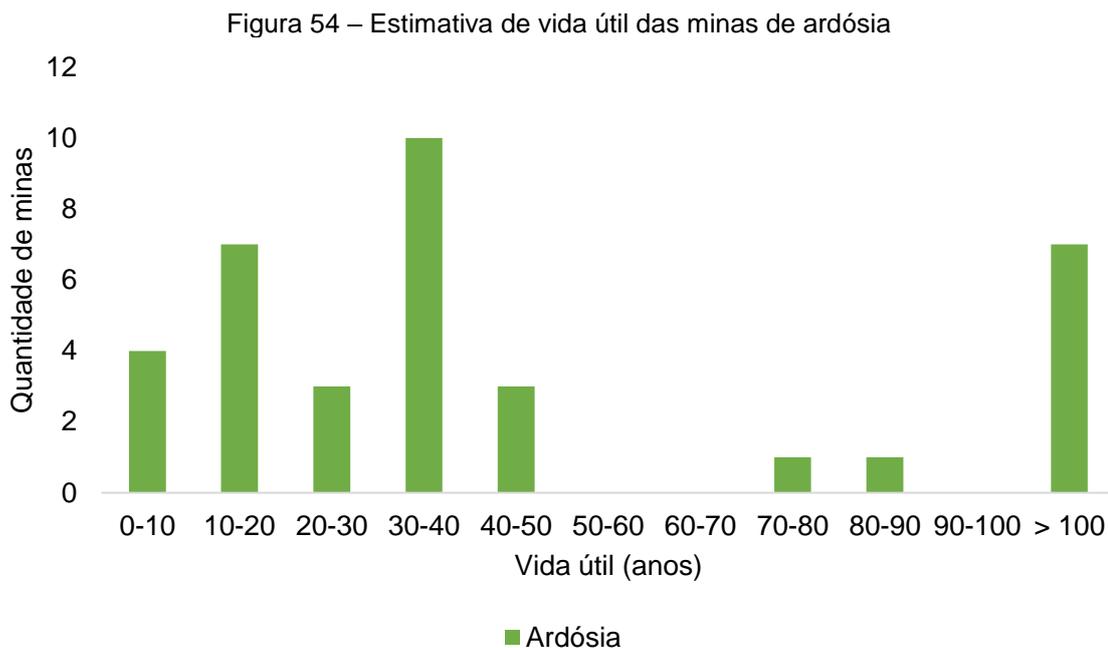
Tabela 20 – Reservas brasileiras de ardósia

Ano	2006	2007	2008	2009
Reservas milhões (t)	533	1.860	476	761

Fonte: DNPM (2007 a 2010)

A estimativa mais atualizada das reservas medidas brasileiras (BRASIL, 2016) é de 1,2 bilhões de toneladas. Destaca-se o estado de Minas Gerais, que participa com 76% deste total.

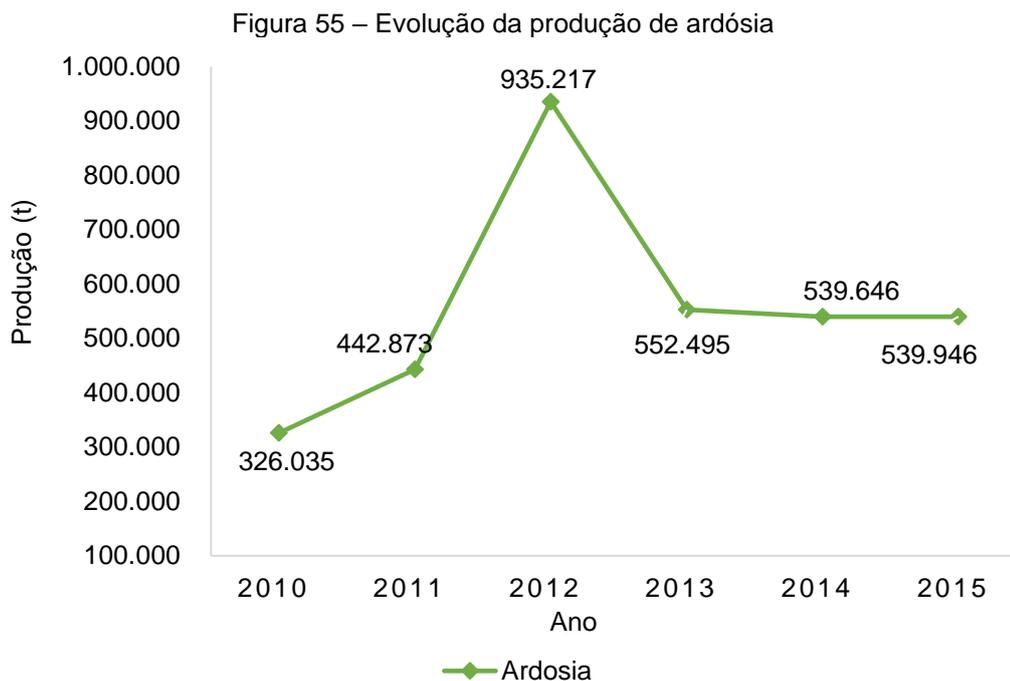
Quanto à vida útil, para grande parte das minas de ardósia é inferior a 50 anos, como mostra a Figura 54.



Fonte: BRASIL (2016)

Produção e polos produtores

De acordo com o AMBweb (BRASIL, 2016), a quantidade comercializada de ardósia apresentou um crescimento até 2012, seguido de uma queda em 2013, e permaneceu constante até 2015, como mostra a Figura 55. A quantidade comercializada em 2015 foi de 539.946 t.



Fonte: BRASIL (2016)

Quanto aos polos produtores, segundo BRASIL (2016), o estado de Santa Catarina foi responsável por 59% da ardósia comercializada em 2015 (317.136 t), seguido por Minas Gerais, com 40% (216.476 t), e Piauí, com 1% (6.335 t).

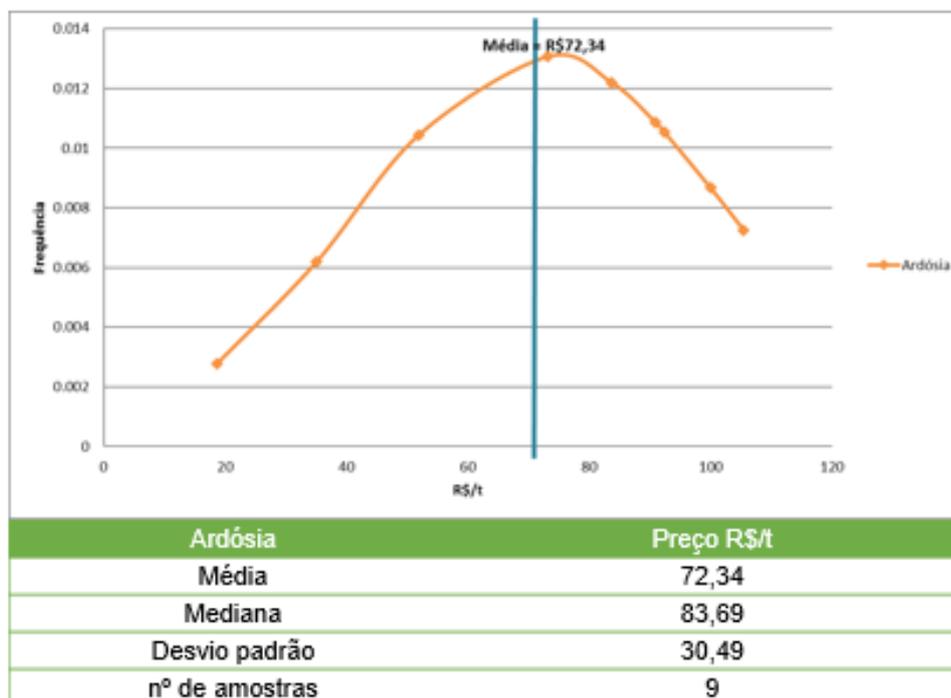
Rotas de comercialização

Segundo o AMBweb (BRASIL, 2016), as principais rotas de comercialização de ardósia para fora do estado produtor, em 2015, foram: Trombudo Central (SC) até Flores da Cunha e Horizontina (RS); Trombudo Central (SC) até Maripá de Minas (PR), Capanema (PR) e Mariópolis (PR); Pompéu (MG) até Cachoeirinha (RS) e Curitiba (PR).

Preços

A análise estatística dos preços de ardósia, feita a partir de apenas 9 amostras, apresenta média de R\$ 72,34/t, com mediana de R\$ 83,69/t e desvio padrão de R\$ 30,49/t. A distribuição resultante tem comportamento gaussiano e é ilustrada na Figura 56.

Figura 56 – Distribuição dos preços de ardósia



Fonte: BRASIL (2016)

4.5 Calcário e dolomito

O principal constituinte mineralógico do calcário é o carbonato de cálcio (CaCO_3), podendo conter magnésio, sílica, argila e outros elementos químicos em menores quantidades. Considerando os níveis de produção atuais e os três principais usos – produção de cimento Portland, de cal e de calcário agrícola –, as reservas de calcário são suficientes para as indústrias de cimento Portland e de cal, e representam centenas de anos de produção para corretivos de solos (DNPM, 2015).

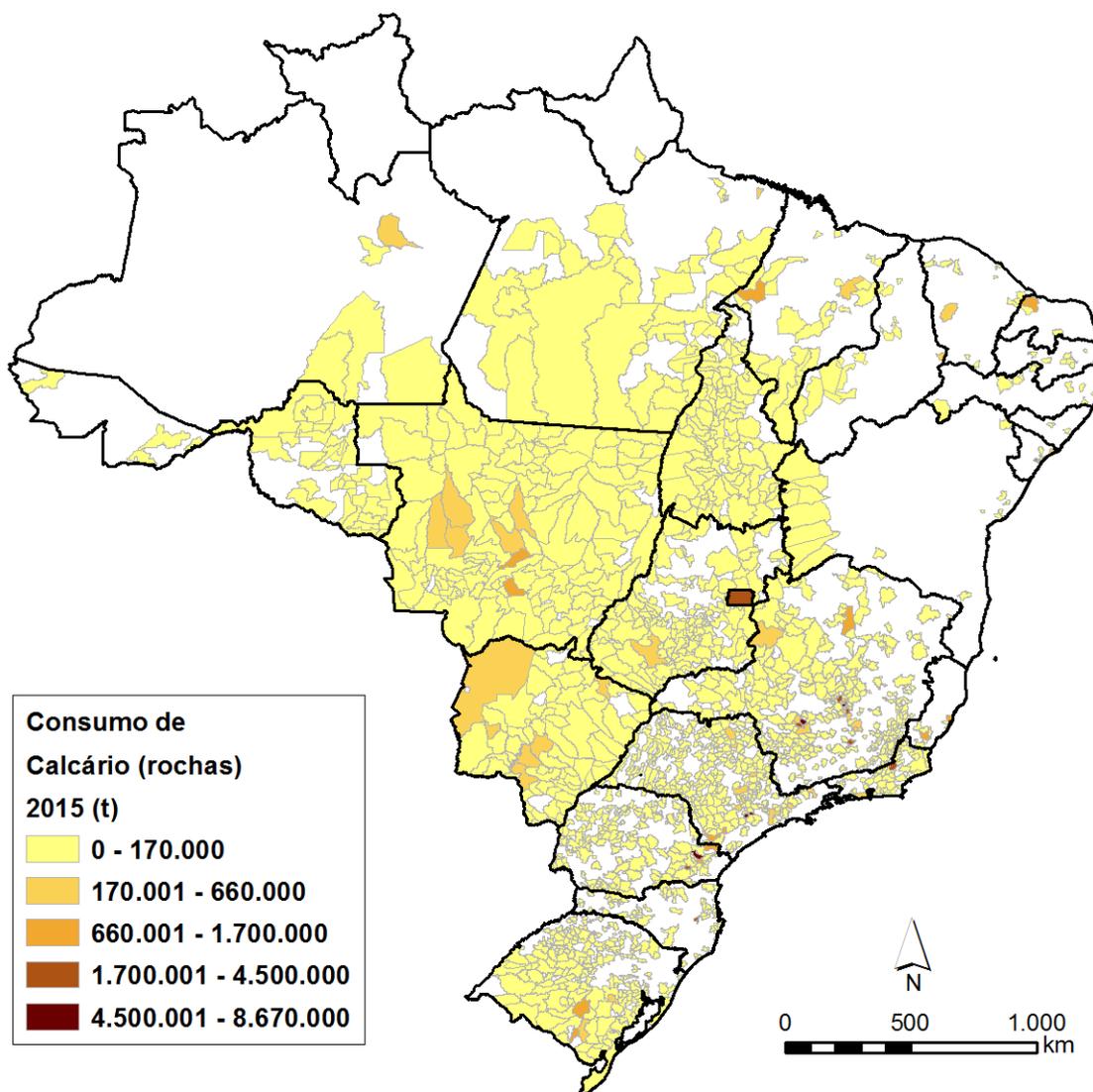
Panorama do mercado

O calcário agrícola no Brasil registrou, em 2014, o maior consumo dos últimos 20 anos, com um aumento de aproximadamente, 3,3% em relação a 2013. No entanto, o consumo desse bem mineral não acompanha a evolução do consumo dos fertilizantes agrícolas (BRASIL, 2015), indicando que há oportunidades de expansão da produção de calcário agrícola nos próximos anos.

De acordo com o AMBweb (BRASIL, 2016), os principais municípios

consumidores de calcário, em 2015, foram: Goiás (GO), Arcos (MG), Rio Branco do Sul (PR), Salto de Pirapora (SP), Brasília (DF), Pedro Leopoldo (MG) e Votorantim (SP). O mapa da Figura 57 ilustra os municípios brasileiros que consomem de 170 mil toneladas a 8,6 milhões de toneladas.

Figura 57 – Consumo de calcário por município em 2015



Fonte: BRASIL (2016)

A possibilidade de restrição do consumo, pela falta de produção ou pela falta de agilidade na transformação, está descartada. Isto é explicado pela disseminação das jazidas de calcário, bem como pela quantidade total de reservas lavráveis, já que estas são suficientes para atender a demanda estimada pelo menos até o ano de 2030 (SILVA, 2009). Embora o calcário agrícola tenha uma importância na indústria de

agrominerais, há uma insuficiência de dados sobre sua produção e consumo no Brasil. Parte desta dificuldade se deve ao fato de que as informações sobre o calcário agrícola acabam englobadas nos dados sobre o calcário com vários usos, dificultando um acompanhamento estatístico (DNPM, 2015).

No caso da substância dolomito, sua extração atende a vários mercados. Na indústria de construção civil, por exemplo, essa rocha é utilizada na produção de blocos, material para agregados e refratários, entre outras aplicações.

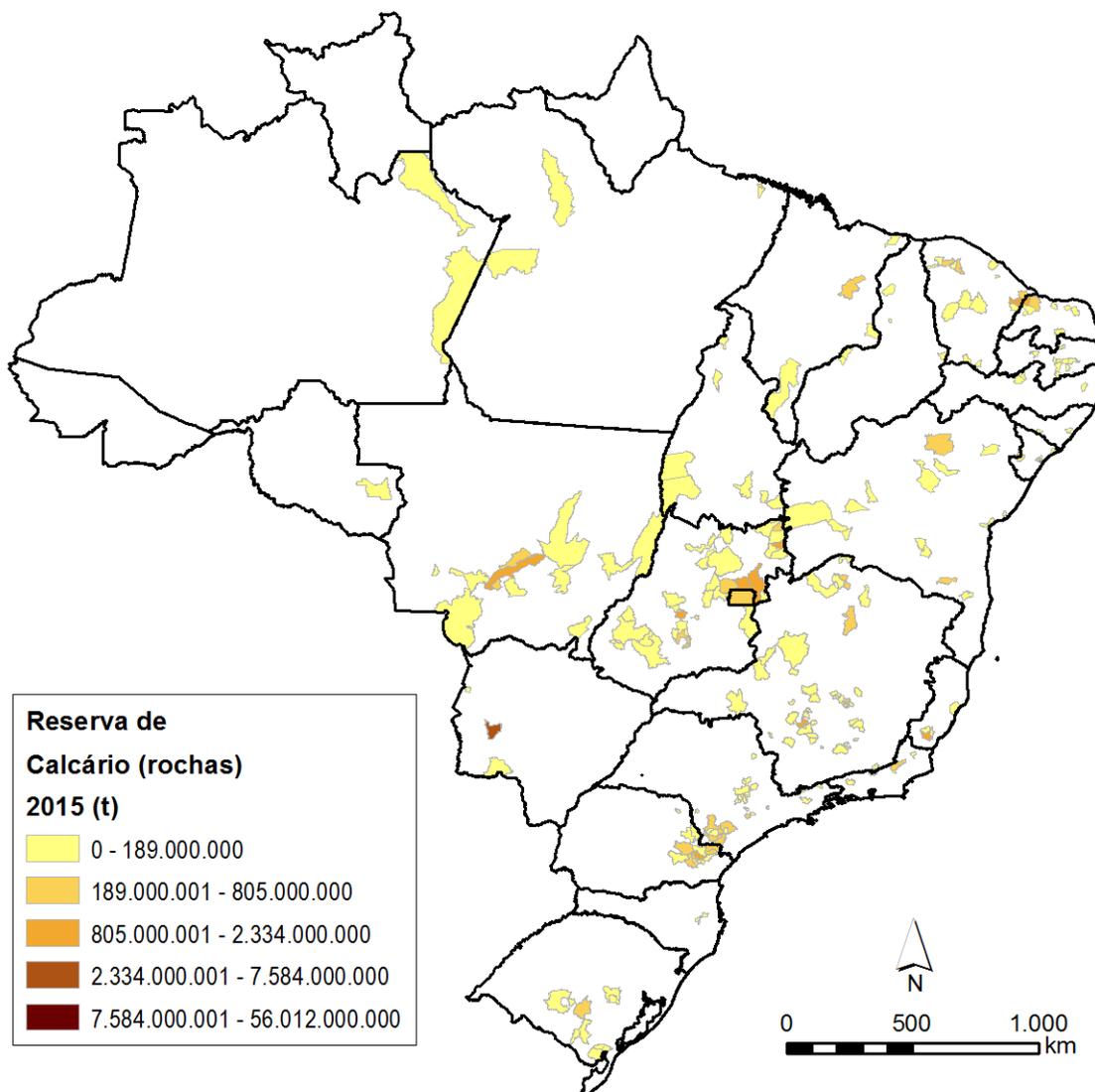
No Brasil, o dolomito constitui cerca de 10% da brita produzida. De toda a brita e cascalho produzidos no estado de São Paulo, cerca de 3% é obtido de jazidas onde o dolomito ocorre junto com calcários (ambas as rochas diferem pela presença de mais magnésio no dolomito e mais cálcio no calcário).

Segundo dados apresentados pelo MME (2012), no triênio de 2006 a 2008 foram investidos em média USD 9,2 milhões em minerações de dolomito no Brasil.

Reservas minerais e vida útil

A massa medida de calcário no território brasileiro é cerca de 51 bilhões de toneladas. As abundantes reservas desta rocha estão geograficamente bem distribuídas no território nacional (Figura 58), sendo que o estado de Mato Grosso do Sul possui maior concentração de reservas (com 17% das reservas brasileiras), seguido por Minas Gerais (13,3%), Ceará (12,6%) e Goiás (11,5%) (BRASIL, 2016).

Figura 58 – Reservas medidas de calcário por tonelada em 2015

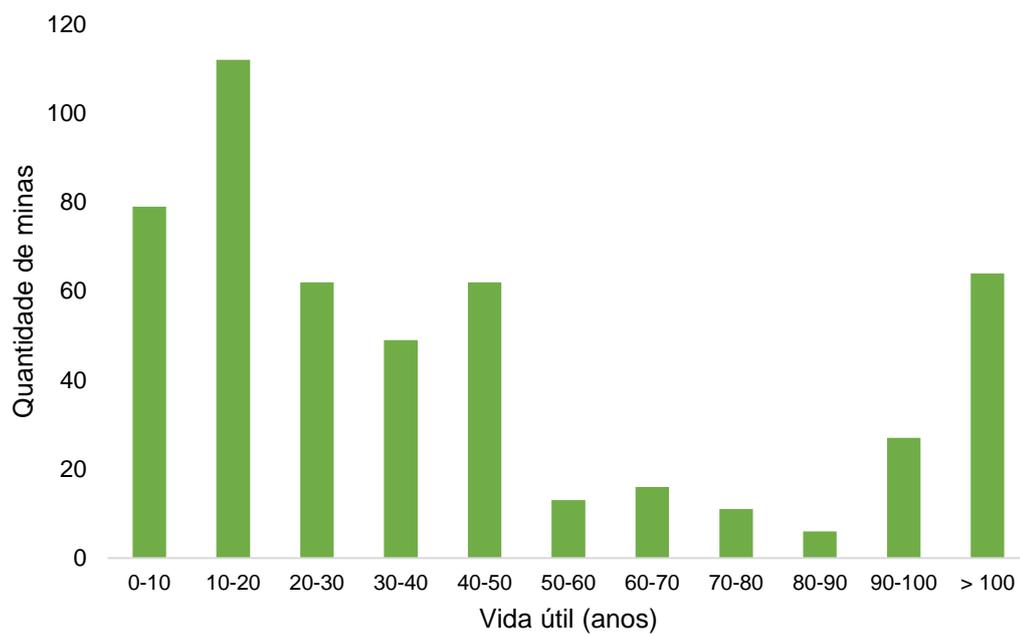


Fonte: BRASIL (2016)

A diferenciação entre o calcário para uso no cimento ou cal e para fins agrícolas é dada pelo teor de magnésio. Muitas vezes ambos os tipos ocorrem na mesma jazida, e, é frequente a lavra seletiva, em que eles são lavrados separadamente e têm destinações diferentes.

Quanto à vida útil estimada para as minas de calcário (Figura 59), a maior parte das minas tem até 50 anos de vida útil.

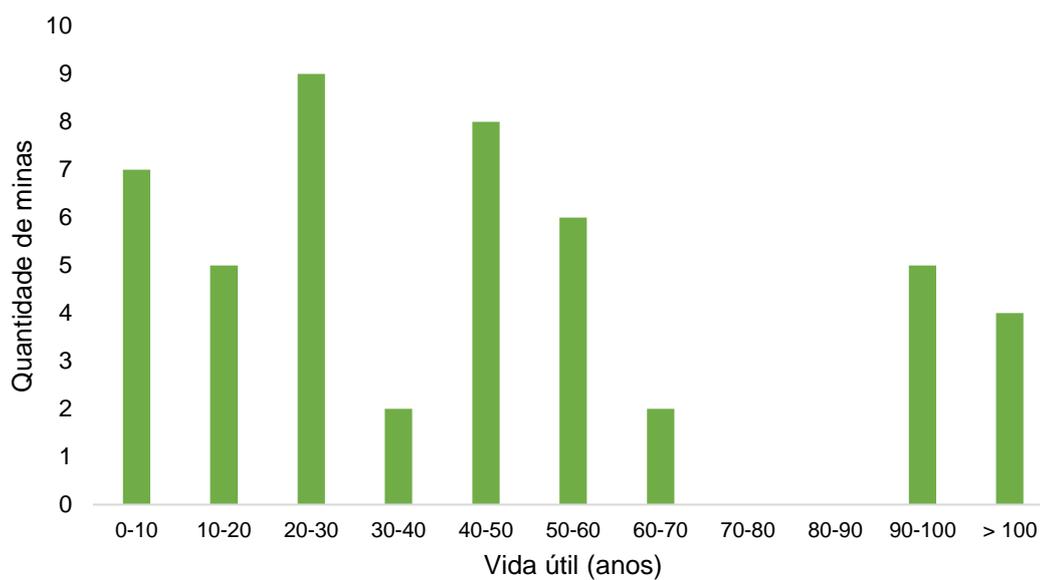
Figura 59 – Estimativa de vida útil das minas de calcário



Fonte: BRASIL (2016)

No caso do dolomito, a maior parte das minas tem vida útil de até 70 anos (Figura 60).

Figura 60 – Estimativa de vida útil das minas de dolomito

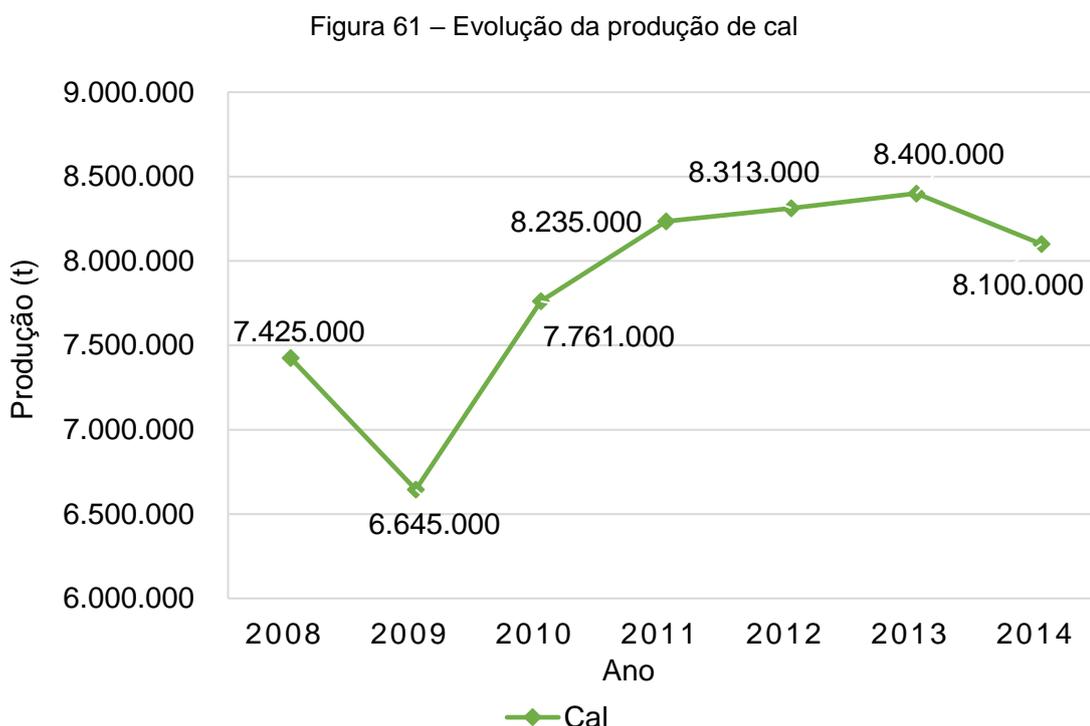


Fonte: BRASIL (2016)

Produção e polos produtores

A produção de calcário bruto tem aumentado anualmente no Brasil, atingindo a marca de 130 milhões de toneladas em 2014 (DNPM, 2015).

Em relação à produção de cal, a Figura 61 apresenta a evolução de 2008 a 2015. A produção tem se mantido estável desde 2011, pouco acima da casa das 8 milhões de toneladas anuais.

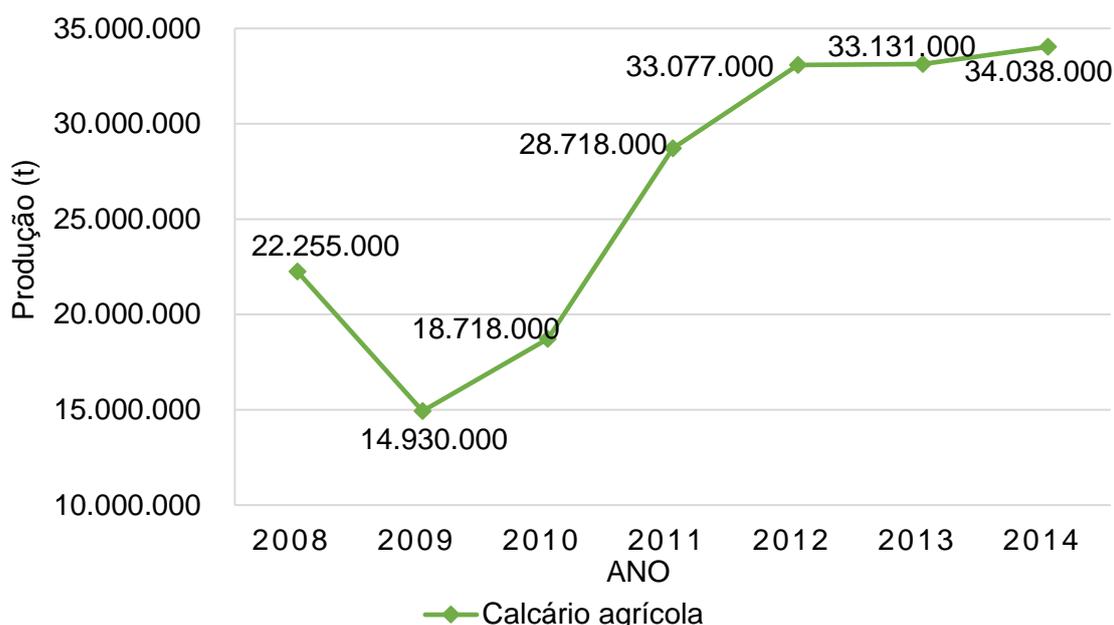


Fonte: DNPM (2009 a 2015)

No caso do calcário agrícola, o Sumário Mineral de 2012, do DNPM, apontou os estados de Mato Grosso (19,2% da produção total), Paraná (17,2%), São Paulo (13,4%) e Goiás (12,4%), como principais produtores. Juntos, foram responsáveis por mais de 60% da produção nacional. Já em 2014, os principais produtores foram Mato Grosso (20,0%), Minas Gerais (15,5%), Paraná (13,8%), Goiás (11,2%), São Paulo (9,6%), Rio Grande do Sul (8,4%) e do Tocantins (7,4%) que responderam por cerca de 85% da produção nacional.

A Figura 62 mostra a evolução da produção de calcário agrícola no Brasil, evidenciando um crescimento considerável entre 2009 e 2012. Desse ano em diante, o crescimento prosseguiu, mas de forma menos acelerada.

Figura 62 – Evolução da produção de calcário agrícola



Fonte: (DNPM 2010 a 2015), modificado pelos autores

A indústria do calcário e cal no Brasil apresenta alguns aglomerados organizados em Arranjos Produtivos Locais (APLs) de base mineral, por exemplo nos estados do Paraná, Minas Gerais, Rio Grande do Norte e São Paulo.

De acordo com os dados do DNPM, a produção de calcário pela MPE, em 2015, foi de 43 milhões de toneladas, número muito próximo da produção total de 2014 (cerca de 46 milhões de toneladas), evidenciando a importância desse segmento da mineração no mercado nacional de calcário.

Quanto ao uso de calcário para a fabricação de cimento Portland, não há pequenos produtores e a produção concentra-se em grandes companhias, com destaque para o Grupo Votorantim. O apoio técnico é prestado pela Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), que possui laboratórios próprios e equipe técnica de alto nível (LIMA, 2011).

Quanto ao calcário agrícola, a Associação Brasileira dos Produtores de Calcário Agrícola (ABRACAL) elaborou, na segunda metade da década de 90, o Plano Nacional de Calcário Agrícola (PLANACAL), que não sofreu alterações até o momento, apesar de terem se passado duas décadas. Dois programas do Governo Federal incentivam o uso do calcário agrícola no solo: o Programa de Modernização

da Agricultura e Conservação dos Recursos Naturais (MODERAGRO) e o Programa para Redução da Emissão de Gases de Efeito Estufa na Agricultura (Programa ABC), ambos financiando, entre outras, a aquisição, transporte, aplicação e incorporação de corretivos agrícolas (DNPM, 2015).

No atual contexto, a produção de calcário agrícola tem atraído novos investidores como a Supercal Extração de Calcário e Brita Ltda no estado do Tocantins e também em regiões tradicionalmente não produtoras, como é o caso da Companhia de Mineração de Rondônia (CMR) produziu cerca de 70.000t de calcário agrícola, no ano de 2014 (DNPM, 2015).

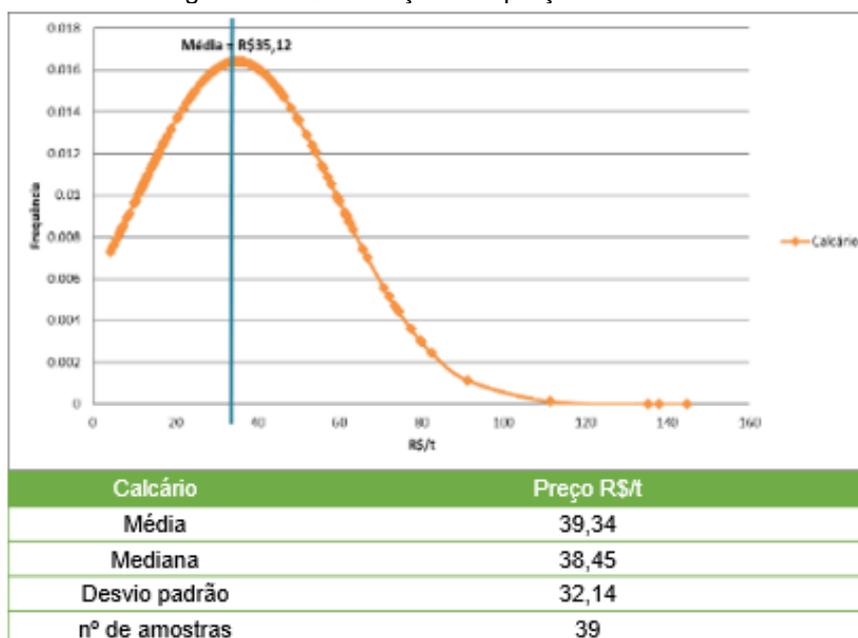
Rotas de comercialização

Segundo o AMBweb (BRASIL, 2016), as rotas de comercialização de calcário, para fora do estado produtor, em 2015, foram: Cachoeiro de Itapemirim (ES) até Mogi das Cruzes (SP), e Jaguariaíva (PR) até Cordeirópolis (SP).

Preços

A análise estatística dos preços de calcário, feita a partir de 190 amostras, mostra média de R\$ 35,12/t, com mediana de R\$ 32,53/t e desvio padrão de R\$ 24,30/t. A distribuição resultante tem comportamento gaussiano e é ilustrada na Figura 63.

Figura 63 – Distribuição dos preços de calcário



Fonte: BRASIL (2016)

No caso do dolomito, a análise estatística dos preços de dolomito, feita a partir de 39 amostras, mostra uma média de R\$ 39,34/t, com mediana de R\$ 38,45/t e desvio padrão de R\$ 32,14/t. A distribuição resultante é ilustrada na Figura 64.

Figura 64 – Distribuição dos preços de dolomito



Fonte: BRASIL (2016)

4.6 Gipsita

A gipsita é uma substância mineral usada principalmente na construção civil, sob a forma de gesso. Este é comercializado na forma de pré-moldados, como placas de forro, blocos divisórios, placas de gesso, decoração e revestimento de paredes. O gesso também tem aplicações industriais, como fundição de peças cerâmicas e metalúrgicas, aglomerante do giz, moldes na ortopedia, prótese dental, em obras artísticas e na fabricação de plásticos (BEZERRA, 2009). A gipsita é usada, ainda, na agricultura, sob a denominação de gesso agrícola e também na fabricação do cimento, como retardador do tempo de pega.

Panorama do mercado

Segundo o DNPM (2015), a demanda de gipsita em 2014 foi cerca de 3,65 milhões de toneladas, o que corresponde a um aumento de 3,4% com relação a 2013, tendo como principal destino a utilização na construção civil e uso agrícola. A China é o maior produtor mundial de gipsita, tendo produzido 132 milhões de toneladas em 2014, o que corresponde a 53,7% de toda a produção mundial.

O Brasil vem passando por um momento de transição com relação ao mercado consumidor de gipsita. Esta transição indica uma espécie de evolução do setor que antes limitava-se a abastecer a indústria do cimento e agora passa a uma situação de maior consumo pelas empresas gesseiras. Os produtores, enxergando o cenário internacional, passaram a investir em marketing junto a empresas de construção civil. Dessa forma, passaram a agregar valor ao produto, divulgando as vantagens do uso de divisórias (*dry wall*) e de *plaster* de gesso (usado como revestimento para substituir o reboco e a massa corrida). A expansão do mercado interno da gipsita vem acompanhando a inserção de processos tecnologicamente mais avançados na indústria do gesso, na busca por produtos que apresentem melhor qualidade e que sejam apoiados por certificação técnica (BEZERRA, 2009).

De acordo com o AMBweb (BRASIL, 2016), os principais municípios consumidores de gipsita em 2015 estão localizados no estado de Pernambuco: Ouricuri, Ipubi, Araripina e Trindade. Os municípios de Grajaú e Codó, no Maranhão, também apresenta consumo de gipsita.

Reservas minerais e vida útil

A maior parte das reservas brasileiras de gipsita concentra-se na Bahia (44%), Pará (31%) e Pernambuco (18%), ficando o restante distribuído, em ordem decrescente, entre os estados do Maranhão, Ceará, Piauí, Tocantins e Amazonas (LIRA SOBRINHO et al., 2001). As reservas mais aproveitadas, atualmente, estão situadas na Bacia do Araripe, região de divisa entre os estados do Piauí, Ceará e sobretudo Pernambuco, especificamente nos municípios de Ipubi, Trindade, Ouricuri e Araripina, Exu e Bodocó, formando o Polo Gesseiro do Araripe, que contribui de forma expressiva para a cadeia produtiva local. Segundo o DNPM (2010), a produção de gipsita em 2010 foi de 2,3 milhões de toneladas brutas.

As reservas brasileiras de gipsita representam o quinto maior volume do mundo, depois de Irã, China, Canadá e México (DNPM, 2012). O valor das reservas lavráveis no Brasil tem aumentado ao longo dos anos, atingindo o valor estimado de 400 milhões de toneladas em 2014. A Tabela 21 apresenta dados das reservas lavráveis entre 2009 e 2014.

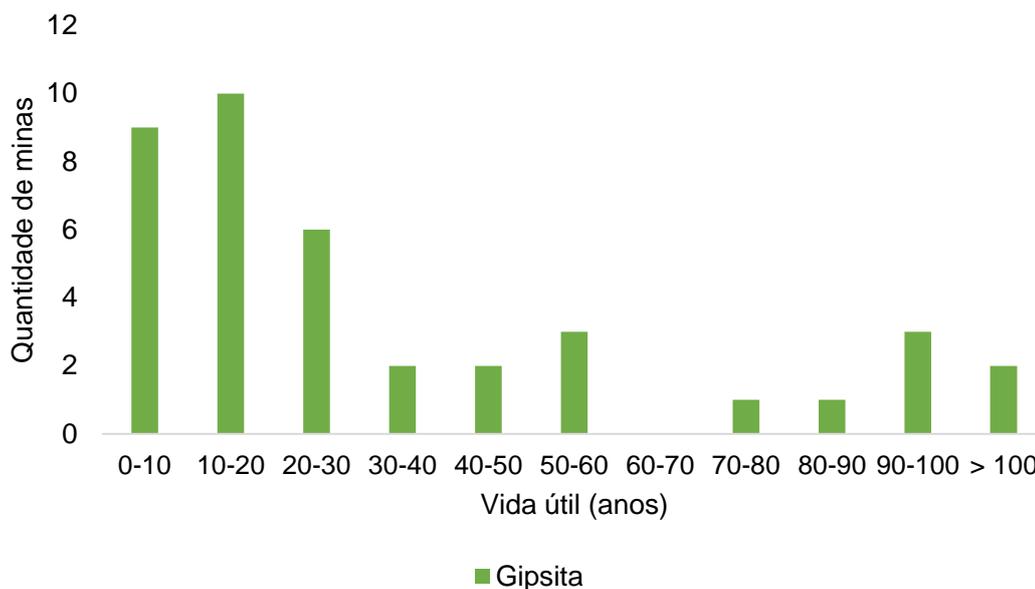
Tabela 21 – Reservas brasileiras de gipsita

Ano	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Reservas (t)	228	230	230	288	291	400

Fontes: Bezerra (2019); DNPM (2009 a 2015)

Quanto à vida útil, a maior parte das minas de gipsita têm vida útil de até 30 anos, como mostra a Figura 65.

Figura 65 – Estimativa de vida útil das minas de gipsita

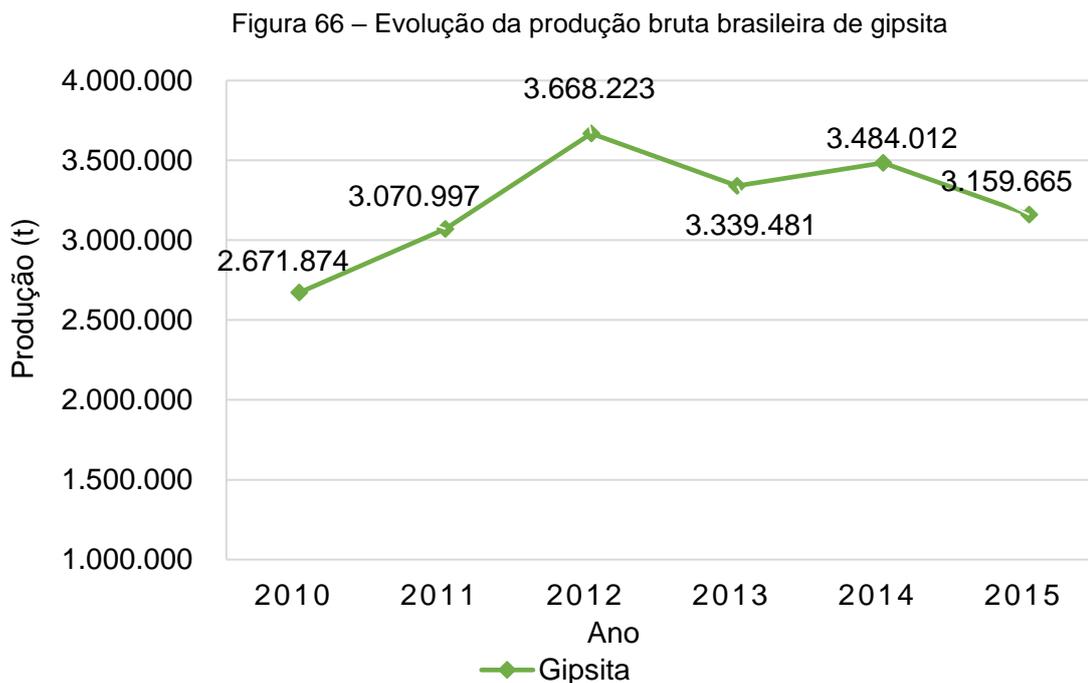


Fonte: BRASIL (2016)

Produção e polos produtores

O Brasil é o maior produtor de gipsita da América do Sul e o 13º maior produtor do mundo, com 3,4 milhões de toneladas em 2014 (1,4% da produção mundial). O Polo Gesseiro do Araripe, em Pernambuco, fornece cerca de 85% do gesso consumido no Brasil (DNPM, 2015).

A produção de gipsita possui forte relação com a construção civil, de forma que o aquecimento do mercado imobiliário tem grande influência na atividade produtiva dessa substância. Na Figura 66, é apresentada a evolução da produção bruta de gipsita no Brasil. Os dados apontam um crescimento entre 2009 e 2012 e uma queda entre 2012 e 2015, com ligeira interrupção em 2014.



Fonte: BRASIL (2016)

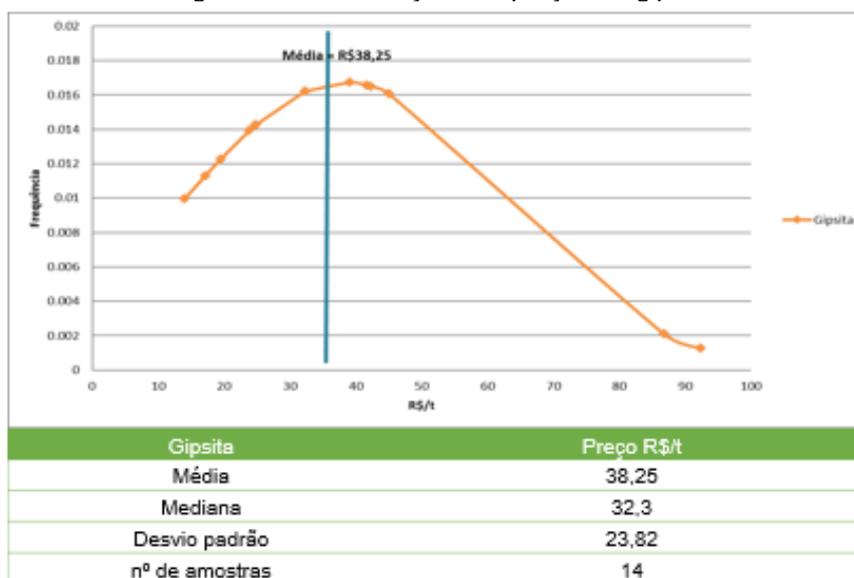
Rotas de comercialização

Segundo o AMBweb (BRASIL, 2016), as principais rotas de comercialização de gipsita, para fora do estado produtor, em 2015, foram: Ouricuri (PB) até Sete Lagoas (MG) e Vespasiano (MG); Ipubi (PB) até Mogi das Cruzes (SP); Codó (MA) até Capanema (PA); e Grajaú (MA) até Brasília (DF).

Preços

A análise estatística dos preços de gipsita, feita a partir de apenas 14 amostras, mostra uma média de R\$ 38,25/t, com mediana de R\$ 32,30/t e desvio padrão de R\$ 23,82/t, conforme apresentado na Figura 67.

Figura 67 – Distribuição dos preços de gipsita



Fonte: BRASIL (2016)

4.7 Granito (rocha ornamental)

O granito é uma rocha de origem ígnea ou magmática, plutônica, composta principalmente por quartzo, mica e feldspato. Apesar de ter uso como agregado para construção civil e como elemento de pavimentação (paralelepípedos), o granito é muito utilizado como rocha ornamental, para a decoração de interiores e até mesmo de áreas externas, sendo empregado em pisos e em bancadas de cozinha e banheiro. Apresenta diversas cores e é muito mais resistente do que o mármore, podendo durar anos sem riscos e lascas e resistindo a altas temperaturas.

Panorama do mercado

Em 2014 o consumo aparente⁹ de rochas ornamentais no Brasil foi estimado em 6,8 milhões de toneladas, impactado pela redução do mercado da construção civil e das exportações para a China na forma de blocos brutos (DNPM, 2015).

O granito está entre as substâncias que mais arrecadaram CFEM em 2014, com

⁹ O consumo aparente é obtido por meio da soma dos valores de produção com as importações, deduzidas as exportações, portanto, trata-se de um dado estimado sobre a quantidade de bens minerais consumidos no país.

uma contribuição de 3,3% do total arrecadado com um acréscimo de 1,9% com relação a 2013 (DNPM, 2014).

Os blocos produzidos nas pedreiras muitas vezes são destinados à exportação, para a Itália e outros países, onde são cortados, aparelhados e polidos, agregando valor ao produto final. Apesar de diversos planos apresentados nos últimos 20 anos para mudar esse quadro e exportar produtos finais, em vez dos blocos, de modo a alavancar a indústria de rochas ornamentais no Brasil, tal situação continua sendo um desafio.

De acordo com o AMBweb (BRASIL, 2016), os principais municípios consumidores de Rocha Ornamental (Mármore e afins), em 2015, foram: Cachoeiro de Itapemirim (SC), Vargem Alta (SC), Sete Lagoas (MG) e Ourolândia (BA). Quando se trata de produção de Rocha Ornamental (Granito, Gnaisse e afins), os municípios são: Barra de São Francisco (ES), Magé e Macaé (RJ), Nova Venécia (ES) e Colatina (ES).

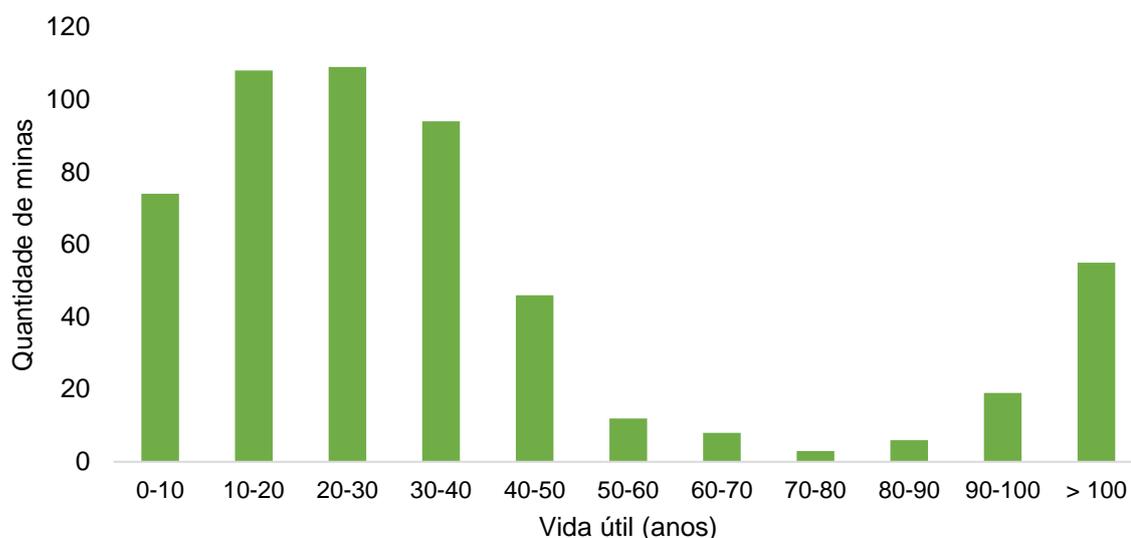
Reservas minerais e vida útil

As reservas de granito ornamental são abundantes do ponto de vista quantitativo, sendo que volumes elevados de rochas ornamentais podem ser continuamente colocados à disposição do mercado consumidor. A utilização de rejeitos, juntamente com a tendência de diminuição da espessura das placas de revestimento, tem contribuído significativamente para o aproveitamento cada vez maior das reservas e para a diminuição do impacto ambiental.

É importante ressaltar, porém, que o impacto ambiental das atividades de lavra de granito para rochas ornamentais é uma limitação importante, especialmente no aspecto paisagístico. Por exemplo, no litoral norte do estado de São Paulo a lavra de charnockito é proibida na vertente atlântica da Serra do Mar.

A maior parte das reservas de rochas ornamentais concentra-se nos estados de Espírito Santo, Minas Gerais e Bahia. Como o consumo é concentrado nos grandes centros urbanos do país, a logística de transporte tem impacto no preço final ao consumidor. Quanto à vida útil das minas de rochas ornamentais, a Figura 68 mostra que a maioria tem vida útil de até 40 anos.

Figura 68 – Estimativa de vida útil das minas de rochas ornamentais (granito, gnaiss e afins)

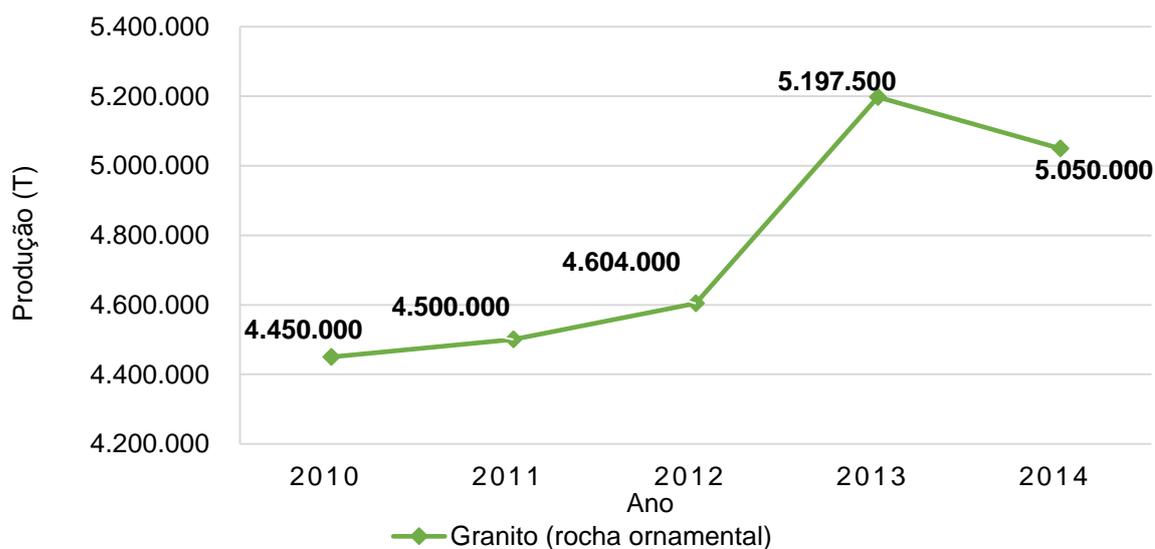


Fonte: BRASIL (2016)

Produção e polos produtores

O granito correspondeu a 50% da produção total de rochas ornamentais em 2014. Foram produzidas cerca de 5 milhões de toneladas de granito em 2013 e 2014. A Figura 69 mostra a evolução da produção total de granito entre 2010 e 2014.

Figura 69 – Evolução da produção brasileira de granito para rocha ornamental



Fonte: DNPM (2010 a 2015), modificada pelos autores

Segundo a Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais (ABIROCHAS, 2018) para o ano de 2017, estima-se que a produção brasileira de rochas ornamentais tenha recuado 1% frente a 2016, totalizando 9,24 milhões t. A produção voltada para o atendimento do mercado externo somou 3,24 milhões t. A produção para o mercado interno foi da ordem de 6 milhões t.

Os números consolidados para as importações brasileiras de materiais rochosos naturais e artificiais sugerem um início de recuperação no mercado interno da construção civil. Apesar do Espírito Santo ser o principal estado exportador, os portos instalados no Espírito Santo continuam não atendendo às necessidades do estado para o setor de rochas, o que acaba por afetar a competitividade das exportações brasileira (ABIROCHAS, 2018).

Dados do DNPM mostram que, de um total de 471 unidades produtoras de granito para rocha ornamental, apenas três são de grande porte, o que equivale a 0,63% do total. A distribuição das demais operações, todas dentro do perfil da MPE, é de 75,8% de minas de micro porte, 18% de minas de pequeno porte e 5,5% de minas de médio porte. Muitas dessas operações utilizam métodos rudimentares, com baixa recuperação dos blocos. No entanto, a utilização de métodos mecanizados de corte mais preciso, como o fio diamantado, tem crescido nos últimos anos, mesmo junto aos mineradores de menor porte.

Rotas de comercialização

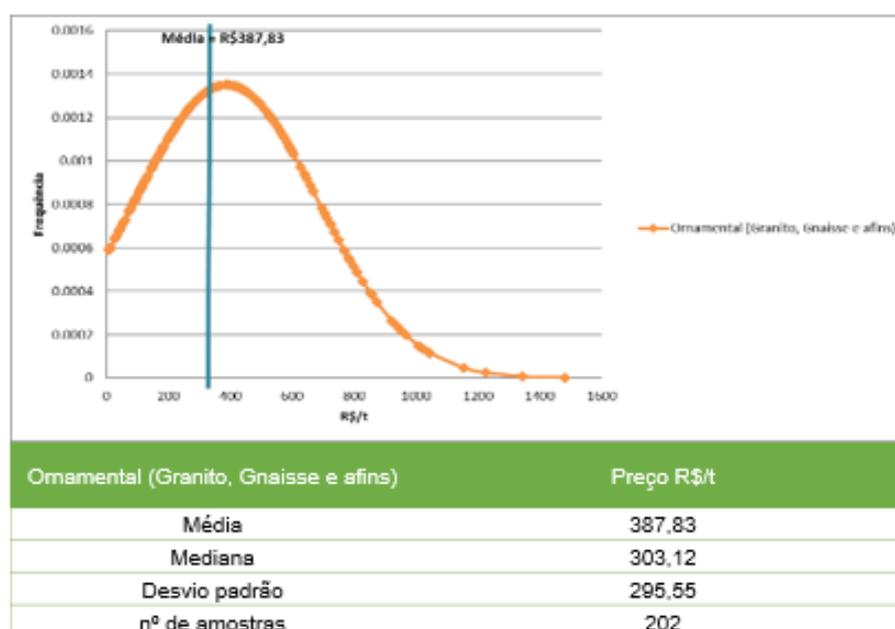
Segundo o AMBweb (BRASIL, 2016), as rotas de comercialização de Rocha Ornamental (Granito, Gnaiss e afins), para fora do Estado produtor, em 2015, foram: Medeiros Neto (BA) até Cachoeiro de Itapemirim (ES); Uruoca (CE) até Cachoeiro de Itapemirim (ES); e Mutum (MG) até Cachoeiro de Itapemirim (ES). Para Rocha Ornamental (Mármore e afins), as rotas para fora do Estado produtor, em 2015, foram: Belmonte (BA) até Rio Novo do Sul (ES); Barroso (MG) até Serra (ES); Cachoeiro de Itapemirim (ES) até Guabiruba (SC); Jequeri (MG) até Cachoeiro de Itapemirim (ES).

Preços

Conforme estatísticas publicadas pelo DNPM (2015), as exportações de rochas brutas (blocos) de granitos, alcançaram USD 256,9 milhões (1,2 milhões de toneladas), tendo, o preço médio, sido de USD 202 /t. Em comparação com 2013 (USD 296,8 milhões), houve uma queda no valor total das exportações do produto.

A análise estatística dos preços de granito e gnaisse para fins ornamentais, feita a partir de 202 amostras, mostra uma média de R\$ 387,83/t, com mediana de R\$ 303,12/t e desvio padrão de R\$ 295,55/t, sendo apresentada na Figura 70.

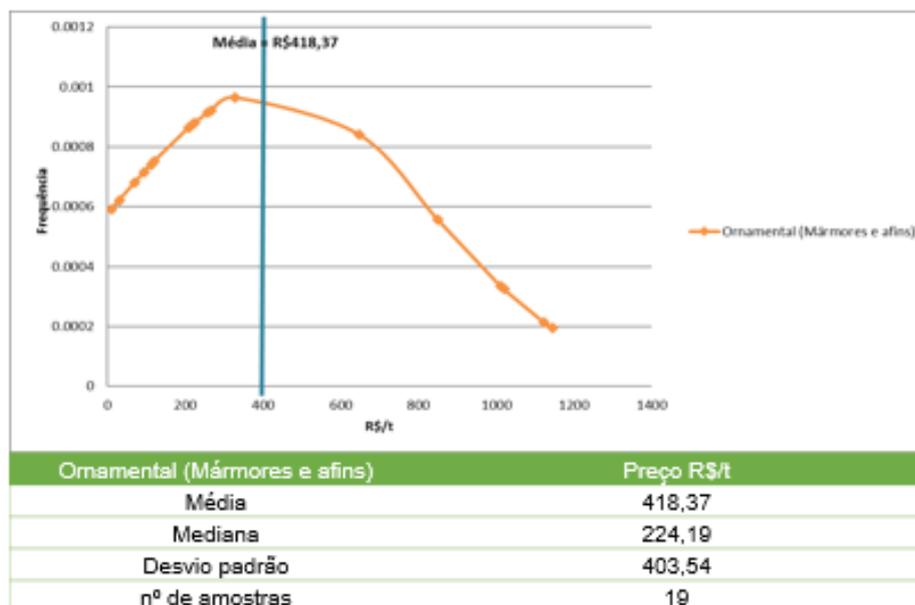
Figura 70 – Estatística descritiva dos preços de ornamental (granito, gnaisse e afins)



Fonte: BRASIL (2016)

Já a análise estatística dos preços de mármore para fins ornamentais foi feita a partir de apenas 19 amostras, com média de R\$ 418,37/t (superior à dos granitos e gnaisses), mediana de R\$ 224,19/t (inferior à dos granitos e gnaisses) e desvio padrão de R\$ 403,54/t (superior ao dos granitos e gnaisses) (Figura 71).

Figura 71 – Estatística descritiva dos preços de ornamental (Mármore e afins)



Fonte: BRASIL (2016)

4.8 Feldspato

Entre os principais tipos de depósito de feldspato explorados no mundo, o pegmatito é a fonte mais importante. Outros tipos de rochas também explorados, como os depósitos do tipo nefelina sienito e granitos (COELHO, 2009b). Como os feldspatos ocorrem principalmente em rochas graníticas e pegmatitos, sempre associados a diversos outros minerais, é difícil quantificar suas reservas com precisão, sendo consideradas abundantes em todos os países produtores.

Panorama do mercado

Os maiores consumidores de feldspato no Brasil são as indústrias de cerâmica e vidro, localizadas principalmente nas regiões Sudeste e Sul do Brasil (DNPM, 2015). Na indústria cerâmica e na fabricação de vidros o feldspato atua como fundente. Além disso, o feldspato é utilizado também como fonte de alumina (Al_2O_3), álcalis (Na_2O e K_2O) e sílica (SiO_2). É importante destacar que o consumo de feldspato na indústria de vidro vem diminuindo devido ao uso de produtos substitutos e ao aumento da reciclagem.

O feldspato é ainda usado como carga mineral nas indústrias de tintas, plásticos,

borrachas, abrasivos leves, e como insumo na indústria de eletrodos para soldas (DNPM, 2015). Para atender às exigências do mercado, na última década os produtores de feldspato tiveram a necessidade de se adequar aos preços e à qualidade do mercado externo, o que exigiu total reestruturação na indústria. Como consequência, a estrutura setorial ficou mais concentrada, provocando a saída de várias empresas do mercado, principalmente as mais frágeis e de menor porte (COELHO, 2009b).

De acordo com o Sumário Mineral do DNPM (2015), a produção mundial de feldspato, em 2014, foi de aproximadamente 21,6 milhões de toneladas, sendo os maiores produtores a Turquia (23,1%), Itália (21,7%), China (9,7%), Índia (6,0%) Tailândia (5,1%), França (3,0%), Irã (2,8%), Estados Unidos (2,6%) e Espanha (2,5%). A produção brasileira representou cerca de 1,9% do total mundial.

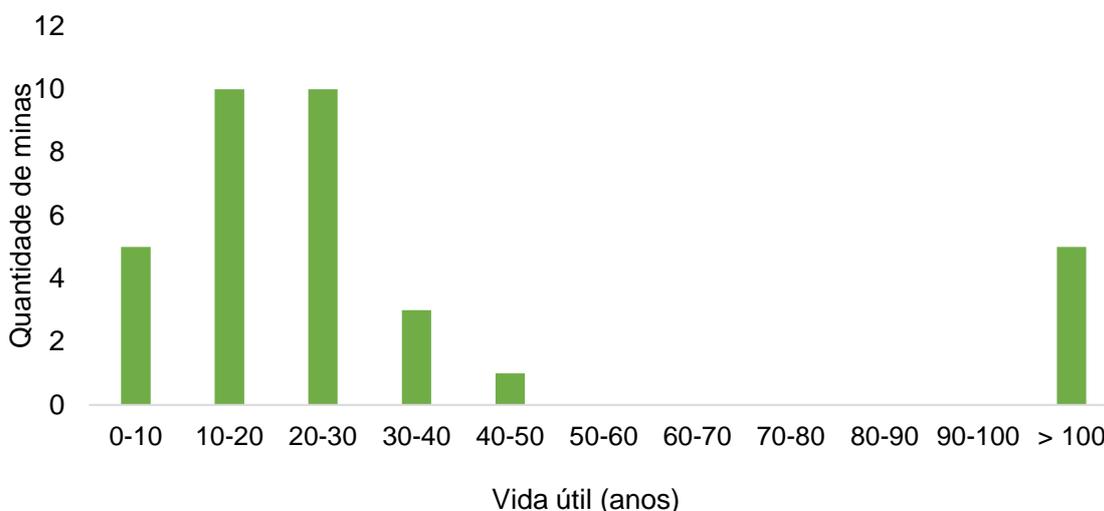
De acordo com o AMBweb (BRASIL, 2016), os principais municípios consumidores de feldspato, em 2015, foram: Castro e Bolsa Nova (PR), Canelinha (SC), Ataléia (MG) e Junco do Seridó (PB).

Reservas minerais e vida útil

No Brasil, as reservas estão distribuídas, por ordem de importância, nos estados do Paraná, Minas Gerais, Paraíba, Rio Grande do Norte, Rio de Janeiro, Bahia, São Paulo, Santa Catarina e Tocantins. As reservas brasileiras de feldspato, em 2015, foram estimadas em 131 milhões t, sendo o estado de São Paulo detentor de 26,2% destas, seguido por Santa Catarina (17,3%) e Paraná (11%) (BRASIL, 2016).

Quanto à vida útil das minas de feldspato, nota-se que a maior parte das operações tem vida útil de até 30 anos (Figura 72).

Figura 72 – Estimativa de vida útil das minas de feldspato



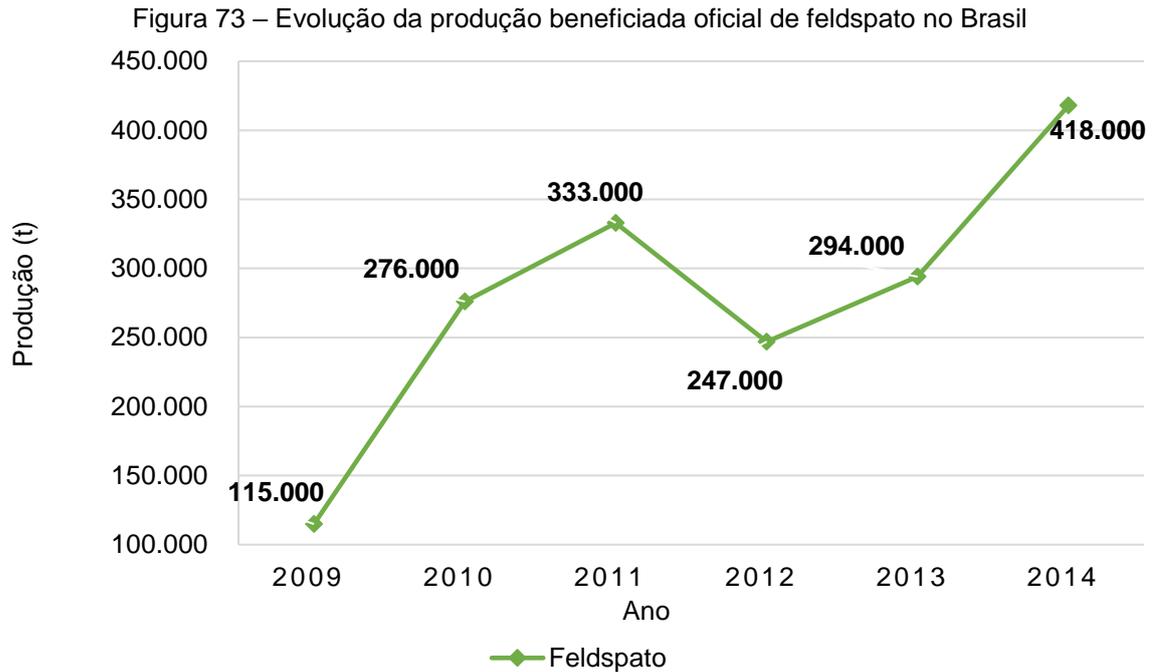
Fonte: BRASIL (2016)

Produção e polos produtores

De acordo com os sumários minerais do DNPM (2012 a 2015), os dados de produção de feldspato no Brasil são imprecisos. Isto ocorre porque só é reportada pelo DNPM a produção de feldspato proveniente de lavras regulares de pegmatito, não sendo contabilizada a produção oriunda de pegmatitos lavrados para outros fins (por exemplo, para produção de quartzo, gemas, berilo e lítio), em que o feldspato é obtido por catação no rejeito do beneficiamento. Também não é contabilizada a produção de feldspato a partir de outras rochas como albitito e anortosito.

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de cerâmica de revestimento, em especial de porcelanato. Por essa razão, 96,1% da produção beneficiada de feldspato em 2014 foi destinada à produção de pisos e revestimentos. A indústria de vidros absorveu 3% da produção e a de cerâmica branca 0,8%. De acordo com Sumário Mineral do DNPM (2015), as indústrias das regiões Sul e Sudeste consumiram 98% da produção beneficiada.

A produção oficial de feldspato no Brasil mostrou grande variação entre 2009 e 2014, indo de 115 mil toneladas em 2009, para 333 mil toneladas em 2011. Em 2012, o total decresceu para 247 mil toneladas, mas retomou a tendência de crescimento nos anos seguintes, atingindo 418 mil toneladas em 2014. A Figura 73, mostra a evolução da produção beneficiada oficial nesse período.



Fonte: DNPM (2010 a 2015), modificadao pelos autores

A MPE foi responsável pela produção de 289 mil toneladas de feldspato em 2015, de acordo com informações do DNPM (2015). A contribuição da MPE para a produção dessa substância no país é expressiva, tendo correspondido a 70% da produção total reportada em 2014.

Como o feldspato produzido na MPE normalmente não incorpora tecnologia para o beneficiamento da produção, boa parte do material acaba sendo desperdiçada. Isso acontece porque os compradores, que recebem o material para beneficiá-lo posteriormente, exigem o produto bruto de maior qualidade, de forma a maximizar seus lucros. Assim, o feldspato bruto de menor qualidade acaba sendo descartado na lavra.

É importante considerar que, caso houvesse processo de beneficiamento já na lavra de origem do material, o produto poderia ser homogeneizado e, então, vendido já beneficiado. Isso significaria menos desperdício, além de gerar valor agregado para o minerador.

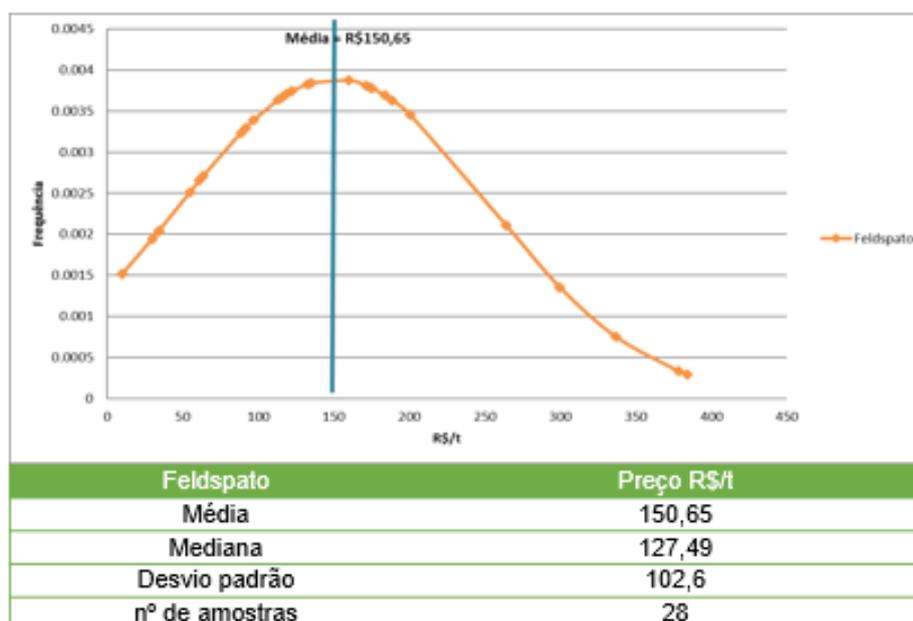
Rotas de comercialização

Segundo o AMBweb (BRASIL, 2016), as rotas de comercialização de feldspato, fora do estado produtor, em 2015, foram: Ataléia (MG) até Rio Claro (SP); Ribeirão do Largo (BA) até Cordeirópolis (SP); Junco do Seridó (PB) até Serra (ES); Equador (RN) até Serra (ES); Monte Sião (MG) até Tambaú (SP); e Coronel Murta (MG) até Cordeirópolis (SP) e Rio Claro (SP).

Preços

A análise estatística dos preços de feldspato foi feita a partir de apenas 28 amostras, com média de R\$ 150,65/t, mediana de R\$ 127,49/t e desvio padrão de R\$ 102,60/t. A distribuição resultante é ilustrada na Figura 74.

Figura 74 – Estatística descritiva de feldspato



Fonte: BRASIL (2016)

4.9 Mica

São comercializados diversos tipos de mica, cujo uso industrial está associado às suas propriedades físicas e químicas que são de interesse da indústria. As micas ocorrem às vezes em grande quantidade em pegmatitos, que são corpos rochosos de granulação grosseira, originados na fase tardia da consolidação do magma. Um

pegmatito mineralizado é considerado comercialmente rico a partir de teores compreendidos entre 2% a 6% de mica. É possível encontrar seções dentro de um corpo com até 40% de mica lavrável. Contudo, em corpos de grandes dimensões, raramente este percentual ultrapassa 2% (LOBATO, 2009).

Panorama do mercado

As micas de maior importância comercial são a muscovita, a sericita, a flogopita, a biotita e a vermiculita. Comercialmente, destaca-se a muscovita, oferecida na forma de placas ou moída.

A mica é comercializada em forma primária, a partir de placas que têm as cotações de preço definidas de acordo com suas dimensões e defeitos que possam prejudicar seu corte ou perfuração. A mica em placa é utilizada para a fabricação de “papel de mica” (isolante termoeletrico), que é laminado para a produção de “fitas de mica”, utilizadas por indústrias eletromecânicas. Os fragmentos de mica, por meio de um processo de moagem e peneiramento, podem ser utilizados como componente na produção de cimento, como aditivos em lamas de perfuração de poços de petróleo, nas indústrias de tintas e plástica, de decoração e na fabricação de moldes de pneus.

A importação brasileira de produtos de mica teve, em 2014, um decréscimo de 17% (produtos primários) e 14% (manufaturados), em relação a 2013. Nos bens primários, o item “mica em pó” representou 29,6% do valor total de importação de mica do Brasil (DNPM, 2015). Os principais países fornecedores de bens primários de mica para o Brasil, em 2014, foram: a Alemanha (36%), o Japão (16%), os EUA (16%), a Índia (13%) e a China (11%). Dentre os manufaturados de mica, o item “placas/folhas ou tiras de mica aglomerada” representou 60,9% do valor total das importações. Os principais países de origem foram: China (41%), EUA (22%), Áustria (20%), Bélgica (10%) e Suíça (2%).

Dentre os produtos manufaturados, o maior valor exportado em 2014 foi de “placas/folhas ou tiras de mica aglomerada”, correspondente a 77,9% do total do valor das exportações de mica. Os principais países de destino desse grupo foram: EUA (60%), China (14%), Polônia (5%), Suíça (5%) e Canadá (3%).

De acordo com o AMBweb (BRASIL, 2016), os municípios consumidores de mica em 2015, foram: Frei Martinho e Nova Palmeira na Paraíba.

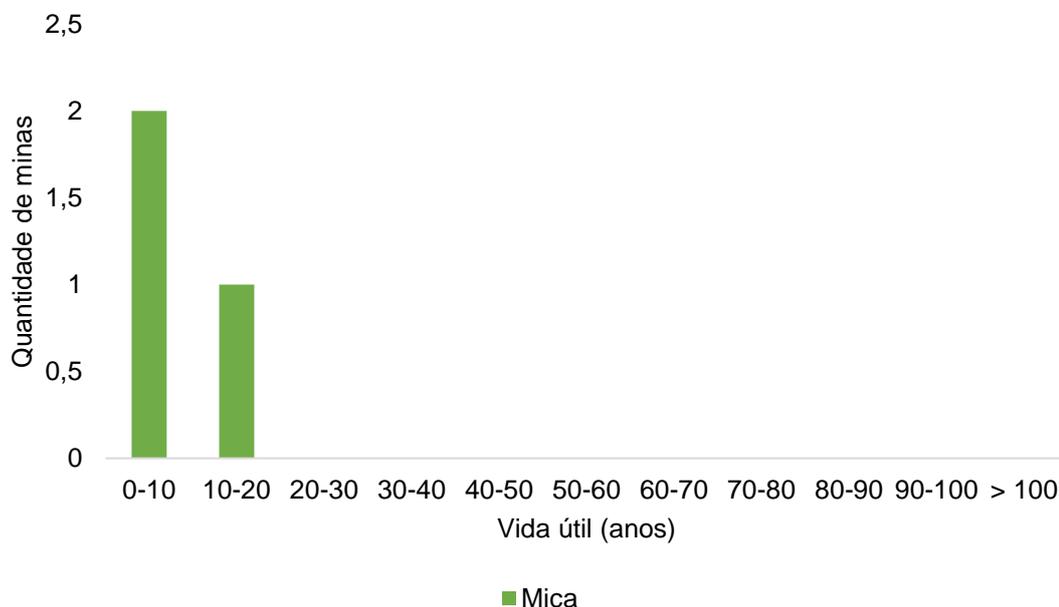
Reservas minerais e vida útil

Atualmente, as reservas brasileiras medidas de mica correspondem a aproximadamente 4,7 milhões de toneladas, sendo que 82% estão localizadas no estado do Tocantins, estado com a maior quantidade registrada

Especificamente quanto à muscovita, as reservas lavráveis no Brasil correspondem a cerca 4 milhões de toneladas, localizadas principalmente nos estados do Tocantins (município de Porto Nacional), de Minas Gerais (municípios de Caiana, Governador Valadares e Brás Pires), da Paraíba (municípios de Nova Palmeira, Pedra Lavrada e Picuí), do Rio Grande do Norte (município de Parelhas) e do Ceará (município de Morada Nova). Estas reservas estão associadas a pegmatitos na região Nordeste e em Minas Gerais, e a micaxistos em Tocantins e Minas Gerais (DNPM, 2015).

Quanto à vida útil das minas, a maior parte das minas tem vida útil de até 20 anos, conforme indicado na Figura 75.

Figura 75 – Estimativa de vida útil das minas de mica



Fonte: BRASIL (2016)

Produção e polos produtores

De acordo com o Sumário Mineral do DNPM, de 2012, a produção beneficiada de mica em placa, em 2011, foi de 6.193 toneladas, o que representou um crescimento de cerca de 31,5% em relação a 2010 (4.709 t). Nos Sumários Mineraias de 2014 e 2015, o DNPM passou a considerar também a produção de mica moída.

Os dados do DNPM de 2013 indicam uma produção beneficiada total de 11.520 toneladas. Destas, 9.728 mil toneladas correspondiam à mica em placa e 1.793 toneladas, à mica moída. Em 2014, a produção beneficiada total foi de 10.313 toneladas, sendo 4.273 toneladas de mica em placa e 6.040 toneladas de mica moída.

De acordo com DNPM (2015), a lavra deste mineral se dá em pegmatitos com teores médios de 2% a 15% de mica. São operações a céu aberto, semimecanizadas ou operadas de forma manual, lavradas pelo método de bancada em encosta ou em cava. Parte desta produção é originária de atividade garimpeira, em operações rudimentares, com o uso de explosivos e ferramentas simples. Os dados do DNPM mostram que a lavra de mica é realizada pela MPE, sendo que 40% das unidades produtoras estão em regime de permissão de lavra garimpeira.

Rotas de comercialização

Segundo o AMBweb (BRASIL, 2016), a principal rota de comercialização para fora do estado, em 2015, foi de Frei Martinho (PB) até Currais Novos (RN).

Preços

A Tabela 22 apresenta a análise estatística dos preços de mica, feita a partir de apenas 2 amostras, com média e mediana de R\$ 480,58/t, e desvio padrão de R\$ 602,65/t.

Tabela 22 – Análise dos preços de mica

Mica	Preço R\$/t
Média	480,58
Mediana	480,58
Desvio padrão	602,65
nº de amostras	2

Fonte: BRASIL (2016)

4.10 Caulim

O caulim se encontra entre as substâncias minerais mais abundantes da crosta terrestre, sendo constituído principalmente pela caulinita. O caulim forma-se pela alteração de feldspatos, feldspatoides e outros silicatos, durante o intemperismo químico. Sua formação pode ocorrer por meio hidrotermal (caulim primário) ou por processos diagenéticos (caulim secundário).

Panorama do mercado

Entre os diversos usos do caulim, destaca-se a indústria de papel, com 46,7% da demanda nacional do produto. Nessa indústria, o caulim é usado para revestimento (coating) e carga (filler), no preparo do papel. Entretanto, no mercado interno, existem outras formas de aplicação, como a fabricação de cimento e a utilização na indústria de cerâmica branca. Parte do caulim utilizado na fabricação de cimento é produzido no Pará e no Maranhão. Já o caulim produzido para outras atividades também vem dos estados de São Paulo, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, entre outros (DNPM, 2014).

O Brasil importou 23,6 mil toneladas de bens primários de caulim em 2014, o que representou um decréscimo de 21,5%, em relação a 2013. Dentre os produtos manufaturados, o principal item importado foi “pias e lavatórios de porcelanas”, com cerca de 14,2 mil toneladas, um aumento de 1,5 mil toneladas em comparação com 2013 (DNPM, 2015).

A produção mundial de caulim em 2014 foi de 40 milhões de toneladas, tendo sido o Uzbequistão o maior produtor (7 milhões t), seguido pelos EUA (5,8 milhões t), Alemanha (4,5 milhões t), Turquia (3,8 milhões t), República Tcheca (3 milhões t), e Brasil (cerca de 2 milhões t).

As exportações de caulim vêm diminuindo desde 2010. Em 2014, a exportação atingiu 1,9 milhões de toneladas, contra 2 milhões de toneladas do ano anterior. Entre os bens primários, o caulim beneficiado atingiu 98,2% da quantidade total exportada, equivalente a 1,9 milhões de toneladas (DNPM, 2015).

De acordo com o AMBweb (BRASIL, 2016), os principais municípios consumidores de caulim em 2015, foram: Ipixuna do Pará (PA), Vitória do Jari (AP), Almeirim (PA) e Campo Alegre (SC).

Reservas minerais e vida útil

Os recursos e reservas de caulim são abundantes no território brasileiro. No Brasil, as reservas são da ordem de 7 bilhões de toneladas e concentram-se em sua quase totalidade (mais de 90%) nos depósitos sedimentares dos três maiores distritos caulíferos do país, todos situados na região Norte: Rio Capim, no Pará; Jari, no Amapá; e Manaus, no Amazonas. Nas demais regiões, a maioria dos depósitos de caulim é do tipo primário. Estes são derivados de alterações hidrotermais e intempéricas de pegmatitos e granitos (DNPM, 2015). Na Tabela 23 são apresentadas as reservas brasileiras de caulim.

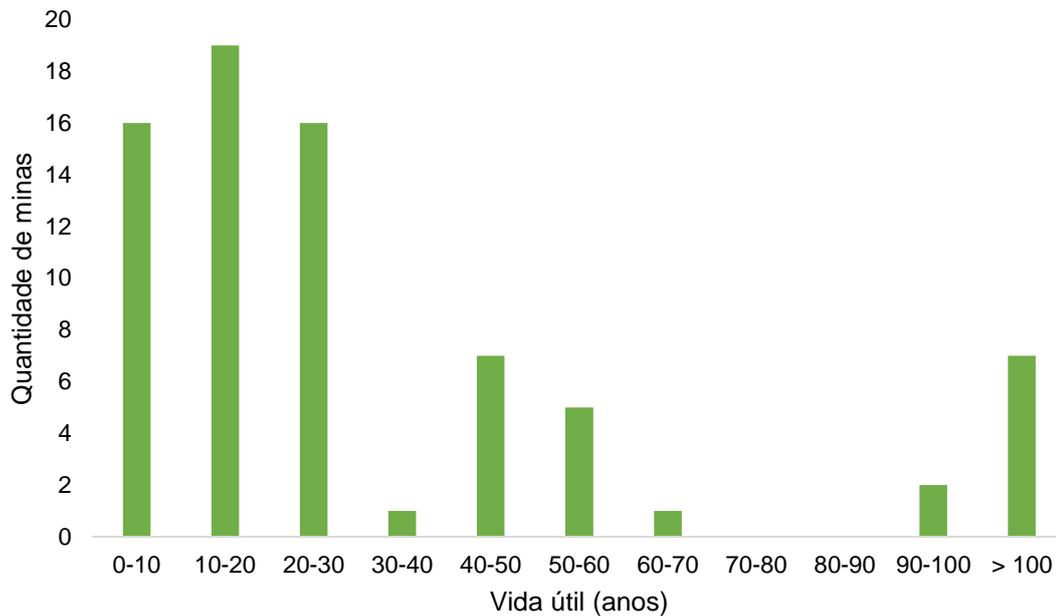
Tabela 23 – Reservas de caulim no Brasil.

Ano	2010	2011	2012	2013	2014
Reservas bilhões (t)	2.40	2.40	2.60	2.40	2.40
% mundo	4.7	4.7	5	4.4	4.3

Fontes: DNPM (2012 a 2015)

O Amazonas é o estado com a maior parte das reservas, com 75,7% do total, o que corresponde a aproximadamente 4 bilhões de toneladas (BRASIL, 2016). Em relação à vida útil, a maior parte das minas de caulim tem vida útil de até 30 anos (Figura 76).

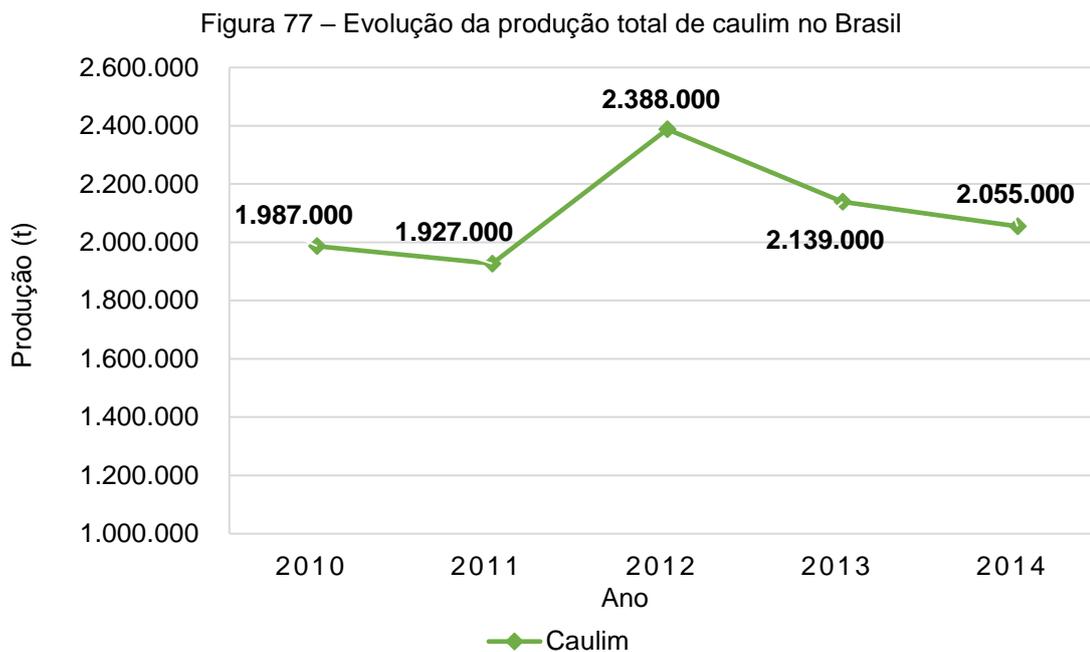
Figura 76 – Estimativa de vida útil das minas de caulim



Fonte: BRASIL (2016)

Produção e polos produtores

O Brasil é classificado como o sexto maior produtor mundial (DNPM, 2015). O parque produtivo de caulim é constituído por 33 empresas produtoras, sendo a maioria composta por minas de grande porte pertencentes a três diferentes concessionárias, localizadas na região Norte, no estado do Pará e uma no Amapá (FARIAS, 2009). Essas empresas produzem, aproximadamente, 93% da oferta nacional de caulim beneficiado. Os produtores de cinco estados (Amapá, Pará, São Paulo, Minas Gerais e Rio Grande do Sul), respondem por mais de 99% da oferta nacional. Bahia, Paraíba e Paraná também aparecem como produtores de caulim beneficiado. A Figura 77 mostra a evolução da produção beneficiada de caulim no Brasil entre 2010 e 2014.



Fonte: DNPM (2010 a 2015)

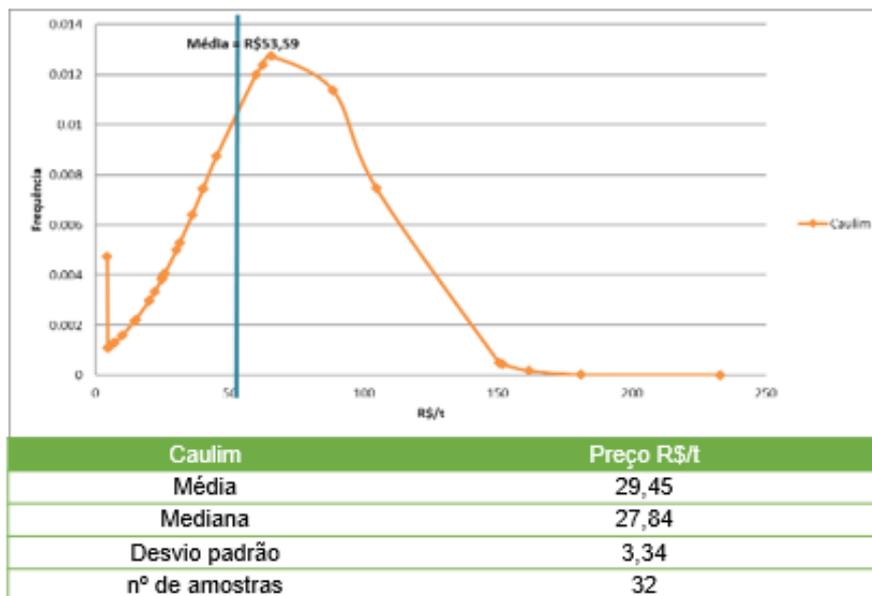
Rotas de comercialização

Segundo o AMBweb (BRASIL, 2016), as rotas de comercialização de caulim, para fora do estado produtor, em 2015, foram: Campo Alegre (SC) até Campo Largo (PR) e São Mateus do Sul (PR); Tijucas do Sul (PR) até Criciúma (SC); e Pântano Grande (RS) até Criciúma (SC).

Preços

A Figura 78 apresenta a análise estatística dos preços de caulim, feita a partir 32 amostras, com média de R\$ 29,45/t, mediana de R\$ 27,84/t e desvio padrão de apenas R\$ 3,34/t.

Figura 78 – Distribuição dos preços de caulim



Fonte: BRASIL (2016)

4.11 Quartzito

Quartzitos são rochas formadas pelo metamorfismo de sedimentos arenosos, constituídos por grãos de quartzo recristalizados e envolvidos ou não por cimento silicoso. Durante o processo de metamorfismo ocorre recristalização dos minerais, devido à pressão e temperatura atuantes sobre os sedimentos originais. Isso faz com que esses tipos rochosos sejam mais coesos e menos friáveis que os arenitos.

Panorama do mercado

O quartzito é utilizado, principalmente, no revestimento de pisos, paredes e fachadas. O produto é comercializado em vários tipos de cortes, como peças irregulares, corte manual, filetes, corte diamantado e blocos de alvenaria. Ainda pode ser usado para pias e móveis.

Em 2014, o quartzito esteve entre as rochas ornamentais mais exportadas do Brasil, juntamente com os granitos. Em relação ao volume exportado em 2013, houve um avanço das vendas de quartzitos foliados no ano de 2014, quando a indústria produziu 0,4 milhões de toneladas, sendo responsável por 4% de toda a produção de rochas ornamentais no país (ABIROCHAS, 2015).

De acordo com o AMBweb (BRASIL, 2016), os principais municípios consumidores de quartzito industrial em 2015, foram: Guararema (SP), Senador Canedo (GO), Queluz (SP) e Nazareno (MG). Em relação ao quartzito ornamental, foram os seguintes municípios: São Thomé das Letras (MG), Castelo do Piauí (PI), Mariana (MG) e Uruoca (CE).

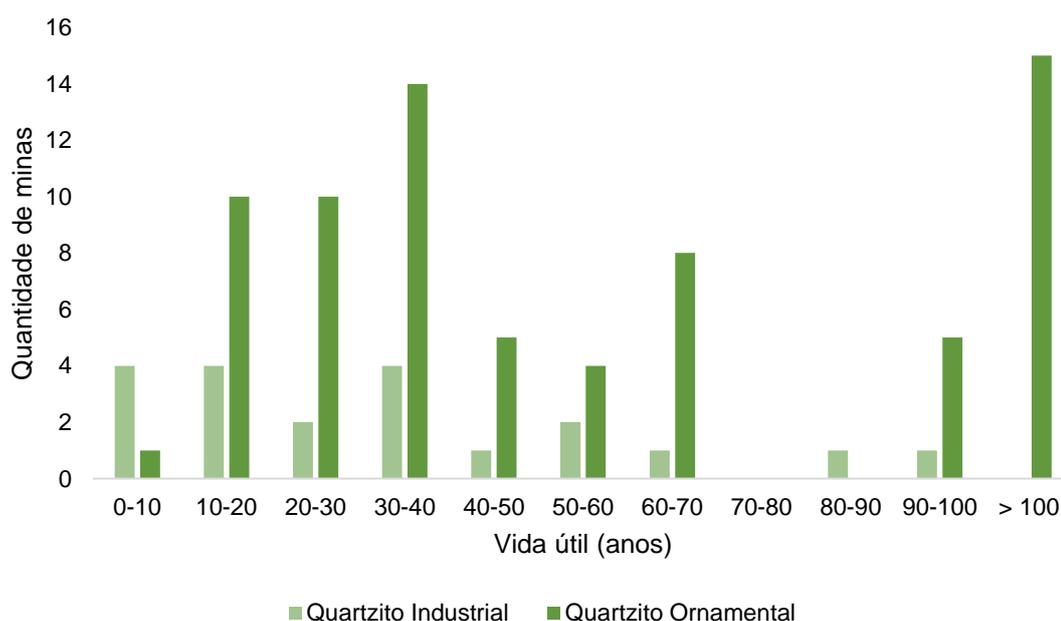
Reservas minerais e vida útil

As reservas medidas de quartzito no Brasil são de cerca de 2,2 bilhões de toneladas, considerando tanto o quartzito ornamental quanto o industrial. O primeiro tipo soma cerca de 1,8 bilhões de toneladas e o segundo chega a 334 milhões de toneladas (BRASIL, 2016).

Os estados com maior participação nas reservas de quartzito ornamental são Minas Gerais (944 milhões), Bahia (466 milhões) e Rio Grande do Norte (279 milhões). Juntos, esses estados respondem por cerca de 88% da produção total (BRASIL, 2016).

Quanto à vida útil, a maioria das minas de quartzito industrial e ornamental tem vida útil de até 70 anos (Figura 79).

Figura 79 – Estimativa de vida útil das minas de quartzito industrial e ornamental

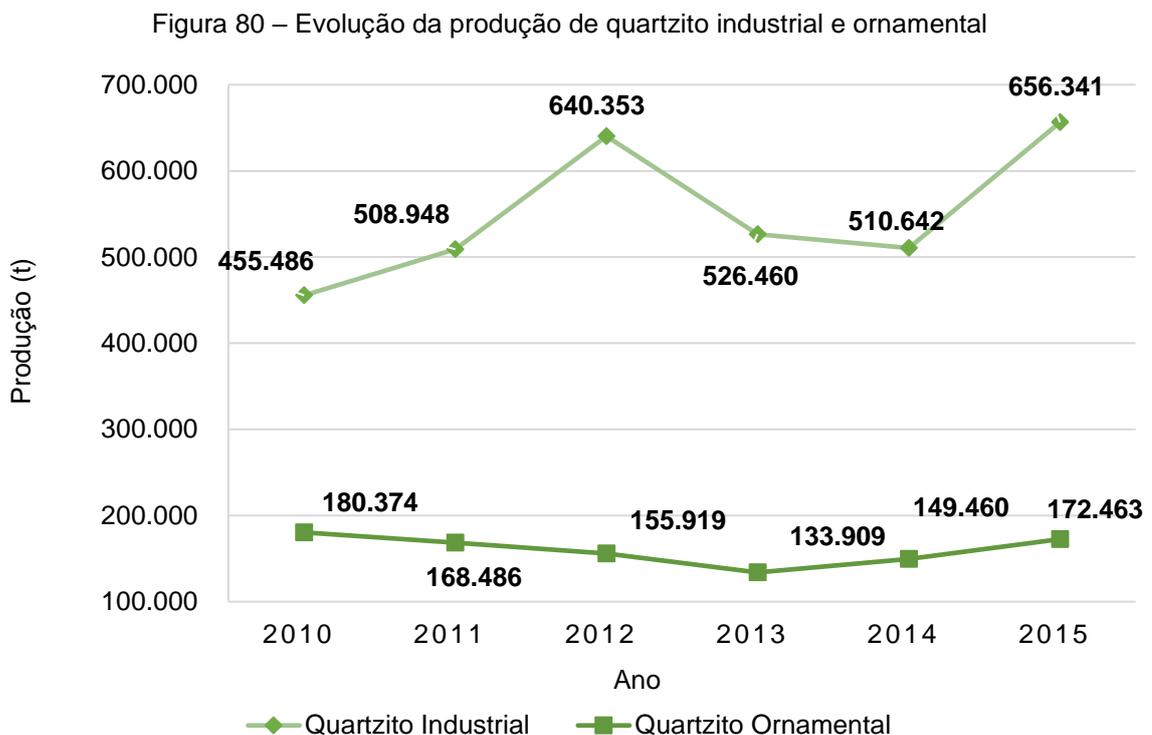


Fonte: BRASIL (2016)

Produção e polos produtores

Os dados apresentados nos sumários minerais do DNPM (de 2011 a 2015), e por Chiodi Filho e Chiodi (2009), indicam que tanto a produção de quartzito como a de ardósia têm apresentado redução nos últimos anos, em função da diminuição das exportações. Em 2008, a produção total de rochas ornamentais foi de 7,8 milhões de toneladas, sendo 600 mil toneladas de quartzito foliado e 200 mil toneladas de quartzito maciço. Em 2010, a produção total de rochas ornamentais foi de 8,9 milhões de toneladas, sendo 630 mil toneladas de quartzito foliado; o quartzito maciço foi contabilizado junto com os demais tipos de rochas. Em 2011, o quartzito foliado correspondeu a 603 mil toneladas, do total de 9 milhões de toneladas, sendo o quartzito maciço novamente tratado com os demais tipos de rochas.

Segundo o AMBweb (BRASIL, 2016), no que diz respeito ao quartzito industrial, houve um aumento na produção no ano de 2012, seguida de uma queda, com recuperação em 2015, quando foram produzidas 656.341 t. Já a produção de quartzito ornamental permaneceu constante entre 2010 e 2012, com leve tendência de crescimento a partir de 2014 chegando a 172.463 t em 2015. A evolução da produção de quartzito industrial e ornamental entre 2010 e 2015 está ilustrado na Figura 80.



Fonte: BRASIL (2016)

Os dados do DNPM para 2015 mostram que as unidades mineradoras de quartzito são classificadas, em sua maioria (88,5%), como operações de micro porte, sendo o restante composto por operações de pequeno porte. Desta forma, o quartzito ornamental brasileiro é produzido, quase em sua totalidade, pela MPE.

Existem diversas iniciativas de organização de produtores de quartzito por meio de APLs. Há cinco APLs dedicadas à produção de quartzito: (i) Quartzito de Alpinópolis (MG), (ii) Quartzito e Pedra Sabão de Ouro Preto (MG), (iii) Quartzito de São Tomé das Letras (MG); (iv) Quartzito de Pirenópolis (GO); e (v) Quartzitos do Rio Grande do Norte e Paraíba (GUERRA, 2016).

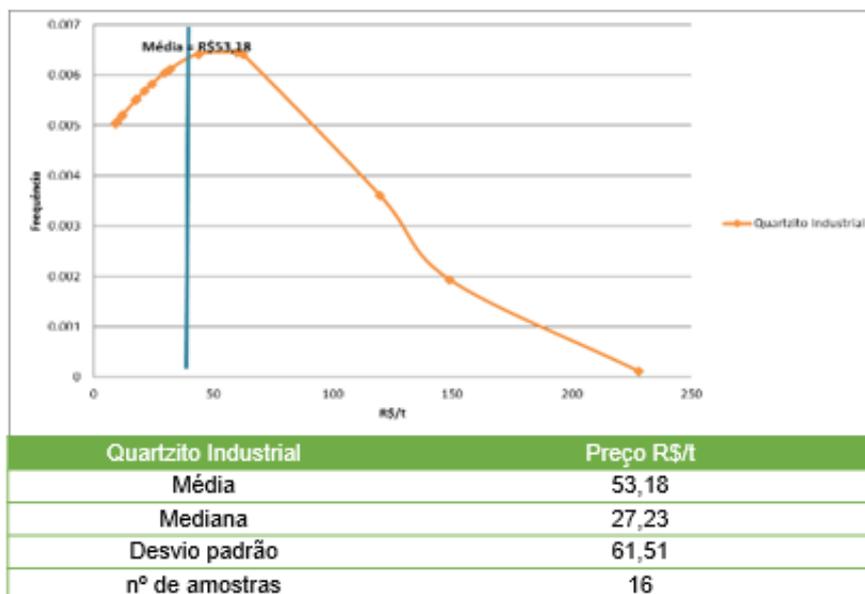
Rotas de comercialização

Segundo o AMBweb (BRASIL, 2016), as principais rotas de comercialização de quartzito industrial, fora do estado produtor, em 2015, foram: Queluz (SP) até Barra Mansa (RJ), Resende (RJ) e Queimados (RJ). No caso do quartzito ornamental, as rotas fora do estado produtor, em 2015, foram: Uruoca (CE) e Massapé (CE) até Serra (ES); Uruoca (CE) até Barra do São Francisco (ES); e Corumbá de Goiás (GO) até São Jose do Rio Preto (SP) e São Paulo (SP).

Preços

A Figura 81 apresenta a análise estatística dos preços de quartzito industrial, feita a partir de 16 amostras, com média de R\$ 53,18/t, mediana de R\$ 27,23/t e desvio padrão de R\$ 61,51/t.

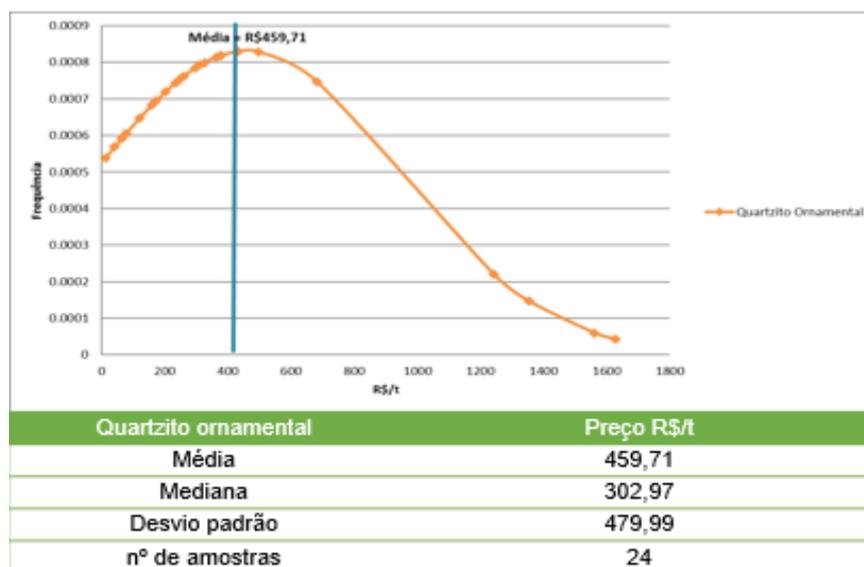
Figura 81 – Distribuição dos preços de quartzito industrial



Fonte: BRASIL 2016

A Figura 82 apresenta a análise estatística dos preços de quartzito ornamental, feita a partir de 24 amostras, com média de R\$ 459,71/t, mediana de R\$ 302,97/t e desvio padrão de R\$ 479,99/t.

Figura 82 – Estatística descritiva dos preços de quartzito ornamental



Fonte: BRASIL (2016)

4.12 Areia industrial

As areias industriais são destinadas à fabricação de vidros, de moldes de fundição, indústria cerâmica e refratários, indústria química e fabricação de ácidos. De acordo com Coelho (2009c), aproximadamente 60% da produção nacional de areia industrial é destinada à fabricação de vidro e de moldes de fundição. Um uso relativamente recente de areia industrial é sua aplicação para o fraturamento hidráulico, na indústria de petróleo e gás.

Panorama do mercado

A produção brasileira de areia industrial teve um importante crescimento nos anos 2000. Partindo-se de uma produção anual de cerca de 5,0 milhões de toneladas no início da década, alcançou o seu auge em 2008, totalizando 7,0 milhões.

Segundo Ruiz et al. (2013) no período de 2001 a 2008, em decorrência do aumento de preços da areia industrial comercializada nas formas bruta e beneficiada, a expansão da produção em quantidade foi de cerca de 30%. Já a queda expressiva na produção, verificada em 2009, refletiu o arrefecimento da economia brasileira, reflexo da crise internacional iniciada no final de 2008.

O consumo de areia industrial tornou-se crescente desde meados de 2009, em função, principalmente, da demanda derivada da indústria automobilística (fundição e vidros planos) e da indústria de construção (argamassa, cerâmicas e vidros). De forma agregada, a demanda por areia industrial no Brasil é ditada principalmente pelos setores da construção civil (36%), sobretudo pelos segmentos de argamassas, vidreiro (24%) e fundição (24%). Os demais 16% correspondem a um número expressivo de segmentos industriais, destacando-se pelo maior consumo as indústrias cerâmicas, cimenteira, e de ferro-ligas, e o uso como material filtrante.

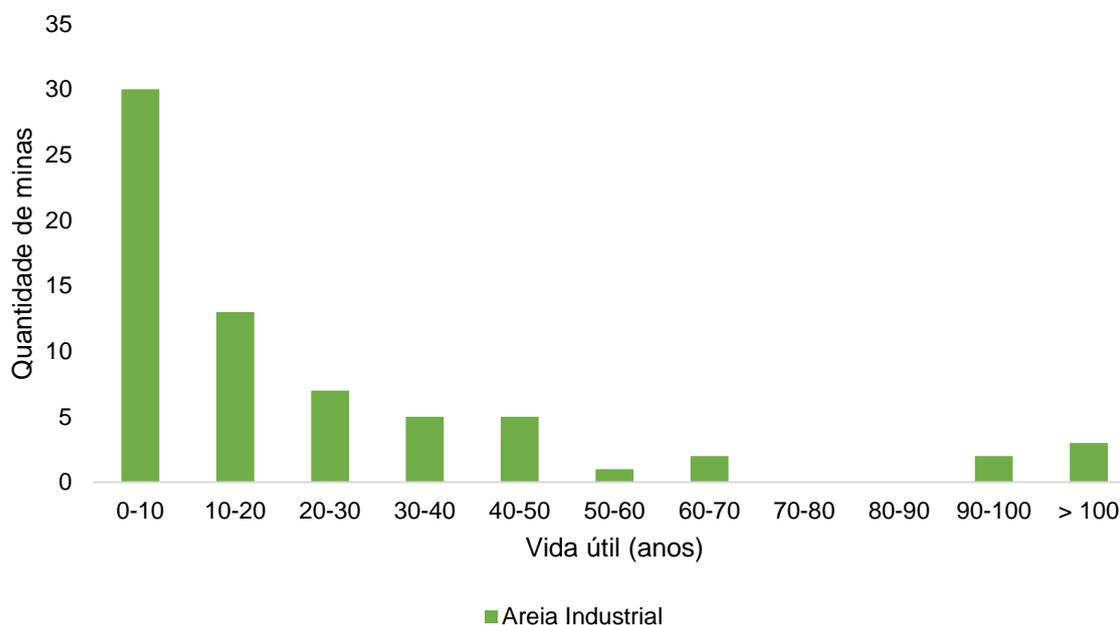
De acordo com o AMBweb (BRASIL, 2016), os principais municípios consumidores de areia industrial são: Descalvado (SP), Analândia (SP), Araquari (SC), São Simão (SP) e Jaguaruna (SC).

Reservas minerais e vida útil

As jazidas mais importantes deste bem mineral estão localizadas no estado de São Paulo, nos municípios de Descalvado, Analândia, Bofete e Itirapina. São Paulo tem as maiores minas em operação, com a atuação de cerca de 10 empresas de grande a médio porte, além de inúmeras empresas de pequeno porte. Dados do Sumário Mineral do DNPM, informam que as reservas medidas em 2014 para o estado de São Paulo, eram de 1,27 bilhões de toneladas (DNPM, 2015). Outros estados detentores de jazidas expressivas são Minas Gerais, Santa Catarina, Bahia, Paraná e Pará, que juntos totalizam 36% das reservas nacionais.

O Anuário Mineral do DNPM (DNPM, 2010) indica que as reservas medidas de areia industrial eram, naquele ano, da ordem de 2.6 bilhões de toneladas. Quanto à vida útil, a maioria das minas de areia industrial tem vida útil de até 50 anos (Figura 83).

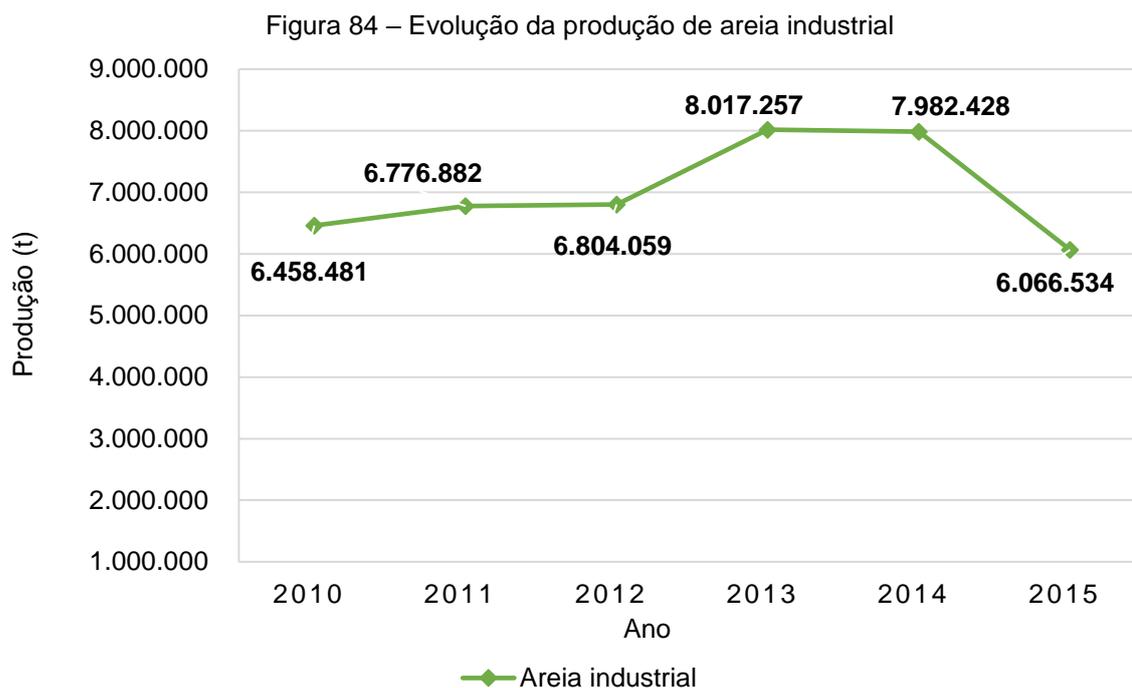
Figura 83 – Estimativa de vida útil das minas de areia industrial



Fonte: BRASIL (2016)

Produção e polos produtores

Segundo o AMBweb (BRASIL, 2016), a produção de areia industrial manteve níveis constante entre 2010 e 2015, tendo apresentando um leve crescimento nos anos de 2013 e 2014. A quantidade comercializada de areia industrial em 2015 foi de 6.066.034 t, como mostra a Figura 84.



Fonte: BRASIL (2016)

Com respeito aos polos produtores, os dados do AMBweb para o ano de 2015 (BRASIL, 2016) mostram que o estado de São Paulo é responsável por 65% da areia industrial comercializada no país, com uma produção de 3.953.318 t, seguido por Santa Catarina, com 17% (1.060.928 t), Paraíba, com 4% (259.203 t) e Minas Gerais, com 4% (248.965 t).

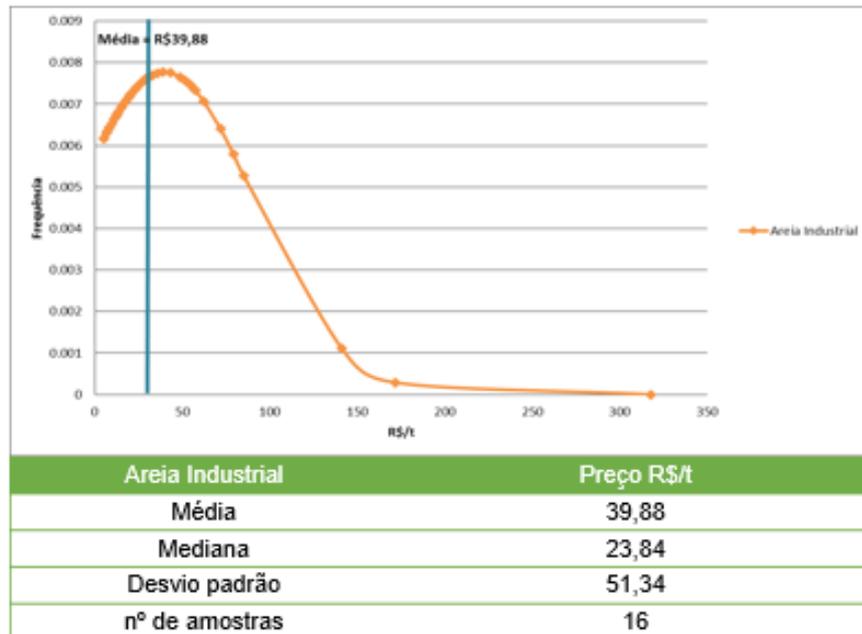
Rotas de comercialização

Segundo o AMBweb (BRASIL, 2016), as rotas de comercialização de areia industrial, fora do estado produtor, em 2015, foram: Mataraca (PB) até Recife (PE), Salvador (BA) e Fortaleza (CE).

Preços

A análise estatística dos preços de areia industrial, feita a partir de 50 amostras, mostra uma média de R\$ 39,88/t, com mediana de R\$ 23,84/t e desvio padrão de R\$ 51,34/t, sendo ilustrada na Figura 85.

Figura 85 – Estatística descritiva dos preços de areia industrial



Fonte: BRASIL (2016)

4.13 Outras rochas ornamentais

O grupo de outras rochas ornamentais é formado por pedra de talhe, pedra-sabão e basalto. Entre as pedras de talhe, há a pedra miracema, que é um gnaisse passível de extração em placas. Já a pedra sabão é uma rocha metamórfica ultramáfica, caracterizada pela ausência de quartzo e feldspato. Esta é relativamente macia e adequada para a fabricação de fornos domésticos, lareiras, pequenos revestimentos, painéis, caçarolas, chapas e grelhas para alimentos e objetos de uso decorativo.

Panorama do mercado

A pedra de talhe, a pedra-sabão e o basalto são consideradas rochas de processamento simples. No caso do basalto, essa rocha pode ser utilizada também para a produção de brita, de uso na construção civil. No estado de São Paulo, segundo o DNPM (2015), 23% das reservas totais de rocha ornamentais, em toneladas, aprovadas até o início de 2013, são de rochas basálticas (basalto e diabásio).

A empresa Basalto Pedreira e Pavimentação Ltda, no ano de 2014, esteve entre as 20 empresas de rochas ornamentais com faturamento acima de R\$ 40 milhões de reais. De acordo com o MME (2012), em 2009, as empresas produtoras de basalto foram responsáveis por uma arrecadação de R\$ 7,5 milhões pelo CFEM, respondendo, assim, por 1% da arrecadação em todo o país.

De acordo com o AMBweb (BRASIL, 2016) os principais municípios consumidores de outras Rochas Ornamentais (Pedra de Talhe, Pedra-Sabão, Basalto etc.), em 2015, são: Quixeré (CE), Caucaia (CE), Nova Prata (RS), Paraí (RS) e Maruim (SE).

Reservas minerais e vida útil

De acordo com o AMBweb (BRASIL, 2016), a maior parte das reservas de brasileiras de outras rochas ornamentais de massa lavrável está concentrada no estado do Rio Grande do Norte (85%), em especial nos municípios de Currais Novos e Equador; reservas mais modestas existem, ainda, nos estados de Minas Gerais (10%), Pernambuco (3%) e Ceará (1%). A Tabela 24 apresenta dados das reservas (t) com massa medida, lavrável, inferida e indicada, referentes ao ano de 2015.

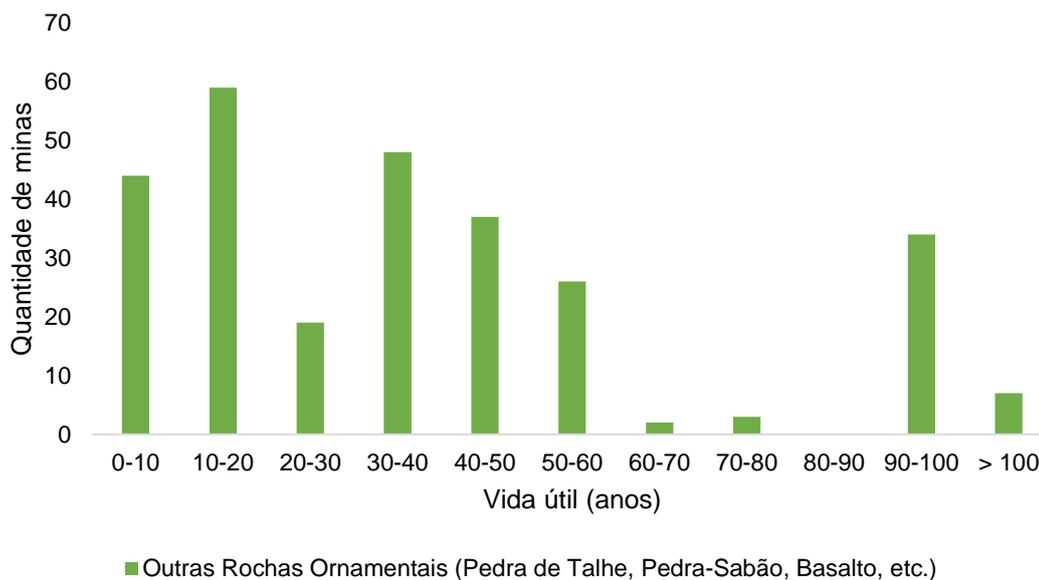
Tabela 24 – Reservas de outras rochas ornamentais no Brasil em 2015

Outras Rochas Ornamentais	Massa Medida	Massa Lavrável	Massa Inferida	Massa Indicada
Reservas (t)	4.621.956.779	4.080.332.108	68.681.096	237.282.331

Fonte: BRASIL (2016)

A vida útil da maioria das minas desse grupo de rochas é de até 60 anos, conforme ilustrado na Figura 86.

Figura 86 – Estimativa de vida útil das minas de outras rochas ornamentais

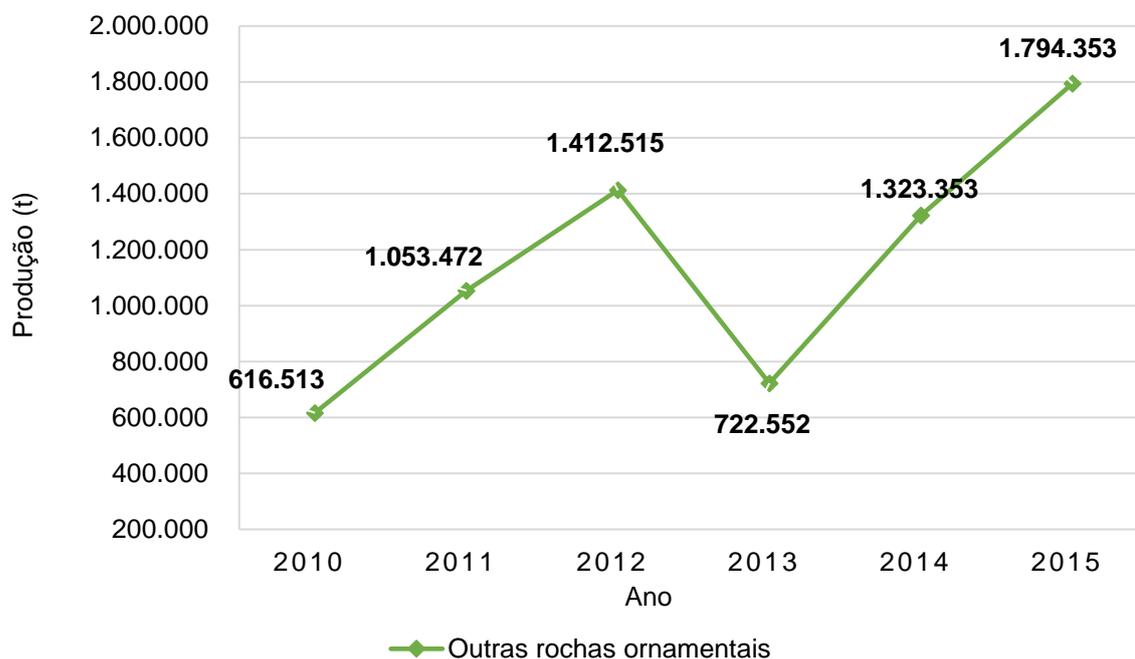


Fonte: BRASIL (2016)

Produção e polos produtores

De acordo com o AMBweb (BRASIL, 2016), a quantidade comercializada de Outras Rochas Ornamentais (Pedra de Talhe, Pedra-sabão, Basalto etc.) apresentou uma tendência de crescimento entre 2010 e 2015, com um período de queda entre 2012 e 2013, como mostra a Figura 87. A quantidade comercializada em 2015 foi de 1.794.353 t.

Figura 87 – Evolução da produção de outras rochas ornamentais



Fonte: BRASIL (2016)

Em relação aos principais polos produtores de outras rochas ornamentais, segundo BRASIL (2016), o Ceará foi responsável por 54% da quantidade comercializada em 2015 (970.391 t), seguido por Rio Grande do Sul com 32% (580.411 t), Paraíba com 4% (75.659 t) e Sergipe com 4% (69.836 t).

Rotas de comercialização

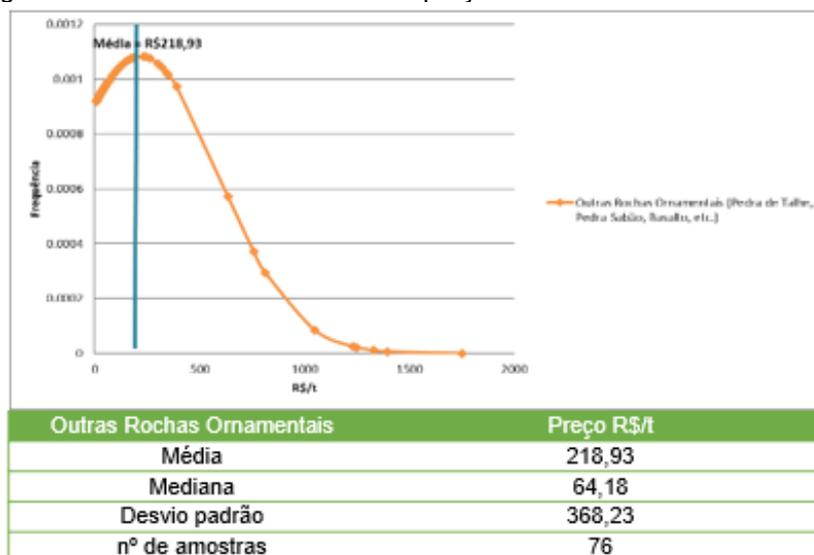
Segundo o AMBweb (BRASIL, 2016), as principais rotas de comercialização de Outras Rochas Ornamentais (Pedra de Talhe, Pedra-sabão, Basalto etc.), fora do estado produtor, em 2015, foram: Mariana (MG) até Cachoeiro de Itapemirim (SC); Equador (RN) até Serra (ES); Piranga (MG) até Serra (ES); São Domingos do Sul (RS) até Chapecó (SC); Veranópolis (RS) até Criciúma (SC).

Preços

A análise estatística dos preços de outras rochas ornamentais (incluindo pedra de talhe, pedra-sabão e basalto), feita a partir de 76 amostras, mostra uma média de R\$ 218,93/t, com mediana de R\$ 64,18/t e desvio padrão de R\$ 368,23/t, sendo

ilustrada na Figura 88.

Figura 88 – Estatística descritiva dos preços de outras rochas ornamentais



Fonte: BRASIL (2016)

5. CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DAS CADEIAS PRODUTIVAS

A seguir, serão apresentadas as principais características tecnológicas das cadeias produtivas por substância mineral. As informações estão agrupadas de acordo com as características tecnológicas da produção, seu processamento e beneficiamento. São também apresentadas informações sobre a origem e destino da produção. Neste capítulo são incluídos, ainda, dois exemplos de APLs.

5.1 Características tecnológicas das cadeias produtivas

A lavra de materiais empregados na construção civil, como areia, brita, argila para cerâmica branca e vermelha, gipsita, entre outros, contribui de maneira significativa para a economia mineral do Brasil. Esses empreendimentos, na maioria de pequeno porte, empregam mão de obra local e possuem uma cadeia de fornecedores, diretos e indiretos, que contribui para o desenvolvimento local e regional.

A produção apresenta grande variação, em função das características das ocorrências e dos aspectos de mercado, relacionados à oferta e à demanda em cada região. Não existe um modelo padrão de características tecnológicas da cadeia produtiva de substâncias não metálicas, mas normalmente a lavra é feita em pequena escala, utilizando métodos mecanizados.

Por serem empreendimentos de pequeno porte, estas pequenas mineradoras apresentam, como características principais, a proximidade com os centros consumidores e a qualidade da matéria-prima, como é o caso do PCSG, no estado de São Paulo, e do Polo Gesseiro do Araripe, nos estados de Pernambuco, Ceará e Piauí.

Argila (vermelha e refratária)

De maneira geral, a lavra e o processamento mineral das argilas são simples e envolvem desmonte (por meio de pás, carregadeiras ou escavadeiras),

desagregação, peneiramento, britagem, moagem e secagem. A lavra é feita em minas a céu aberto, na forma de bancadas, e retroescavadeiras recolhem o material não consolidado. O material é removido em caminhões para pátios onde é feito o trabalho de pré-beneficiamento, quando as argilas são espalhadas nos pátios e a seguir são fragmentadas, homogeneizadas e secas (CHRISTOFOLETTI; MORENO, 2011).

A localização das fábricas é determinante para a implantação deste tipo de empreendimento, uma vez que os custos com transporte podem inviabilizar a sobrevivência do negócio. As empresas atuam em um raio de aproximadamente 250 km para o transporte de produtos. Já na logística de telhas, o alcance é maior, cerca de 500 km, havendo casos de 700 km para telhas especiais.

A priori, o controle mineralógico para as argilas usadas na cerâmica vermelha não é tão rígido e baseia-se, sobretudo, em propriedades físicas e mecânicas das peças. No entanto, sabe-se que tais propriedades são regidas pela composição química e mineralógica das argilas. A plasticidade decorre da presença de matéria orgânica e de determinados argilominerais e dos teores de ferro. Esta mistura também resulta em materiais mais resistentes. Com a queima, as argilas compostas por ilitas vitrificam-se totalmente, proporcionando resistência às peças e sendo conhecidas como taguás (SANTOS, 1992). Além das aplicações de cerâmica vermelha e de cerâmica, as argilas de características pozolânicas podem ser utilizadas, também, como substituto ao cimento Portland. Uma importante vantagem dessa aplicação está associada à redução de emissões de carbono (GEOPOLYMER, 2017).

Areia para construção civil

A areia, resultante do desagregamento natural ou cominuição de rochas com alto teor de sílica, é composta predominantemente por grãos de quartzo, com granulometria entre 0,5 e 0,1 mm (LUZ; LINS, 2008). Quando tem um grau de pureza muito elevado, próximo de 100% de SiO₂, pode ser empregada industrialmente e sendo mais impura e heterogênea, é usada na construção civil.

Areias usadas na construção civil são caracterizadas pelo baixo valor agregado. Por isso, as minas devem situar-se próximas a bons centros consumidores, pois o custo de beneficiamento é alto, não comportando grandes acréscimos ao preço final do produto como decorrência do transporte. Outro ponto a ser considerado é a

disponibilidade de água, já que as operações de beneficiamento possuem um elevado consumo.

A extração de areia de rios é realizada frequentemente com a utilização de dragas, em conjunto com uma etapa de peneiramento. O beneficiamento da areia para a construção civil geralmente segue os seguintes processos: 1) lavagem, 2) classificação, 3) desaguamento e 4) secagem.

Recentemente, diversos mineradores de brita vêm comercializando areia de brita para construção civil. A brita, após extraída, é submetida à desagregação, deslamagem, classificação e desaguamento. O processo gera uma areia de qualidade inferior (devido à forma dos grãos, pouco arredondados), mas cria novas fontes de reserva de areia. O aproveitamento desse subproduto mitiga o impacto ambiental da atividade, pois reduz os depósitos de estéril das operações de brita.

Quanto aos desafios relativos à produção de areia para construção civil, uma alternativa para redução dos custos de beneficiamento é operação de centrais conjuntas de beneficiamento. Um exemplo de sucesso deste tipo de cooperação entre os mineiros da MPE, descrito por Chaves (2012), é a Cooperativa de Areeiros do Rio Ribeira de Iguape, na região sul do estado de São Paulo. Nesta cooperativa há um elevado grau de cooperação entre os diferentes agentes da cadeia produtiva, existindo um relacionamento exemplar da mineração com a comunidade, especialmente quanto aos procedimentos de licenciamento ambiental. Por ser uma região de ecossistemas fluviais, as exigências para o licenciamento ambiental são muito específicas e a comunidade participa ativamente dos processos de licenciamento. Os mineradores desenvolveram iniciativas de colaboração com as comunidades locais, reduzindo e mitigando os impactos ambientais de suas operações e estabelecendo projetos de integração com as comunidades.

No que se refere ao fornecimento de areia para construção civil nas regiões metropolitanas do país, um desafio para a competitividade do setor é o aproveitamento de modais alternativos de transporte, como ferrovias e hidrovias, discutido por Camargo Junior (2000) para a Região Metropolitana de São Paulo.

Brita para construção civil

O termo brita é empregado para definir rochas (granitos, gnaisses, calcário,

dolomito, basalto, entre outros) fragmentadas mecanicamente, em diâmetros variados, inferiores a 100 mm. São utilizadas, principalmente, como lastro de rodovias, na composição do concreto, em pavimentos e gabiões.

No Brasil, cerca de 85% da brita produzida provem de granito/gnaiss, 10% de calcário/dolomito e 5% de basalto/diabásio (VALVERDE, 2001; QUARESMA, 2009b). De acordo com Quaresma (2009b), cerca de 600 empresas produzem brita no país, a maioria empresas familiares, e oferecem 15 mil empregos diretos. Dessas empresas, 60% produzem menos de 200 mil t/ano e apenas 10% mais de 500 mil t/ano.

O custo do transporte da pedreira ao consumidor final, predominantemente rodoviário, é um fator decisivo na definição da viabilidade do empreendimento. Cabe lembrar, ainda, que, mesmo havendo recurso mineral disponível e mercado consumidor, a extração da brita pode vir a não ocorrer devido a restrições legais e ambientais, como, por exemplo, regulamentações locais e outras medidas restritivas específicas de cada região (QUARESMA, 2009b).

A lavra é simples e compreende as seguintes etapas: retirada de capeamento da área, perfuração (em geral por perfuratrizes hidráulicas), desmonte por explosivos e transporte até a usina de beneficiamento por caminhões basculantes. O beneficiamento demanda equipamentos tradicionais como britadores primários de mandíbulas e secundários/terciários (giratórios), além de peneiras.

Os controles químicos e mineralógicos são essenciais para o uso das britas, sobretudo em concreto. Alguns elementos deletérios, como sulfetos/sulfatos, matéria orgânica, sais, zeólitas e argilominerais, podem estar presentes e reagir com o concreto e/ou causar perda de resistência e eficiência (CAVALCANTI e PARAHYBA, 2012). A brita calcária é mais indicada para usos que não necessitem de grande resistência mecânica, por ser mais fragmentada que os granitos e gnaisses. A textura das rochas, influenciada pelo arranjo dos minerais, como por exemplo textura xistosa, conferida por minerais micáceos, pode alterar a resistência das britas ou apresentar uma direção preferencial de fraqueza. A norma ABNT NRB 7389-1:2009 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009) descreve os principais pontos a serem verificados para a utilização de agregados graúdos, principalmente para concreto. Ainda, recomenda-se a realização de ensaios mecânicos como: resistência à ruptura, porcentagem de materiais pulverulentos, umidade e absorção, porosidade, dilatação térmica, entre outros (FREITAS JR, 2013).

A respeito do fornecimento do material de brita para as regiões metropolitanas do País, um desafio para a competitividade é um maior aproveitamento de modais alternativos de transporte, como ferrovias e hidrovias, conforme discutido por Camargo Júnior (2000) para a Região Metropolitana de São Paulo. O mesmo pode ser aplicado ao fornecimento de areia.

Calcário e dolomito

A maioria das extrações de calcário é realizada por meio de lavra a céu aberto. As etapas de lavra incluem remoção do capeamento, perfuração, desmonte por explosivos e transporte até a usina de beneficiamento. De modo geral, a etapa de processamento mineral necessita de britagem e moagem, a depender do produto final desejado. Como britadores, a primeira escolha são os de mandíbulas ou os giratórios para grande produção; outra opção são os britadores de impacto, que apresentam boas relações de redução e capacidade (SILVA, 2009). Peneiramento em circuito fechado também é uma prática usual.

No caso do calcário para fins agrícolas, os processos de beneficiamento mais empregados são: a lavra com utilização de desmonte por explosivos; uma etapa única de britagem em dois ou três estágios; moagem; e classificação. Todo esse processo resulta na produção do calcário magnesiano moído (DNPM, 2013). A rota de processamento é bem simples, contando apenas com britagem e peneiramento. As partículas não devem ser muito graúdas, para que não demorem a se solubilizar; mas também não devem ser finas demais, a ponto de serem arrastadas pelo vento. O CETEM (2008) apresenta como granulometria ideal o material passante em 1,7 mm, com 70% inferior a 0,83 mm e 50% passante em 0,3 mm. O britador mais indicado, nesse caso, é o de impacto, que trabalha muito bem com materiais pouco abrasivos. Com relação ao controle químico, pede-se cerca de 28% de CaO e 16% de MgO.

Um aspecto importante em relação à cadeia produtiva do calcário agrícola é o seu papel significativo para a agricultura e para a cesta básica de alimentos (ABRACAL, 2017). Existem controles da qualidade da produção de calcário para fins agrícolas. A cadeia produtiva, nesses casos específicos, inclui processos de amostragem e análise química dos produtos para assegurar a qualidade do produto entregue ao mercado. Nas visitas de campo do Projeto META MPE, porém, foram

constatados casos em que os micro e pequenos produtores de calcário agrícola não utilizam este tipo de controle de qualidade e acabam distribuindo produtos que não atendem às necessidades de correção de solo. Das 29 operações de calcário visitadas pela equipe, apenas 15 utilizam amostragem e controle por análises químicas nas frentes de lavra.

Gipsita

A extração da gipsita obedece à sequência de limpeza do terreno, decapeamento, perfuração, desmonte com explosivos, carregamento e transporte (BEZERRA, 2009). A lavra é realizada a céu aberto, utilizando métodos e equipamentos convencionais (CETEM, 2008). O processo de beneficiamento consiste em britagem, que pode ser seguida por rebitagem em circuito fechado, com peneiras vibratórias a seco. Normalmente utilizam-se britadores de mandíbulas e moinhos de martelo (CETEM, 2008). O produto da moagem pode passar por uma etapa de secagem, realizada em secadores rotatórios, em temperatura que não ultrapasse 49°C (VELHO et al., 1998).

O processo de calcinação varia de acordo com o tipo de forno utilizado. Basicamente existem quatro tipos: panela, marmitta, rotativo tubular e marmittas rotativas. A calcinação pode ocorrer por via seca ou via úmida e, ainda, ser direta ou indireta: a calcinação direta acontece quando a gipsita entra em contato com os gases de combustão; na calcinação indireta, os gases quentes circulam em cilindros internos por entre o minério.

Rochas ornamentais

Este grupo inclui granito, mármore, ardósia, quartzito, entre outros. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) define que as rochas ornamentais são constituídas por materiais naturais, extraídos a partir de pedreiras sob a forma de blocos com dimensões que normalmente variam entre 5m³ e 10 m³ (FRASCÁ, 2001; LORETI JUNIOR; SARDOU FILHO; CALTABELOTI, 2014).

O principal método de extração é o corte com fio diamantado, tanto para cortes primários de grandes volumes de rocha do maciço, quanto para secundários, que

consistem na subdivisão desses volumes em pranchas, sobre as quais ocorre o esquadrejamento de blocos para volumes de tamanho necessário para poder produzir chapas no beneficiamento (VIDAL; AZEVEDO; CASTRO, 2013).

De acordo com autores citados, além do fio diamantado, utilizam-se para o granito: explosivos, para alguns cortes de desmonte de estéril do maciço e para o esquadrejamento de blocos; perfuração e inserção de cunhas para cortes secundários e esquadrejamento; e argamassa expansiva, para cortes de desmonte.

O beneficiamento depende muito das demandas dos mercados locais e regionais. Por exemplo: no entorno dos grandes centros urbanos, há uma crescente demanda por materiais para construção civil de melhor qualidade para utilização em revestimentos interno e externo de fachadas laterais, pisos, soleiras colunas e pilares. Assim, o produto pode passar por etapas como o esquadrejamento, polimento, lustro, apicoamento ou flameamento (FRASCÁ, 2001). Assim, se faz necessária a aplicação de testes tecnológicos que avaliem sua resistência.

A caracterização tecnológica de rochas ornamentais envolve diversos procedimentos laboratoriais normatizados que, simulando as condições de trabalho desses materiais, buscam medir sua resistência por meio de parâmetros químicos, físicos, mecânicos e petrográficos, que orientarão a escolha e a correta aplicação (VIDAL; AZEVEDO; CASTRO, 2013).

As normas laboratoriais são elaboradas por comissões técnicas ligadas a entidades normalizadoras. No caso das rochas ornamentais estão envolvidas a ABNT, no âmbito nacional, e a American Society for Testing and Materials (ASTM) e o European Committee for Standardization (CEN), no âmbito internacional.

Uma vez lavrados, os blocos são vendidos em forma bruta ou beneficiados em teares de lâminas ou multifio diamantados. Existem três tecnologias de beneficiamento para a serragem de blocos em peças de dimensões apropriadas para os produtos finais: serragem com tear de lâminas de aço para granitos e diamantadas para mármore; talha-blocos de discos diamantados; e tear de fios diamantados. A tecnologia de corte com fio diamantado está substituindo as outras técnicas aos poucos, sendo estimado que, em 2020, um terço dos teares convencionais do parque industrial brasileiro terão sido substituídos por teares multifio (VIDAL; AZEVEDO; CASTRO, 2013).

O país, que estava ampliando seu parque industrial de beneficiamento de blocos, vê a ameaça de que a agregação de valor se desenvolva em outros países com maiores vantagens competitivas, seja por usarem tecnologias mais avançadas, seja por sua política de preços baixos (MME, 2012). Destaca-se que, no ano de 2020, a produção mundial estimada de rochas ornamentais ultrapassará a casa dos 180 milhões de toneladas.

Dada a importância estratégica do setor de rochas ornamentais para as exportações brasileiras, o estabelecimento de um sistema de certificação da produção nacional permitiria maior cooperação entre os agentes da cadeia do setor e aumentaria a competitividade da produção mineral (MACEDO, 2016).

Feldspato, mica e caulim

Na classificação das rochas ígneas da *International Union of Geological Sciences* (IUGS), o mineral feldspato é dividido em dois grupos: o feldspato alcalino e o feldspato plagioclásio (LIRA; NEVES, 2013). Os feldspatos alcalinos são mais comercializados do que os feldspatos plagioclásios e suas aplicações incluem o acabamento de produto cerâmicos e o emprego como aditivo em produtos de acabamento de interiores e exteriores na construção civil.

De modo geral, os métodos de lavra de feldspato são rudimentares. As técnicas de beneficiamento utilizadas são também rudimentares, incluindo a catação manual nas frentes de lavra. Essa situação foi observada durante os levantamentos em campo do Projeto META MPE, principalmente na região pegmatítica da Paraíba e do Rio Grande do Norte, na produção de albita que é uma variedade de feldspato usada no processo de acabamento da cerâmica branca.

Nas operações para extração de albita que utilizam métodos rudimentares, foi observado que o produto é vendido de forma bruta e com baixo valor agregado. A venda é feita para grandes empresas, normalmente fabricantes de cerâmica. No entanto, o mercado para albita beneficiada é estável e oferece preços superiores àqueles praticados atualmente pelos produtores. Com investimentos relativamente baixos e iniciativas de capacitação por meio das cooperativas locais, os produtores poderiam agregar valor ao produto final por meio de processos básicos de beneficiamento, incluindo britagem, moagem, classificação e ensacagem para venda

como aditivo.

A extração da mica para o uso na indústria elétrica e como material de isolamento térmico é feita manualmente. Os processos empregados incluem a lavra sem desmonte por explosivos, peneiramento, concentração gravítica e secagem. O termo “mica” envolve cerca de 30 minerais, dos quais os mais importantes são a muscovita, a biotita, a lepidolita e a flogopita. As considerações aqui registradas referem-se à muscovita. As folhas de muscovita são utilizadas como janelas de fornos de micro-ondas, na fabricação de condensadores e transistores, como isolantes na construção de transformadores e em resistências elétricas (em ferros de passar roupas). A muscovita moída é usada na fabricação de papéis (brilho sedoso), como pigmento perolizado em plásticos e metais e cargas para tintas e plásticos.

Nos pegmatitos, destaca-se a extração da mica em placas, que ocorre como cristais ou aglomerados, na forma de livros. Nos micaxistos, a mica possui menores dimensões. A lavra da muscovita em pegmatitos produz um volume considerável de rejeitos, cujo material é submetido à moagem durante o beneficiamento para retirar cristais de quartzo/feldspato associados à mica. Esse processo produz uma mica de granulação fina, denominada flake.

Nas minas de caulim, os processos utilizados incluem o desmonte sem explosivos, britagem, peneiramento, desaguamento e secagem. As impurezas de ferro e titânio são retiradas do caulim por lixiviação química, por processos de flotação e por separação magnética. Um produto de beneficiamento de alto valor agregado é o caulim calcinado (partículas menores que 2 micrômetros, 1050°C). Como já foi mencionado no subitem 3.8, a equipe de campo observou o uso de lenha da caatinga no processo de secagem e de calcinação na produção de caulim e gesso, sem a adoção de técnicas de manejo florestal. Essa prática foi observada durante as visitas nas regiões de Equador (RN) e Junco do Seridó (PB).

Quartzito

Este bem mineral pode ser utilizado em escadas, fachadas, praças, jardins, ou em qualquer outra aplicação em que seja necessário um revestimento resistente. Além de todas essas aplicações feitas com o material trabalhado, ainda pode-se citar o emprego da rocha bruta e irregular como decoração.

O beneficiamento do quartzito foliado é bastante simples e efetuado, basicamente, pelo corte, manual ou serrado, de lajotas. Está em andamento, contudo, a disseminação de novas tecnologias de processo e diversificação dos produtos comerciais. Na estrutura de comercialização dos quartzitos foliados, as empresas integradas de lavra e beneficiamento são as principais fornecedoras do mercado externo.

Durante as visitas de campo, foi constatado que ainda são usados métodos não mecanizados, baseados na produção por corte manual com cunhas e marretas na lavra. De modo geral, as operações visitadas relataram dificuldades de acesso à tecnologia e a orientações técnicas. Essa situação foi observada especialmente nas visitas realizadas na região do Seridó (PB e RN).

Na região de São Tomé das Letras, verificou-se uma forte tendência ao uso de serviços e equipamentos terceirizados para as operações de lavra e, em alguns casos, do beneficiamento. Em 50% das visitas realizadas, o principal desafio indicado pelos operadores foi o acesso a tecnologias mais eficientes de lavra e beneficiamento de quartzito.

Areia industrial

As areias industriais são lavradas por diferentes métodos, conforme o tipo de depósito. No caso dos depósitos submersos, a lavra é feita por dragas, as quais extraem a areia para secagem e estocagem e a enviam para uma pilha de secagem. Quando o depósito submerso está entremeado a lentes argilosas, a lavra pode ser feita com draglines, que aumentam os custos operacionais e de manutenção, em comparação com as dragas (RUIZ et al., 2013).

A lavra em depósitos aluvionares não submersos é feita a céu aberto, em bancadas, com a extração da areia por retroescavadeiras, seguida de transporte, por caminhões basculantes, para a usina de beneficiamento (CRUZ, 2011; RUIZ et al., 2013).

No que se refere ao beneficiamento da areia industrial, o processamento típico consiste em: lavagem e classificação; atrição e peneiramento (CRUZ, 2011).

A lavagem e a classificação por hidrociclones visam a remoção da fração

granulométrica mais fina, prejudicial ao processo de produção de vidros especiais ou de moldes de fundição, pelo fato de conter alumínio, ferro e álcalis (RUIZ et al., 2013). A atrição consiste em um processo de agitação intensa da polpa, que provoca a remoção da fração fina, agregada à superfície das partículas maiores. Esse processo permite a separação das frações fina e grossa e, como consequência, a obtenção de um material mais puro por meio de peneiramento ou hidrociclonagem.

O peneiramento, por sua vez, consiste na separação por tamanho, separando as frações grossas e finas, para a obtenção de um material com a distribuição granulométrica desejada.

Outros processos de beneficiamento podem ser utilizados de maneira complementar, como a flotação e a separação magnética, buscando reduzir o teor de ferro de parte da areia destinada à fabricação de vidro. A flotação e a separação magnética têm por finalidade a purificação ou remoção de impurezas da areia (RUIZ et al., 2013).

5.2 Destinos da produção

Os dados da origem e do destino das substâncias foram obtidos no sistema AMBweb (BRASIL, 2016) que consolida as informações do RAL. As exportações das substâncias não metálicas, entre 2010 e 2015, e o total comercializado (t) por ano são apresentados na Tabela 25.

Tabela 25 – Quantidades (t) das substâncias não metálicas exportadas entre 2010 e 2015

Substância	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Total
Ardósia	1.380	9.756	1.298	716	-	-	13.150
Areia Industrial	-	-	9.911	-	-	-	9.911
Brita e Cascalho	-	-	-	-	12.899	28.501	41.400
Calcário	2.355	-	-	-	442	2.691	5.488
Caulim	1.498	1.164	1.134	1.149	1.147	1.219	7.315
Granito, Gnaisse e afins	64.363	64.914	143.919	97.586	80.674	124.995	576.451
Quartzito Ornamental	4.744	3.861	1.946	1.654	1.410	1.958	15.573
Mármore e afins	-	-	-	138	302	98	538

Fonte: BRASIL (2016)

Destaca-se que a principal substância exportada foi o caulim, seguida por rochas ornamentais e de revestimento (granito, gnaisse, mármore e afins e quartzito e ardósia). Os principais municípios exportadores e destinos da exportação de não metálicos são apresentados na Tabela 26, para brita, cascalho, calcário e caulim.

Tabela 26 – Destino internacional de brita e cascalho, calcário e caulim, em 2015

Substância AMB*	Município	Estado de Origem	País de destino	Quantidade Comercializada (t)
Brita e Cascalho	Porto Velho	Rondônia	Bolívia	23.621
Brita e Cascalho	Corumbá	Mato Grosso do Sul	Bolívia	4.879
Calcário	Caçapava do Sul	Rio Grande do Sul	Uruguai	2.479
Calcário	Funilândia	Minas Gerais	Chile	213
Caulim	Ipixuna do Pará	Pará	Bélgica	399.370
Caulim	Ipixuna do Pará	Pará	Estados Unidos	233.680
Caulim	Ipixuna do Pará	Pará	Canadá	171.652
Caulim	Ipixuna do Pará	Pará	Finlândia	137.761
Caulim	Almeirim	Pará	País desconhecido	97.835
Caulim	Ipixuna do Pará	Pará	Itália	51.464
Caulim	Almeirim	Pará	Itália	32.481
Caulim	Almeirim	Pará	China	30.175
Caulim	Almeirim	Pará	Espanha	21.147
Caulim	Almeirim	Pará	Japão	13.934
Caulim	Castelo do Piauí	Pará	Japão	12.343
Caulim	Castelo do Piauí	Pará	Espanha	10.879
Caulim	Castelo do Piauí	Pará	África do Sul	3.055
Caulim	Castelo do Piauí	Pará	Argentina	2.815
Caulim	Castelo do Piauí	Pará	México	1.255

* Note-se que nem todas as substâncias não metálicas, objeto deste relatório, têm informações disponíveis no sistema AMBweb sobre exportação.

Fonte: BRASIL (2016)

Para as substâncias brita e cascalho, nota-se que pequena quantidade é exportada à Bolívia a partir de Mato Grosso e Rondônia, estados que fazem fronteira com esse país. Ainda, uma quantidade muito pequena de calcário é enviada ao Chile a partir de Minas Gerais. As exportações destinadas ao Uruguai, em 2015, foram produzidas no Rio Grande do Sul.

Quanto ao caulim, 84% das exportações foram produzidas em Ipixuna, no Pará,

e correspondem à produção da empresa Imerys, que opera uma mina de grande porte de caulim nesse município. Os maiores compradores são Bélgica, Estados Unidos e Canadá. Para rochas ornamentais, a Tabela 27 apresentam os destinos internacionais em 2015. Cabe mencionar que, em muitas instâncias, o destino das exportações não consta do sistema AMBweb.

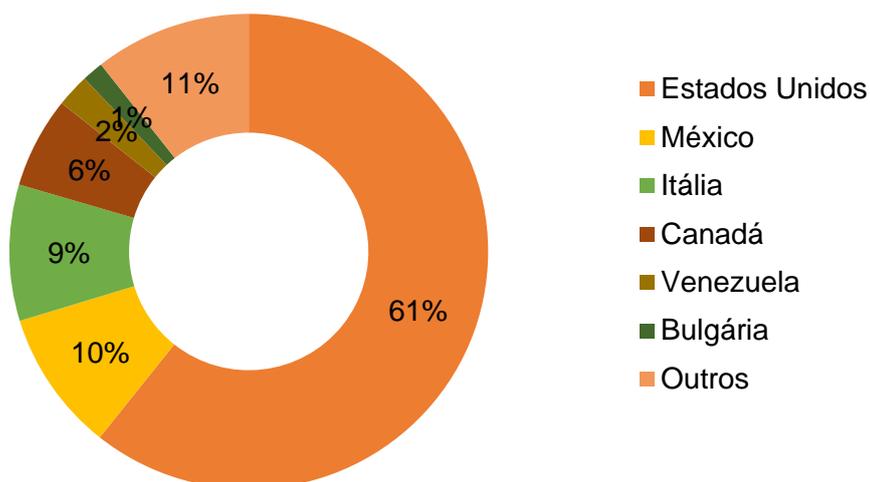
Tabela 27 – Destino internacional das rochas ornamentais brasileiras em 2015

Orig.	Destino	Quant. (t)	Orig.	Destino	Quant. (t)
BA	Não informado	15.866	ES	Porto Rico	174
CE	Não informado	6.790	ES	Portugal	24
ES	Argentina	458	ES	República Dominicana	447
ES	Bulgária	1.826	ES	Romênia	210
ES	Canadá	7.849	ES	Suíça	63
ES	Chile	761	ES	Trinidad e Tobago	185
ES	China	122	ES	Turquia	1.076
ES	Colômbia	771	ES	Venezuela	2.857
ES	Coréia do Sul	858	MG	Não informado	14 0217
ES	Costa Rica	674	PB	Colômbia	24
ES	Emirados Árabes Unidos	1.219	PB	Estados Unidos	1.627
ES	Equador	1.411	PB	México	218
ES	Estados Unidos	75.480	PB	Não informado	7.324
ES	Hong Kong	147	PE	Não informado	16.538
ES	Irã	530	PI	Chile	492
ES	Itália	11.774	PI	Espanha	254
ES	Jamaica	1.454	PI	Kuwait	197
ES	México	10.950	PI	México	1.015
ES	Não informado	170.819	PI	Não informado	300
ES	Nigéria	464	RN	Não informado	14.671
ES	Peru	174	RS	Não informado	3.497
ES	Polônia	17	SP	Israel	1.246

Fonte: BRASIL (2016)

A Figura 89 mostra, os países que mais importaram rocha ornamental brasileira em 2015, destacando-se os Estados Unidos com 61%, seguido do México (10%) e Itália (9%).

Figura 89 – Destino internacional da rocha ornamental brasileira em 2015



Fonte: BRASIL (2016)

Segundo a ABIROCHAS (2018), o Brasil exportou rochas ornamentais para 117 países no ano de 2017. Os três principais destinos foram EUA, China e Itália. As exportações para os EUA, dominadas por chapas, somaram USD 692,3 milhões e o preço médio dessas exportações evoluiu de USD 690/t em 2016 para USD 700/t em 2017. As exportações para a China, dominadas por blocos, somaram USD 136,2 milhões em 2017. A participação da China, no total do faturamento das exportações brasileiras de rochas, evoluiu de 8,6% em 2015 para 11,5% em 2016 e 12,3% em 2017.

A análise das informações de origem e destino indica que foram movimentados 622 milhões de toneladas de substâncias em 2015 (BRASIL, 2016). Dados sobre a produção, exportação e consumo por estado, em massa, são apresentados na Tabela 28.

Tabela 28 – Série histórica de 2010 a 2015 de produção, exportação e consumo por estado

Estado	Produção (t)					Exportação (t)					Consumo (t)							
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2010	2011	2012	2013	2014	2015
AC	154.289	128.873	110.447	258.108	254.288	87.069	-	-	-	-	-	-	154.289	128.873	143.847	284.205	250.580	89.615
AL	343.163	832.313	719.454	1.005.604	1.598.087	2.419.258	-	-	-	-	-	-	2.205.524	3.086.663	3.019.472	3.086.598	3.395.947	2.422.780
AP	1.087.696	926.433	529.487	389.543	531.402	752.307	738.195	507.339	-	-	-	-	1.219.072	1.092.167	1.079.117	714.204	1.109.873	752.307
AM	1.247.240	1.694.467	1.363.936	1.062.654	928.104	994.216	-	-	-	-	-	-	1.539.448	1.997.338	1.646.804	1.643.901	1.514.362	994.216
BA	1.965.652	3.124.087	4.308.402	3.527.501	5.410.250	16.529.672	4.483	7.993	7.007	14.637	24.578	15.866	10.727.398	13.094.020	15.313.597	14.649.130	18.548.029	16.795.235
CE	4.032.321	4.536.953	4.920.744	4.629.293	7.032.861	13.076.251	10.148	5.897	739	4.528	1.052	6.790	10.258.635	11.286.850	11.928.512	12.190.165	14.372.326	14.418.871
DF	977.087	2.860.439	3.081.228	3.366.097	3.151.450	9.499.958	-	-	-	-	-	-	8.648.086	9.139.874	10.592.551	12.957.735	11.879.925	9.731.479
ES	5.433.814	6.632.108	6.926.475	7.457.754	9.318.865	12.685.025	20.645	41.198	114.520	170.343	236.847	292.796	11.378.010	13.857.979	15.934.923	16.292.739	16.898.098	13.432.487
GO	4.863.878	5.244.596	4.161.775	3.063.211	5.061.339	135.500.782	45	-	-	-	-	-	16.901.842	19.283.466	22.068.578	114.905.025	21.852.238	136.629.738
MA	3.059.856	3.212.797	3.728.349	3.701.652	4.009.538	6.299.629	-	-	-	-	-	-	4.451.012	5.140.483	13.888.855	13.626.768	7.398.926	6.324.967
MT	1.573.925	1.930.894	3.355.912	2.801.076	2.460.115	15.218.029	-	-	-	-	-	-	9.493.092	14.491.421	15.186.813	17.093.655	16.502.921	15.471.180
MS	2.095.740	2.430.647	2.573.166	2.586.563	2.652.197	10.091.778	-	-	-	-	-	4.879	10.222.699	10.589.802	9.978.890	11.114.411	11.463.376	10.540.873
MG	7.693.145	11.704.428	13.430.762	15.353.005	22.049.448	80.110.516	122.069	116.373	90.420	183.619	157.552	141.046	64.857.257	76.145.612	76.184.894	82.049.256	97.650.145	87.739.228
PA	1.888.720	2.037.208	3.140.761	3.142.135	3.307.961	8.311.194	-	-	-	-	-	-	4.682.697	6.231.168	6.756.917	7.309.973	7.093.592	9.060.689
PB	1.458.639	1.589.820	1.919.272	1.919.363	1.537.626	6.978.215	4.590	4.581	1.495	6.524	6.388	9.194	5.226.931	5.047.952	5.988.784	6.206.003	5.596.929	7.086.769
PR	18.608.802	31.304.106	32.199.002	19.240.714	13.860.799	47.802.467	434	-	-	-	-	-	53.594.699	69.907.560	59.574.728	52.840.446	46.653.774	49.809.896
PE	3.920.448	4.684.025	4.524.033	4.100.139	5.885.538	9.364.005	18.343	19.848	12.326	12.643	7.140	16.538	11.447.207	14.216.121	14.812.545	14.694.396	31.723.548	9.480.500
PI	751.413	1.281.434	1.887.437	2.046.434	1.853.177	2.154.133	926	164	316	551	95	2.258	2.501.496	2.637.674	3.182.149	3.428.634	3.207.930	2.120.520
RJ	16.606.924	14.990.584	16.887.258	19.547.912	15.016.734	33.994.760	-	-	-	-	-	-	37.998.719	37.526.513	167.693.966	41.994.427	44.090.044	34.599.783
RN	874.592	921.611	1.306.251	3.807.716	4.517.823	3.699.052	8.433	4.572	5.699	13.545	19.220	16.146	1.685.513	2.205.260	2.282.908	7.091.035	5.889.675	3.726.606
RS	12.293.764	15.833.922	17.183.533	15.672.134	12.425.373	33.751.955	3.748	-	2.304	2.961	3.586	5.976	34.146.017	41.521.364	44.941.971	44.844.403	42.583.436	39.411.128
RO	859.606	1.161.113	1.475.457	1.013.574	1.104.938	1.765.597	-	-	-	-	-	23.621	3.015.481	2.607.215	2.416.701	2.100.026	2.602.203	1.816.371
RR	205.645	361.943	494.929	424.821	357.006	453.907	-	-	-	-	-	-	327.036	407.329	494.966	740.174	508.103	453.907
SC	7.436.218	8.785.135	10.217.635	13.169.430	10.718.235	29.098.390	-	55	-	-	-	157	22.724.664	27.681.247	31.878.686	34.722.690	35.063.546	31.777.708
SP	23.765.190	28.156.737	29.784.961	30.398.936	44.440.264	131.710.564	-	-	-	-	-	1.246	137.741.310	144.501.177	146.168.585	154.134.060	160.338.011	142.660.459
SE	4.342.744	3.507.901	3.409.467	2.085.398	2.143.055	7.331.927	-	-	-	-	-	-	9.994.229	9.680.561	9.030.650	8.035.290	7.538.990	7.428.642
TO	1.941.481	393.329	419.276	425.410	4.760.407	4.552.432	-	-	-	-	-	-	5.367.686	3.819.612	4.804.328	4.818.508	10.048.137	4.951.697

Fonte: BRASIL (2016)

Podem ser destacados os seguintes aspectos:

- a) 232 milhões de toneladas têm origem e destino no mesmo município;
- b) 128 milhões de toneladas têm origem e destino no estado de São Paulo;
- c) 121 milhões de toneladas têm origem e destino no estado de Goiás;
- d) 50% da produção de Tocantins vai para outros estados;

Destaca-se ainda, que o estado do Acre depende da produção de outros estados, pois 576.799 toneladas (87% do consumo total) de substâncias não metálicas são produzidas em outros estados.

Além disso, observa-se um aumento expressivo da produção de não metálicos em mais de 50% dos estados brasileiros no ano de 2015, com destaque para o estado de Goiás (aproximadamente 27 vezes maior do que a produção de 2014).

Como já comentado anteriormente, os dados do AMBweb são auto declaratórios e podem conter inconsistências. Outras possíveis fontes oficiais de dados que possam explicar os aumentos de pelo menos 3 vezes na produção, como o Sumário Mineral 2016 Ano Base 2015, ainda não estão disponíveis.

5.3 Arranjo Produtivo Local (APL) de base mineral a substâncias não metálicas

Os APLs vêm sendo implementados no Brasil desde o início do século XXI, como resultado de um esforço do Governo Federal para dar um novo olhar do espaço econômico associados aos agentes econômicos, políticos e sociais que leva em consideração as especificações regionais e locais dos que atuam nas atividades produtivas, entre elas, está o setor mineral que impulsiona o desenvolvimento regional.

Segundo o Grupo de Trabalho Permanente (GUERRA, 2016), um APL se caracteriza por um número significativo de empreendimentos e de indivíduos, que atuam em torno de uma atividade produtiva predominante e que compartilham formas percebidas de cooperação e algum mecanismo de governança, podendo incluir micros, pequenas, médias e grandes empresas.

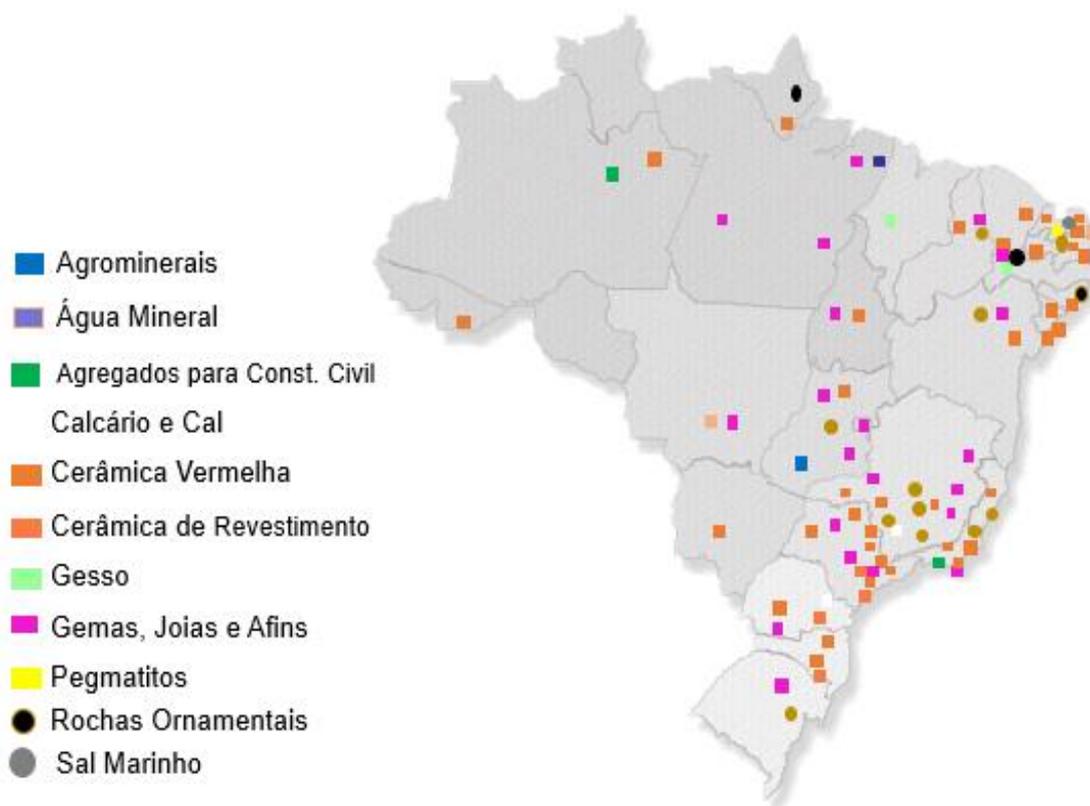
No contexto da mineração, os APLs de base mineral são conjuntos de empreendimentos e de indivíduos, localizados em um mesmo território, atuando em uma cadeia produtiva que tenha como base a atividade extrativa e de transformação mineral. No entanto é importante que se faça uma revisão conceitual e da política de APLs de base mineral, avaliando a efetividade da política para o setor de mineração.

O diferencial competitivo dos APLs pode ser potencializado por meio de interações entre os agentes empresariais da cadeia produtiva industrial e com a participação de organismos externos (governo, associações empresariais, instituições de crédito, ensino e pesquisa). Tal potencialização resulta em economias externas de longo alcance e tende a beneficiar todos os negócios associados localmente (CABRAL JUNIOR, 2008).

Para a equipe do Projeto META MPE, o desafio para o APL é estabelecer, entre os participantes do arranjo, uma cultura de “pertencimento” ao local, o que implica colocar o seu empreendimento a serviço de um projeto coletivo de desenvolvimento regional (ver Relatório 3, Socioeconômico e Ambiental da Mineração em Pequena Escala).

Os APLs estão distribuídos por todas as regiões brasileiras. A região sudeste tem 35% do total de APLs, seguida pelo Nordeste (32%), Norte (13%), Centro-Oeste (10%) e Sul (10%), como mostra a Figura 90.

Figura 90 – Distribuição de APLs de base mineral no Brasil



Fonte: Guerra (2016)

No total, existem 88 APLs de base mineral cadastrados na Rede APLmineral, divididos em: agrominerais (1), água mineral (2), agregados para construção civil (2), calcário e cal (3), cerâmica vermelha (38), cerâmica de revestimento (4), gemas, joias e afins (20), gesso (2), pegmatitos (1), rochas ornamentais (14) e sal marinho (1). Em números de empregos diretos, isso representa cerca de 63% do total do setor mineral (GUERRA, 2016).

A seguir, são apresentados dois exemplos de APLs de base mineral.

5.3.1 Arranjo Produtivo Local (APL) de rochas ornamentais no Espírito Santo

A produção de rochas ornamentais no ES teve início na década de 1950 com a descoberta das primeiras jazidas de mármore em Cachoeiro do Itapemirim e entorno. A atividade experimentou grande crescimento na década de 1990, alavancada pela alta demanda internacional e pela introdução do fio diamantado no corte da rocha. No final do século XX, o Brasil havia deixado de ser um exportador de blocos de rochas ornamentais, para se tornar exportador de chapas polidas, gerando um significativo aumento no valor agregado do produto comercializado (CASTRO et al., 2011).

Atualmente, 66 dos 78 municípios capixabas mantêm alguma atividade associada à produção de rochas ornamentais. A atividade de extração se encontra disseminada no estado, mas há predominância da lavra de mármore no sul e de granito no norte. O beneficiamento, ou seja, a produção de chapas polidas, ocorre principalmente no sul do estado, em Cachoeiro do Itapemirim e entorno, embora haja um parque de beneficiamento no norte, em Nova Venécia e entorno. A produção de rochas ornamentais representa 7% do PIB capixaba, com cerca de 2.500 empresas gerando, aproximadamente, 130 mil empregos diretos e indiretos. Segundo a Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais (ABIROCHAS), o Espírito Santo respondeu por 63% das exportações brasileiras de rochas ornamentais em 2009, com uma produção de cerca de 2,2 milhões de toneladas (CASTRO et al., 2011; MARCON; PEITER, 2011).

O aproveitamento de material lavrado é estimado em 30%. Além disso, dos blocos enviados ao beneficiamento, cerca de 25% são transformados em rejeitos finos. O Instituto Estadual de Meio Ambiente (IEMA) regulamentou a destinação dos rejeitos finos, que devem ser dispostos em leitos de secagem impermeabilizados. Outros impactos ambientais da atividade são o visual, o sonoro, a disseminação de poeira no ar e a degradação das estradas. A utilização dos rejeitos da atividade tem sido estudada para a geração de subprodutos que podem ser utilizados em diversos setores, como o cerâmico, o vidraceiro e o de argamassas. A preocupação do setor com o impacto ambiental da atividade é recente. Segundo o IEMA, 60% dos empreendimentos estavam em situação irregular em 2007 (CASTRO et al., 2011).

Somente a partir da década de 1990 é que a preocupação com acidentes de trabalho na produção de rochas ornamentais no estado passou a se tornar prioridade. Entre 1996 e 2004, ocorreram 73 acidentes fatais no setor, no estado, principalmente associados às atividades de transporte e movimentação dos blocos e das chapas (MOULIN, 2006).

Em 2011, o Centro de Tecnologia Mineral, Núcleo Regional do Espírito Santo (CETEM-ES), desenvolveu um estudo para caracterizar esse APL. Nesse estudo, foram realizadas 541 entrevistas com a população de municípios mineradores (Cachoeiro do Itapemirim no sul do estado e Barra de São Francisco, Nova Venécia e Vila Pavão no norte) e de municípios de entorno (Jerônimo Monteiro no sul e São Domingos do Norte no norte), de forma a analisar os impactos econômicos, sociais e ambientais decorrentes do arranjo implementado para a produção de rochas ornamentais no estado (CASTRO et al., 2011).

A equipe do Projeto META MPE visitou, entre 28 de novembro e 2 de dezembro de 2017, 12 operações de produção de blocos de rocha ornamental no Espírito Santo, sendo 5 operações de mármore em Cachoeiro do Itapemirim, no sul do estado, e 8 de granito em Colatina, Barra de São Francisco e Vila Pavão, no norte do estado. Em média, as operações de mármore estão em atividade há 32 anos e as de granito há 18 anos. Todas operam a céu aberto, atuando em regime de concessão de lavra, apresentam boas condições de segurança ocupacional e têm licença de operação (LO) ativa. Na região de Cachoeiro do Itapemirim não foram identificadas lavras ilegais de mármore, mas em Barra de São Francisco foram observados operações ilegais de granito.

Nas operações visitadas, tanto Cachoeiro quanto no norte do estado, a produção é beneficiada pelo próprio minerador ou é vendida para uma empresa que beneficia os blocos. A maior parte do mármore é beneficiada em Cachoeiro do Itapemirim e boa parte das chapas produzidas é exportada. O escoamento da produção ocorre por caminhões. O acesso à região é bom, por meio de boas estradas, mas as estradas vicinais não pavimentadas estão em más condições de conservação. Muitos produtores locais são membros do Sindicato da Indústria de Rochas Ornamentais, Cal e Calcários do Espírito Santo (SINDIROCHAS), muito atuante no estado, apoiando iniciativas comerciais, técnicas e de treinamento, contribuindo assim para a integração entre fornecedores e consumidores.

Segundo os mineradores, o principal entrave ao negócio é a morosidade do órgão ambiental do estado, o IEMA. O principal desafio técnico, identificado pelos técnicos do projeto, foi a dificuldade no entendimento do comportamento das fraturas e descontinuidades nos maciços, seu impacto no avanço da lavra e na produtividade das operações. Foram observados inúmeros blocos não aproveitados e espalhados pelas áreas de mineração. Em suma, os maiores desafios às operações dizem respeito ao conhecimento geológico e ao licenciamento ambiental.

O estudo do CETEM-ES mostra que todos os indicadores socioeconômicos dos municípios estudados apresentaram melhoria significativa desde o início do século XXI. É importante considerar que, nesse período, o nível de desenvolvimento social e econômico aumentou e a desigualdade diminuiu em todo o país. Ainda assim, tanto o estudo do CETEM-ES quanto o Projeto META MPE deixam patente o papel fundamental da mineração de rochas ornamentais na melhoria dos indicadores socioeconômicos no Espírito Santo. Por outro lado, a população não percebe ações de responsabilidade social por parte das empresas, nem um retorno para a comunidade dos impostos arrecadados com a mineração. Em geral, os principais impactos negativos percebidos pela população são a geração de poeira e os acidentes decorrentes da degradação das estradas (CASTRO et al., 2011).

O poder público pode contribuir para o aumento da produtividade do setor por meio das seguintes medidas:

- a) provimento de maior apoio técnico ao APL da região Sul no Brasil;
- b) agilização da atuação do IEMA; e
- c) asfaltamento e conservação das estradas vicinais.

Essas medidas têm o potencial de intensificar os benefícios econômicos e sociais que o APL de rochas ornamentais já proporcionou às comunidades mineiras e seu entorno, no estado do Espírito Santo.

Nesse sentido, deve-se considerar, como sendo de extrema importância, o engajamento do setor, da sociedade, dos municípios e do governo do estado para que sejam consolidadas as vantagens e as oportunidades, tanto para o setor, como para as comunidades onde está instalado o maior polo produtor de rochas ornamentais do estado do Espírito Santo (MACEDO, 2016).

5.3.2 Arranjo Produtivo Local (APL) do Polo Cerâmico de Santa Gertrudes (PCSG)

Localizado em posição privilegiada da porção centro-sudeste do estado de São Paulo, o PCSG conta com a proximidade de grandes centros urbanos e, portanto, dos grandes centros de consumo. Abrange os municípios de Araras, Charqueada, Cordeirópolis, Leme, Limeira, Piracicaba, Rio Claro e Santa Cruz da Conceição (CHRISTOFOLETTI; MORENO, 2011), e agrega, em uma mesma área, além da já consagrada produção de cerâmica vermelha, também a produção de argila refratária (cerâmica branca), areia industrial, areia para construção civil, rocha para brita, calcário e água mineral (LORETI JUNIOR; SARDOU FILHO; CALTABELOTI, 2014). Além de sua localização geográfica, servida por ampla e excelente rede viária, o PCSG apresenta, como principal atrativo, matéria prima de alta qualidade, que dispensa o uso de misturas de argilas, feldspato, carbonatos e outros. A excepcional qualidade de suas argilas permite o processamento a seco da matéria-prima, que é apenas moída e/ou desagregada, eliminando custos com secagem do material e manuseio.

A grande maioria das indústrias de revestimento cerâmico da região utiliza apenas matéria-prima da Formação Corumbataí, composta principalmente por sequências de argilitos ricos em carbonatos de cálcio e arenitos finos, com filossilicatos. Cabe destacar que o filossilicato *ilita* é responsável, nas argilas cerâmicas, pela resistência e plasticidade das peças (MORENO et al., 2012).

Christofoletti e Moreno (2011) destacam que, no PCSG, muitas vezes há falhas no acompanhamento técnico do plano de lavra e conhecimento/caracterização apropriada da matéria-prima, o que tem resultado no mau aproveitamento do recurso mineral e em problemas de impacto ambiental. Para esses autores, os problemas mais críticos ocorrem durante os estágios de extração e pré-beneficiamento, durante os quais os finos presentes no material podem, em períodos de chuva, ser arrastados para a rede de drenagem, causando turbidez e perda de qualidade da água de abastecimento da região. Também ocorre a contaminação do ar por particulado, agravada em períodos de estiagem.

Cabe destacar a importância dos estudos mineralógicos e tecnológicos para a

otimização do adequado aproveitamento de uma matéria-prima que não é renovável. É importante pensar no aproveitamento de materiais não tão nobres, mas, que se forem misturados a outros, podem alcançar excelência em especificações ou até mesmo melhorar o desempenho dos produtos fabricados, em termos de resistência, qualidade e outros.

O beneficiamento a seco implica no já mencionado impacto na qualidade do ar. A mudança para um beneficiamento a úmido concorre para a redução deste tipo de impacto e pode trazer melhorias na recuperação da matéria-prima. Entretanto, hoje e cada vez mais, o uso de água em processos industriais precisa ser controlado, com alto grau de reuso.

6. SÍNTESE DAS DISCUSSÕES

Para a elaboração do presente diagnóstico foram visitadas 338 unidades produtoras de minerais não metálicos, em um universo de 8.381 unidades produtoras que declararam RAL em 2015, representando 4% desse total. A amostra utilizada neste estudo inclui operações em 23 estados da União, cobrindo as principais regiões produtoras de minerais não metálicos do Brasil.

No Relatório 7 (Banco de Dados Georreferenciado) encontra-se uma seção complementar intitulada Destaques das Campanhas de Campo, que contém aspectos relevantes encontrados pela equipe ao longo das 35 campanhas de campo do Projeto, incluindo observações e comentários qualitativos.

A seguir são apresentados os principais pontos de discussão gerados a partir dos dados primários das substâncias não metálicas.

O método de lavra mais comum nas operações de não metálicos visitadas é a céu aberto, utilizado em 78% das visitas (265 operações), seguido pelo método de lavra subaquática (20%, ou 65 operações). Apenas 1% (4 operações) utiliza o método de lavra subterrânea. Algumas operações visitadas (1%, ou 4 operações) utilizam mais de um método de lavra (céu aberto e subaquática). Os dados obtidos indicam que a maioria das operações de substâncias não metálicas da MPE é realizada a céu aberto. Especificamente na produção de areia para construção civil, 69 das 173 unidades visitadas (40%) utilizam método de lavra subaquática, o que se deve ao baixo custo do método de dragagem.

Quanto ao controle geológico (ver Figura 39), a maioria das operações (68%) utiliza controle visual nas frentes de lavra e 12% não utilizam nenhum método de controle geológico. Por outro lado, 13% das operações utilizam sondagens, principalmente nas operações de calcário e de argila. As demais (7%) utilizam métodos de amostragem sem sondagem nas frentes de lavra ou a partir dos furos de produção.

No caso dos calcários para fins agrícola e argilas para cerâmicas de revestimento, as exigências quanto à qualidade do produto final levaram à necessidade de um maior controle geológico da jazida, razão para o uso mais intensivo de sondagens nestes segmentos. Já as operações de areia e brita cujas

exigências de qualidade não são tão altas utilizam, em sua maioria, métodos de controle visual.

Um exemplo a ser destacado é o caso das rochas ornamentais. Em muitos casos, os produtos são exportados como blocos, sem beneficiamento. Em geral, esses blocos são destinados a mercados como a Itália, Coréia ou outros países, onde são cortados, beneficiados e polidos, agregando valor ao produto final, vendido no mercado mundial. A comercialização internacional de produtos de rochas ornamentais de maior valor agregado é um dos desafios a serem superados para alavancar esse importante setor da MPE no Brasil. Outro exemplo é a produção de feldspato, como descrito no item 4.8, na qual o beneficiamento não incorpora tecnologia, prejudicando tanto a recuperação do minério, quanto a comercialização dos produtos.

No caso de agregados para construção civil, observou-se que expansão urbana desordenada nas grandes cidades e regiões metropolitanas, como já foi abordado nos itens 4.2 e 4.3, dentre outras concorrências pelo uso do solo, tem afetado a abertura de novas minas. Como consequência, as minas estão sendo instaladas em locais distantes dos maiores centros de consumo, com os custos de frete causando um impacto significativo no valor final do produto.

No que diz respeito ao reconhecimento de desafios para a produção, os resultados apresentados no item 3.7 deste relatório indicam uma discrepância entre a percepção dos mineradores e as constatações da equipe do projeto. Os resultados, apresentados nas Figuras 36 e 37, indicam que o desafio principal é o acesso à tecnologia para aprimoramento dos processos produtivos, constatado pela equipe de campo em 20% das visitas realizadas. Ressalta-se, no entanto, que apenas 13% dos mineradores apontam este item como o maior desafio para sua produção.

A mesma situação ocorre no aspecto de condições legais, considerado pela equipe de campo como o maior desafio em 17% das visitas, enquanto 12% dos mineradores o consideram o seu principal desafio. Por outro lado, as percepções da equipe do campo e dos mineradores são similares a respeito dos itens fornecimento de energia (8% para ambos os grupos), rotas de escoamento (10% e 7%, respectivamente) e conflitos com comunidades (2% e 1%, respectivamente).

Embora o acesso ao financiamento e linhas de crédito tenha sido considerado como um importante desafio no grupo de substâncias não metálicas, apenas 2% dos

mineradores entrevistados o consideram como um desafio. Essa grande discrepância reflete, de alguma maneira, aquelas observadas em relação à falta de percepção do minerador quanto às necessidades de inserções tecnológicas e de regularidade do empreendimento, ambos pontos focais da necessidade de recursos financeiros em qualquer empreendimento. Por outro lado, não se pode deixar de considerar a possibilidade do entrevistado possuir um perfil mais técnico do que administrativo.

Em resumo, conforme o item 3.9, destacam-se os seguintes comentários com base nas entrevistas com os mineradores das unidades produtoras visitadas:

- a) A demora no avanço dos processos burocráticos é percebida como um dos principais desafios por parte dos mineradores;
- b) O tempo de aprovação dos requerimentos junto à ANM é um entrave para os negócios, chegando a paralisar operações e o andamento da lavra;
- c) Muitos mineradores informais querem se regularizar, mas não há orientação nem incentivos por parte dos órgãos competentes;
- d) Os órgãos fiscalizadores são vistos como órgãos punitivos, e não orientadores das melhores práticas a serem seguidas na mineração;
- e) Existe uma preocupação frequente falta de padronização dos procedimentos pelos fiscais. Por um lado, há muito respeito pelos técnicos especializados que conhecem os aspectos operacionais específicos da atuação dos mineradores. Por outro, é destacada a frequente falta de qualificação de alguns técnicos responsáveis pela fiscalização;
- f) De forma geral, há uma percepção por parte dos mineradores que há dificuldades na comunicação entre os órgãos públicos, especialmente quando há necessidade de solicitar anuência de outros órgãos para a aprovação de requerimentos;
- g) A atuação de mineradores ilegais é vista como um problema, pois prejudica o mercado e os preços do produto e tende a criar passivos ambientais;
- h) O apoio dos órgãos públicos é considerado fundamental para o

desenvolvimento de uma atividade responsável e sustentável na mineração;

- i) Os custos relativos aos processos de regularização são considerados altos, em especial levando em conta a dificuldade de acesso ao crédito que contribuiria para a contratação dos estudos necessários e taxas obrigatórias.

7. RECOMENDAÇÕES

As recomendações propostas baseiam-se nas informações levantadas durante as campanhas de campo realizadas pela equipe do Projeto META MPE, seguindo a metodologia descrita no Capítulo 2 deste volume. Assim, a equipe de campo pôde identificar, nas visitas a operações de MPE de todo o país, os aspectos críticos referentes à formalidade na concessão minerária, saúde e segurança ocupacional, licenciamento ambiental, mercado produtor e consumidor, cadeia de valor, infraestrutura e logística, mão de obra e outros assuntos. Os pontos críticos foram considerados “oportunidades identificadas” para a apresentação das recomendações a seguir, que incluem os caminhos para a formulação e implementação de políticas públicas.

Oportunidade identificada: no caso da areia e brita para construção civil, a infraestrutura para atender a elevada demanda dos grandes centros urbanos não é, em geral, adequada. Faz-se necessária a modernização da infraestrutura de distribuição de bens minerais, utilizada pela construção civil, por meio de abordagens multimodais. Um exemplo deste tipo de abordagem foi desenvolvido recentemente na Região Metropolitana de São Paulo por meio de estudos de integração dos modais de transporte de brita.

Recomendação e caminhos: o MME, junto com as secretarias estaduais de mineração e entidades/instituições interessadas, deve fomentar estudos de viabilidade para a implantação de modelos logísticos mais eficientes de distribuição de areia e brita para construção civil nos grandes centros urbanos do Brasil. A contribuição do MME se dá pela SGM, que instituirá a política a ser executada pela ANM e pela CPRM. Em relação aos caminhos para implantar essas medidas, recomenda-se que o MME, sob coordenação da SGM, organize debates entre as secretarias estaduais que tratam da mineração e entidades representativas do setor de agregados minerais, para discutir a situação atual e as perspectivas para a extração e transporte desses materiais, em especial nas regiões metropolitanas.

Oportunidade identificada: no que diz respeito à competitividade do setor de agregados para a construção civil, argilas e outros bens minerais, os produtores da MPE devem organizar arranjos de colaboração, visando a redução de custos operacionais por meio de centrais compartilhadas de beneficiamento de minério e outras formas de cooperação.

Recomendação e caminhos: o MME deve fomentar a estruturação de polos produtores e de usinas de beneficiamento compartilhadas entre os produtores da MPE. Um exemplo deste tipo de arranjo foi observado pela equipe de campo junto aos produtores de argila na região de Morro da Fumaça (SC). O MME deve definir regiões que apresentem oportunidades para desenvolver este tipo de arranjo, promovendo reuniões com os segmentos governamentais, entidades privadas e representantes da sociedade interessados em viabilizar a organização de polos de compartilhamento.

Oportunidade identificada: a MPE de substâncias minerais não metálicas pode beneficiar-se do aproveitamento de estéril e de resíduos das operações. Por exemplo, materiais comumente descartados, como poeira, pó de calcário, finos de areia e outros, podem ser beneficiados para produção de materiais aplicados à construção civil, agricultura ou outros usos, com a redução da disposição em barragens de rejeitos e dos impactos ambientais.

Recomendação e caminhos: o MME deve incentivar os mineradores a aproveitar economicamente os materiais comumente descartados na MPE de não metálicos, sejam estéreis ou rejeitos. Para isso, é fundamental que sejam estabelecidas ações de orientação e de incentivo aos mineradores e aos consumidores. Também é fundamental incentivar as universidades e centros de pesquisa a desenvolverem estudos sobre o aproveitamento desses materiais. Como comentado nesse relatório, é importante que esse tema seja discutido e aprofundado com universidades, ICTs e parceiros públicos ou privados das diferentes esferas federativas.

Oportunidade identificada: possibilidade de diversificação do aproveitamento de recursos minerais não metálicos em diferentes cadeias produtivas, a partir do conhecimento das características tecnológicas dos seus bens minerais. Por exemplo, na MPE de argila, o reduzido conhecimento que os produtores têm acerca das características tecnológicas deste bem mineral dificulta o atendimento a uma gama maior de aplicações industriais dessa substância. Esta situação é particularmente relevante no caso das argilas que possuem propriedades pozolânicas, ou de outra natureza, e que poderiam ser aproveitadas como cimentícios de alta qualidade ou em outros usos industriais.

Recomendação e caminhos: a SGM deve fomentar o desenvolvimento pelo CETEM, as ICTs e as universidades, de programas e projetos de caracterização tecnológica de minerais não metálicos, visando a diversificação de seus usos, bem como divulgar e disseminar essas informações para os produtores e consumidores dessas matérias primas.

Oportunidade identificada: utilização de argilas com características pozolânicas na fabricação de produtos cimentícios com possibilidades de substituição de certos usos do cimento Portland, com vantagens na redução de custos e de emissão de CO².

Recomendação e caminhos: o MME, sob coordenação da SGM, deve promover programas e projetos em conjunto com parceiros públicos e privados, no sentido de incentivar o uso de argilas pozolânicas produzidas pela MPE, tanto na indústria cimenteira, como para outros usos.

Oportunidade identificada: melhoria nos processos de beneficiamento de areia com vistas a diversificar os seus produtos de forma a atender outros mercados, de maior valor econômico agregado, além da tradicional oferta para a construção civil. Por exemplo, a produção de areia para usos mais nobres pode ser alcançada por meio de melhorias simples de beneficiamento, incluindo classificação, ciclonagem e peneiramento.

Recomendação e caminhos: o MME, sob coordenação da SGM, em conjunto com o CETEM, as ICTs, universidades e outros interessados, deve desenvolver programas específicos de capacitação de produtores de areia da MPE, de forma a identificar aplicações mais nobres para seus produtos. Além disso, é necessário conscientizar a indústria consumidora sobre a oportunidade de utilizar esses produtos, como é o caso dos fabricantes de vidro, que podem colaborar com os produtores de areia da MPE no estabelecimento de metas conjuntas de qualidade da produção.

Oportunidade identificada: soluções logísticas que gerem novas oportunidades de negócios, novos empregos e ampliação da capacidade de produção, conectando a MPE às demais atividades industriais, à agricultura e ao mercado internacional.

Recomendação e caminhos: o MME deve propor ações conjuntas com outros ministérios e secretarias de estado para promover o desenvolvimento das rotas de comercialização dos produtos da MPE, incluindo obras de infraestrutura, como a construção de portos e estações de transbordo e a ampliação e melhoria da intermodalidade dos sistemas de transportes rodoviário, ferroviário e fluvial.

Oportunidade identificada: aproveitamento econômico dos rejeitos oriundos da extração e do processamento do setor de rochas ornamentais. Normalmente, esses rejeitos não são devidamente aproveitados, gerando grandes passivos ambientais.

Recomendação e caminhos: o MME, sob coordenação da SGM, juntamente com outros ministérios, deve desenvolver e fomentar programas de aproveitamento de rejeitos e resíduos do setor de rochas ornamentais, buscando o desenvolvimento de subprodutos e de linhas de financiamento que viabilizem esse aproveitamento.

Oportunidade identificada: uso de controle de qualidade dos produtos originados a partir do calcário, melhorando o desempenho tanto para o uso agrícola quanto para outros fins. A correção da acidez do solo é uma prática fundamental para o desenvolvimento da agricultura. A equipe de campo observou que diversos produtores, em particular em micro e pequena escala, não utilizam processos de controle de qualidade de seus produtos.

Recomendação e caminhos: o MME, sob coordenação da SGM, juntamente com outras entidades, deve estabelecer programas direcionados à MPE, de forma a incentivar o desenvolvimento de processos para o controle de qualidade do calcário nas cadeias produtivas. Esses programas devem incluir ações integradas entre o MME, Ministério da Agricultura e entidades vinculadas ao setor, como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), a ABRACAL, entre outros.

Oportunidade identificada: o uso de lenha da caatinga no processo de secagem ou calcinação da produção de caulim, obtida por manejo sustentável para utilização racional e ambientalmente dos recursos desse bioma.

Recomendação e caminhos: o MME, sob coordenação da SGM, juntamente com o Ministério do Meio Ambiente, Serviço Florestal Brasileiro (SFB) e outros interessados, deve incentivar as práticas de manejo florestal na caatinga pela MPE que utiliza esse recurso, como por exemplo na região do Seridó (PB/PE), por meio de campanhas de divulgação e disseminação de informações, com vistas ao uso sustentável da madeira. Além disso, deve ser incentivada a utilização de fontes de energia renovável para o processo de secagem, verificando a sua viabilidade.

8. CONCLUSÕES

A análise dos dados coletados sobre as substâncias não metálicas demonstrou o papel fundamental da MPE na produção desses bens minerais para o desenvolvimento do País. Uma grande variedade dessas substâncias é extraída por operações de micro, pequeno e médio portes. Dentre as 338 visitas realizadas, as substâncias mais visitadas foram areia e brita (41%), argila (18%) e calcário (9%), reiterando a importância da produção de substâncias não metálicas pela MPE na economia nacional para os setores de construção civil, infraestrutura e agricultura, dentre outros.

Existe uma grande diversidade de tecnologias aplicadas à lavra e ao beneficiamento das substâncias minerais não metálicas, bem como diferentes sistemas de comercialização. De modo geral, os dados obtidos no levantamento mostram que os processos de lavra e de beneficiamento são pouco desenvolvidos; excetua-se a produção de rochas ornamentais, que apresenta um grau crescente de inserção tecnológica, com melhorias nas condições de saúde e segurança dos trabalhadores, minimização dos impactos ambientais e maximização dos lucros.

Ainda no âmbito operacional, o levantamento de dados primários indicou que o minerador tende a não valorizar os estudos geológicos capazes de subsidiarem o bom planejamento de mina, predominando o controle visual na orientação do avanço das frentes de lavra.

Dados primários e secundários mostram que o setor representa uma importante fonte de empregos para a população. Segundo o IBGE (2015), a MPE das substâncias não metálicas oferece mais de 91 mil empregos diretos. Em relação ao perfil dos trabalhadores desse setor, os dados de campo mostram que apenas 3% dos trabalhadores têm nível superior. Em muitos casos, estes últimos têm atuação limitada à tramitação dos processos legais. Quanto ao gênero, nas 338 minas visitadas, 7% dos trabalhadores são mulheres.

Quanto ao destino da produção, nas 338 operações visitadas, 99% dos entrevistados declararam que seus produtos eram direcionados para o mercado interno e 1% para o mercado externo, este último representado pelos produtores de rochas ornamentais.

No grupo de substâncias não metálicas foi constatado que a cooperação entre os agentes da cadeia produtiva ocorre, principalmente, por meio de associações, cooperativas e sindicatos, além de Arranjos Produtivos Locais (APLs). Há cooperativas e associações visitadas que, de acordo com os seus associados, atendem a suas necessidades técnicas, legais e administrativas, a exemplo da Sociedade de Mineradores de Areia do Rio Jacuí (SMARJA), no Rio Grande do Sul, e da Associação dos Ceramistas de Morro da Fumaça, em Santa Catarina. Em contrapartida, outros entrevistados consideram que suas entidades não atendem minimamente a suas necessidades.

No total das 338 minas visitadas, a ausência de tecnologia foi identificada como o maior “gargalo” para o desenvolvimento sustentável de cada uma delas, seguido pelo atendimento aos requisitos legais e às condicionantes ambientais exigidos pelos órgãos fiscalizadores, entre outros. Para os entrevistados, nas mesmas minas avaliadas pelos técnicos, cerca de 50% dos desafios relatados não correspondem a questões tecnológicas, legais ou administrativas, estando dispersos entre questões de cunho pessoal, familiar e alguns relacionados ao seu negócio. Mesmo as questões relacionadas ao seu negócio não eram associadas àquelas identificadas pela equipe do Projeto, embora essa relação existisse.

O principal desafio detectado pela equipe do Projeto é a inserção tecnológica nos processos produtivos, que depende fundamentalmente de acesso ao crédito e capacitação dos mineradores. Nesse sentido, é essencial que o governo reconheça a importância da MPE de não metálicos, atuando com políticas públicas na criação de incentivos e linhas específicas de crédito para esse segmento e no desenvolvimento de programas de capacitação.

Além da necessidade de modernização tecnológica por parte dos mineradores, há outros condicionantes, como as formas de uso e ocupação do território e as restrições ambientais, que influenciam o desenvolvimento deste setor da economia. É essencial que o setor seja inserido nas discussões dos instrumentos públicos de planejamento e gestão, de modo a compatibilizar a sua atuação com as demais

atividades econômicas associadas ao território e a preservação ambiental.

Por fim, este relatório apresenta um conjunto de recomendações direcionadas aos aspectos críticos identificados pela equipe do Projeto como os principais desafios para a atuação e para o desenvolvimento sustentável da MPE de substâncias não metálicas no Brasil. Além disso, foram identificadas algumas oportunidades para auxiliar esse setor a enfrentar os obstáculos observados nas operações visitadas e nas entrevistas realizadas pela equipe do projeto, destacando-se o apoio pelo MME na discussão e formulação de um Plano Nacional de Apoio à MPE.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIROCHAS. **Balanco das Exportações, Importações, Produção e Consumo Interno Brasileiro de Rochas Ornamentais em 2014**, 2015. 19 p. Disponível em: <http://www.ivolution.com.br/mais/fotos/6/17/3397/Informe_01_2015.pdf>. Acesso em novembro de 2017.
- ABIROCHAS. **Balanco das Exportações e Importações Brasileiras de Rochas Ornamentais em 2017**, 2018. 15 p. (Informe 01/2018). Disponível em: <<http://abirochas.com.br/wp-content/uploads/2018/03/Informe-01-2018-Balanco-2017.pdf>>. Acesso em junho de 2018.
- ABRACAL. **Indústria do calcário busca tratamento justo na questão tributária**, 2017. Disponível em: <<http://www.abracal.com.br/noticia/96/industria-do-calcario-busca-tratamento-justo-na-questao-tributaria.html>>. Acesso em: novembro de 2017
- ALVES, A. **Os Arranjos Produtivos Locais como alternativa de política mineral para o segmento exportador de rochas ornamentais na Bahia**. 2006. 275 p. Tese (Doutorado em Geociências), Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas. Disponível em: <<http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/28713>>. Acesso em: março de 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7389-1**: Agregados – Análise petrográfica de agregado para concreto. Parte 2: Agregado graúdo. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <<http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=51292>>. Acesso em abril de 2017.
- BEZERRA, M. S. **Perfil da Gipsita**. Belo Horizonte: J. Mendo Consultoria, 2009. 27 p. (Relatório Técnico 34). Disponível em: <http://www.jmendo.com.br/wp-content/uploads/2011/08/P24_RT34_Perfil_da_Gipsita.pdf>. Acesso em: março de 2017.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. Departamento de Desenvolvimento Sustentável na Mineração. Termo de Referência nº 30. **Contratação de Consultoria para Realizar o Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental da Mineração em Pequena Escala no Brasil**. Brasília, 2014. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/10584/1869028/Termo+de+Refer%C3%Aancia+30.pdf/0283d3c1-32f7-4bd6-afbe-832cd021204a>>.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Serviço de Informação ao Cidadão do Departamento Nacional de Produção Mineral. **Dados do sistema AMBweb**. Brasília, 2016. 2 CD-ROM. Documento acessível mediante autorização da instituição.
- CABRAL JUNIOR, M. **Caracterização dos arranjos produtivos locais (APLs) de base mineral no Estado de São Paulo: subsídios à mineração paulista**. 2008. Tese (Doutorado em Geologia e Recursos Naturais) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas, 2008. Disponível em: <http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/CAMP_6f7113134e048a37ccf680e1616b32d9>. Acesso em: março de 2017.
- CALORE, L. Setor cerâmico cresce e se destaca nas exportações. **Revista ASPACER**, v. 9, n. 91, p. 24., 2017. Disponível em: <<http://www.aspacer.com.br/informacoes/revista-aspacer/>>. Acesso em: abril de 2017
- CAMARGO JÚNIOR, A. **Sistema de Gestão Ambiental em Terminais. Hidroviários e Comboios Fluviais: Contribuições para o Desenvolvimento Sustentável na Hidrovia Tietê-Paraná**. 2000. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000.

CARDU, M.; SECCATORE, J.; VAUDAGNA, A.; REZENDE, A.; GALVÃO, F., BETTENCOURT, J.; DE TOMI, G. Evidences of the influence of the detonation sequence in rock fragmentation by blasting – Part I. **REM: Revista Escola de Minas**, v. 68, n. 3, p. 337–342, 2015a. Disponível em: <<http://doi.org/10.1590/0370-44672014680218>>. Acesso em: março de 2017

CARDU, M.; SECCATORE, J.; VAUDAGNA, A.; REZENDE, A.; GALVÃO, F., BETTENCOURT, J.; DE TOMI, G. Evidences of the influence of the detonation sequence in rock fragmentation by blasting – Part II. **REM: Revista Escola de Minas**, v. 68, n. 4, p. 455–462, 2015b. Disponível em: <<http://doi.org/10.1590/0370-44672014680219>>. Acesso em: março de 2017

CASTRO, N. F.; MARCON, D. B.; FREIRE, L. C.; LIMA, E. F.; ALMEIDA, P. F. Impacto do APL de rochas ornamentais do Espírito Santo nas comunidades. In: FERNANDES, F.R.C.; ENRÍQUEZ, M. A. R. S.; ALAMINO, R. C. J. (Eds.). **Recursos minerais & sustentabilidade territorial. Arranjos Produtivos Locais**. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, v. 2, 2011. p. 139–176. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/467/1/Vol_2_APL_TOTAL.pdf>. Acesso em: abril de 2017.

CAVALCANTI, V. M. M.; PARAHYBA, R. E. R. **A indústria de agregados para construção civil na região metropolitana de Fortaleza**. Fortaleza: Departamento Nacional da Pesquisa Mineral, 2012. 110 p. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/dnpm/publicacoes-economia-mineral/arquivos/a-industria-de-agregados-para-construcao-civil-na-regiao-metropolitana-de-fortaleza>>. Acesso em: março de 2017.

CHAVES, A. P. **Bombeamento de polpa e classificação. Teoria e Prática do Tratamento de Minérios**. São Paulo: Oficina de Textos. 2013. 303 p.

CHIODI FILHO, C. **Aspectos de interesse sobre rochas ornamentais e de revestimento: identificação, especificação e utilização**. São Paulo: Abirochas, 2002. Disponível em: <https://issuu.com/abirochas/docs/aspectos_interesse>. Acesso em: março de 2017.

CHIODI FILHO, C.; CHIODI, D. K. **Perfil de Rochas Ornamentais e de Revestimento**. Belo Horizonte: J. Mendo Consultoria, 2009. 101 p. (Relatório Técnico 33). Disponível em: <http://www.jmendo.com.br/wp-content/uploads/2011/08/P23_RT33_Perfil_de_Rochas_Ornamentais_e_de_Revestimento.pdf>. Acesso em: março de 2017.

CHRISTOFOLETTI, S. R.; MORENO, M. M. T. Sustentabilidade da Mineração no Pólo Cerâmico de Santa Gertrudes, São Paulo – Brasil. **Cerâmica Industrial**, v. 16, n. 3, p. 35–42, 2011. Disponível em: <<http://www.ceramicaindustrial.org.br/pdf/v16n3/v16n3a06.pdf>>. Acesso em: fevereiro de 2018.

COELHO, H. Polícia estima que milícia em Seropédica lucra R\$ 60 mil por mês com extração ilegal de areia. **G1**, Rio de Janeiro, 16 maio de 2018. Disponível em: <<https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/policia-estima-que-milicia-em-seropedica-lucra-60-mil-por-mes-com-extracao-ilegal-de-areia.ghtml>>. Acesso em: maio de 2018.

COELHO, J. M. **Perfil da argila**. Belo Horizonte: J. Mendo Consultoria, 2009a. 30 p. (Relatório Técnico 32). Disponível em: <http://www.jmendo.com.br/wp-content/uploads/2011/08/P23_RT32_Perfil_da_Argila.pdf>. Acesso em: março de 2017.

COELHO, J. M. **Perfil do Feldspato**. Belo Horizonte: J. Mendo Consultoria, 2009b. 52 p. (Relatório Técnico 45). Disponível em: <http://www.jmendo.com.br/wp-content/uploads/2011/08/P28_RT45_Perfil_do_Feldspato.pdf>. Acesso em: março de 2017.

COELHO, J. M. **Areia Industrial**. Belo Horizonte: J. Mendo Consultoria, 2009c. 52 p. (Relatório Técnico 44). Disponível em: <<http://www.jmendo.com.br/wp>>

content/uploads/2011/08/P28_RT44_Perfil_Areia_Industrial.pdf>. Acesso em: março de 2017.

CPRM. **Áreas de relevante interesse mineral no Brasil**. Base cartográfica digital. Brasília, 2009. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Recursos-Minerais/Recursos-Minerais-do-Brasil/Projeto-Areas-de-Relevante-Importancia-Mineral-no-Brasil-1319.html>>. Acesso em: março de 2017

CRUZ, T. T. **Caracterização de depósitos de areia da Bacia Sedimentar de Taubaté para a fabricação de vidros**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mineral) – Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, São Paulo, 2011. Disponível em:<[doi:10.11606/D.3.2011.tde-31052011-150219](https://doi.org/10.11606/D.3.2011.tde-31052011-150219)>. Acesso em: maio de 2018.

DANTAS, J. R. A. **Distritos mineiros do Nordeste oriental**. Recife: DNPM 4º Distrito, 2002. 90 p. Disponível em:<<http://www.dnpm-pe.gov.br/Trabalhos/Distritos.pdf>>. Acesso: março de 2017.

DNPM. **Anuário Mineral Brasileiro**. Brasília, 2007. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/dnpm/paginas/anuario-mineral/arquivos/ANUARIO_MINERAL_2007.pdf/view>. Acesso em: março de 2017.

DNPM. **Anuário Mineral Brasileiro**. Brasília, 2008. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/dnpm/paginas/anuario-mineral/arquivos/ANUARIO_MINERAL_2008.pdf/view>. Acesso em: março de 2017.

DNPM. **Anuário Mineral Brasileiro**. Brasília, 2009. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/dnpm/paginas/anuario-mineral/arquivos/ANUARIO_MINERAL_2009.pdf>. Acesso em: março de 2017.

DNPM. **Anuário Mineral Brasileiro 2010**. Brasília, 2010. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/dnpm/paginas/anuario-mineral/arquivos/ANUARIO_MINERAL_2010.pdf>. Acesso em: março de 2017.

DNPM. **Sumário Mineral 2011**, Brasília, v. 31, 2012. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/dnpm/sumarios/sumario-mineral-2011>>. Acesso em: março de 2017.

DNPM. **Sumário Mineral 2012**, Brasília, v. 32, 2013. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/dnpm/sumarios/sumario-mineral-2012>>. Acesso em: março de 2017.

DNPM. **Sumário Mineral 2013**, Brasília, v. 33, 2014. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/dnpm/sumarios/sumario-mineral-2013>>. Acesso em: março de 2017.

DNPM. **Sumário Mineral 2014**, Brasília, v. 34, 2015. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/dnpm/sumarios/sumario-mineral-2014>>. Acesso em: maio de 2018

DNPM. **Sumário Mineral 2015**, Brasília, v. 35, 2016. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/dnpm/sumarios/sumario-mineral-2015>>. Acesso em: maio de 2018

FARIAS, J. O. G. **Perfil do Caulim**. Belo Horizonte: J. Mendo Consultoria, 2009. 61 p. (Relatório Técnico 39). Disponível em: < http://www.jmendo.com.br/wp-content/uploads/2011/08/P28_RT39_Perfil_do_Caulim.pdf>. Acesso em: março de 2017.

FRASCÁ, M. H. B. O. **Caracterização tecnológica de rochas ornamentais e de revestimento: estudo por meio de ensaios e análises das patologias associadas ao uso**. 2011 Disponível em: <http://www.fiec.org.br/sindicatos/simagran/artigos_palestras/Curso_Caracterizacao_TecndeRochas.htm>. Acesso em: novembro de 2017

FREITAS, A. F.: FREITAS, A. F.: MACEDO, A. S. Cooperativismo mineral: da indução de uma forma organizacional aos desafios de uma organização sustentável. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 12, n. 1, p. 107-131, 2016. Disponível em: <<http://www.rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/view/2123>>. Acesso em maio de 2018.

FREITAS, JR., J. A. **Materiais de Construção (TC-031) Agregados**. Notas de aulas. Universidade Federal do Paraná, Departamento de Construção Civil, 2013. Disponível em: <http://www.dcc.ufpr.br/mediawiki/images/0/00/TC031_Agregados_.pdf>. Acesso em: novembro de 2017.

GEOPOLYMER. **Cimento Portland versus ligantes geopoliméricos. Considerações econômicas sobre as implicações do mercado de carbono no custo dos concretos**, 2017. Disponível em: <<http://www.geopolymer.com.br/PDF/cpxgp.pdf>>. Acesso em: fevereiro de 2018.

GUERRA, E. A. **Atuação do MME e parceiros no apoio à micro, pequena e média mineração (Arranjos Produtivos Locais (APL) de Base Mineral**. São Paulo, 2016. Não publicado.

HILSON, G. 'Constructing' Ethical Mineral Supply Chains in Sub-Saharan Africa: The Case of Malawian Fair Trade Rubies. **Development and Change**, v. 45 n. 1, p. 53-78, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/dech.12069>>. Acesso em: março de 2017.

HRUSCHKA, F., ECHAVARRÍA, C. **Rock-solid chances for responsible artisanal mining**. Medellín: Alliance for Responsible Mining (ARM), 2011. 29 p. (ARM Series on Responsible ASM, n. 3). Disponível em: <[http://www.womin.org.za/images/impact-of-extractive-industries/women-and-artisanal-mining/Alliance for Responsible Mining - Chances for Responsible Artisanal Mining.pdf](http://www.womin.org.za/images/impact-of-extractive-industries/women-and-artisanal-mining/Alliance%20for%20Responsible%20Mining%20-%20Chances%20for%20Responsible%20Artisanal%20Mining.pdf)>. Acesso em: março de 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO (IBRAM). **Informações e análises da Economia Mineral Brasileira**. 7 ed.. Brasília, 2012. Disponível em: <<http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00002806.pdf>>. Acesso em: março de 2017.

KULAIF, Y. **Produção de Argilas no Brasil**. Workshop sobre mineração em Santa Gertrudes e Região. Santa Gertrudes, 2012. Disponível em: <https://sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostra_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=7133>. Acesso em: março de 2017.

LIMA, A. B. **O Processo Produtivo do Cimento Portland**. Belo Horizonte, UFMG. Monografia (Especialização em Engenharia de Recursos Minerais) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/BUOS-9C6HHC/monografia_produtoivo_cimento_portland.pdf?sequence=1>. Acesso em: novembro de 2017.

LIRA SOBRINHO, A. C. P.; AMARAL, A. J. R., DANTAS, J. O. C.; DANTAS, J. R. A. Gipsita. In: **Balanco Mineral Brasileiro**, Brasília: DNPM, 2001. Disponível em: <<http://www.anm.gov.br/dnpm/paginas/balanco-mineral/arquivos/balanco-mineral-brasileiro-2001-gipsita/view>>. Acesso em: março de 2017.

LIRA, H. L., NEVES, G. A. Feldspatos: conceitos, estrutura cristalina, propriedades físicas, origem e ocorrências, aplicações, reservas e produção. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, vol. 8, n. 3, p. 110–111, 2013. Disponível em: <<http://www2.ufcg.edu.br/revista-remap/index.php/REMAP/article/viewFile/342/284>>. Acesso em: maio de 2018.

LOBATO, E. **Perfil da Mica**. Belo Horizonte: J. Mendo Consultoria, 2009. 30 p. (Relatório Técnico 51) Disponível em: <http://www.jmendo.com.br/wp-content/uploads/2011/08/P28_RT51_Perfil_da_Mica.pdf>. Acesso em: março de 2017.

LORETI JUNIOR, R.; SARDOU FILHO, R.; CALTABELOTI, F. P. **Polo cerâmico de Santa Gertrudes** São Paulo: CPRM, 2014. (Informe de Recursos Minerais. Série Rochas e Minerais Industriais, 11). Disponível em: <rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/17799/2/sgertrudes_nota.pdf>. Acesso em: novembro de 2017.

LUZ, A. B.; LINS, F. A. F. (Eds.) **Rochas & minerais industriais: uso e especificações**. 2 ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. Disponível em: <<http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/522>>. Acesso em: março de 2017.

MACEDO, D. **Estratégias para a sustentabilidade da mineração de rochas ornamentais no noroeste do estado do Espírito Santo**. 2016. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Porto Alegre, 2016. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/150189>>. Acesso em: novembro de 2017.

MARCON, D. B.; PEITER, C. C. **Grandes minas e comunidade local – Estudo de caso do APL de rochas ornamentais do Espírito Santo**. In: Jornada de Iniciação Científica do CETEM, 19, 2011. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/424/1/XIX_JIC2011_douglas_bortolotte_marc_on.pdf>. Acesso em: novembro de 2017

MATOS, G. M. M.; MELLO, I. S. C.; GONÇALVES, J. H. C. **Áreas de relevante interesse mineral no Brasil – ARIM**. Belo Horizonte: CPRM, 2009, 70 p. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/10585>>. Acesso em: novembro de 2017.

MATTAR, F. N. **Pesquisa de marketing**: edição compacta. São Paulo: Atlas, 1996.

MELO, R. O. F. **A mineração artesanal e de pequena escala em pegmatitos e cerâmica no município de Parelhas, região do Seridó / Rio Grande do Norte**. 2011. Dissertação (Mestrado em desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/18499/1/RodrigoOFM DISSERT.pdf>>. Acesso em: maio de 2018.

MME. Ministério de Minas e Energia. **Construção de Cenários e Indicadores orientados ao Ordenamento Territorial Geomineiro**. Fundação Aplicações de Tecnologias Críticas (Artex), 2008.

MME. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. **Anuário Estatístico: Setor Transformação Não Metálicos**. Brasília, 2012. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/10584/1865684/Anuario_Setor_Transformacao_Nao_Met_alicos_2012_base_2011.pdf/0a0c955c-1144-480e-9470-e1ee00d0d19c>. Acesso em: março 2017.

MORENO, M. M. T., ZANARDO, A.; ROCHA, R. R.; ROVERI, C. D. Matéria-prima da formação Corumbataí na região do polo cerâmico de Santa Gertrudes, SP, com características naturais para fabricação de argila expandida. **Cerâmica**, São Paulo, v. 58 n. 347, p. 342-348, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0366-69132012000300010>>. Acesso em: novembro de 2017.

MOULIN, M. G. B. **O lado não polido do mármore e granito: a produção social dos acidentes de trabalho e suas consequências no setor de rochas ornamentais no sul do Estado do Espírito Santo**. 2006. 135 f. Tese (Doutorado em Saúde Pública) – Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, Rio de Janeiro, 2006.

NAP.Mineração/USP. **Banco de dados das visitas de campo do Projeto Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental da Mineração em Pequena Escala no Brasil (MPE)**. São Paulo, 2017. Paginação irregular. Documento acessível mediante autorização da instituição.

QUARESMA, L. F. **Perfil da Areia para Construção Civil**. Belo Horizonte: J. Mendo Consultoria, 2009a. 33 p. (Produto 22. Agregados para Construção Civil. Relatório Técnico 31). Disponível em: <http://www.jmendo.com.br/wp-content/uploads/2011/08/P22_RT31_Perfil_de_areia_para_construcao_civil.pdf>. Acesso em: março de 2017

QUARESMA, L. F. **Perfil de brita para construção civil**. Belo Horizonte: J. Mendo Consultoria, 2009b. 30 p. (Produto 22. Agregados para Construção Civil. Relatório Técnico 30). Disponível em: <http://www.jmendo.com.br/wp-content/uploads/2011/08/P22_RT30_Perfil_de_brita_para_construcao_civil.pdf>. Acesso em: março de 2017

RODRIGUES, J. C. O Arco Norte e as políticas públicas portuárias para o Oeste do estado do Pará (Itaituba e Rurópolis): apresentação, debate e articulações. **Revista Nera**, Presidente Prudente, v. 21, n. 42, p. 202-228, 2018. Disponível em:<<http://revista.fct.unesp.br/index.php/nera/article/view/5693/4275>>. Acesso em: maio de 2018.

RUIZ, M. S., CABRAL JÚNIOR, M., TANNO, L. C., COELHO, J. M.; CORTÊS, P. L.. Desafios e perspectivas da produção de areia industrial. **Holos**, v. 5, p. 50-68, 2013. Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/viewFile/1707/726>>. Acesso em: maio de 2018.

SANTOS, P. S. **Ciência e tecnologia de argilas**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher. v. 1, 1992. Acesso em: fevereiro de 2018.

SILVA, J. O. **Perfil do Calcário**. [Belo Horizonte]: J. Mendo Consultoria, 2009. 56 p. (Produto RT 38). Disponível em: <http://www.jmendo.com.br/wp-content/uploads/2011/08/P27_RT38_Perfil_do_Calcario.pdf>. Acesso em: novembro de 2017

SILVA, R. E. C.; PEITER, C. C.; VIDAL, F. W. H. A Rede APL Mineral e o CETEM. In: **Jornada do Programa de Capacitação Interna do CETEM**, 3. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2013. Disponível em: <<http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/996/1/6%20-%20Rosana%20Elisa%20Copped%20c3%aa%20Silva.pdf>>. Acesso em: março de 2017.

VALVERDE, F. M. Agregados para construção civil. In: **Balanco Mineral Brasileiro**. Brasília: DNPM, 2001. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/dnpm/publicacoes-economia-mineral/arquivos/agregados-para-construcao-civil.pdf>>. Acesso em: março de 2017.

VELHO, J.; GOMES, C.; ROMARIZ, C. **Minerais Industriais**. Aveiro: Universidade de Aveiro, 1998. 591 p.

VIDAL, F. W. H.; AZEVEDO, H. C. A.; CASTRO, N. F. (Eds). **Tecnologia de rochas ornamentais: pesquisa, lavra e beneficiamento**. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2013. 700 p. Disponível em: <<http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/1960>>. Acesso em: maio de 2018.

WALLE, M.; JENNINGS, N. **Safety & health in small-scale surface mines, a handbook**. Genebra: International Labour Office, 2001, 51 p. (Sectorial Activities Programme, Working Paper 168). Disponível em: <http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed_dialogue/@sector/documents/publication/wcms_162738.pdf>. Acesso em: março de 2017.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Visão conceitual de mineração em micro, pequena e média escala, e mineração artesanal.....	25
Figura 2 – Dados utilizados e processo de sua verificação.....	28
Figura 3 – Participação, em porcentagem, da produção da MPE na massa comercializada no Brasil em 2015 no segmento dos minerais não metálicos.....	30
Figura 4 – Coleta de dados em uma pedreira de calcário em São Paulo (SP).....	35
Figura 5 – Localização geográfica das unidades produtoras não metálicas visitadas.....	38
Figura 6 – Minas de substâncias não metálicas cadastradas no sistema AMBweb em 2015 e seus respectivos regimes junto ao DNPM.....	40
Figura 7 – Distribuição das visitas de campo do Projeto META MPE, por região brasileira (esquerda) e por grupo de substâncias (direita).....	43
Figura 8 – Perfil das unidades produtoras visitadas pelo Projeto META MPE.....	44
Figura 9 – Perfil das unidades de bens não metálicos visitadas.....	47
Figura 10 – Minas não metálicas visitadas por substância.....	48
Figura 11 – Métodos de lavra.....	50
Figura 12 – Métodos de lavra a céu aberto – não metálicos.....	51
Figura 13 – Corte por fio diamantado (esquerda) e por explosivos (direita) numa mesma bancada, Colatina (ES).....	51
Figura 14 – Escavadeiras operando em situação de risco, Governador Valadares (MG).....	52
Figura 15 – Distribuição das técnicas de carregamento a céu aberto.....	53
Figura 16 – Distribuição das técnicas de transporte a céu aberto.....	53
Figura 17 – Talude irregular, sem controle, Junco do Seridó (PB).....	54
Figura 18 – Talude final em boas condições de acabamento, Natividade (TO).....	54
Figura 19 – Escorregamento em cunha da crista de uma bancada, Feira de Santana (BA).....	55
Figura 20 – Pedreira com taludes e bancadas sub-horizontais bem definidas, Tatuí (SP) ...	55
Figura 21 – Exemplo de transporte mecanizado sobre rodas, Planalto (RS).....	56
Figura 22 – Exemplos de métodos manuais de transporte de minério observados nas visitas de campo.....	57
Figura 23 – Dragagem com transporte da polpa até a margem, Petrolina (PE).....	58
Figura 24 – Dragagem para barco de transporte, Jacareí (SP).....	58
Figura 25 – Equipamento de dragagem e transporte de areia, Altamira (PA).....	58
Figura 26 – Volume de produção e comercialização anual.....	59
Figura 27 – Rotas de escoamento e infraestrutura logística nas campanhas realizadas nas operações visitadas.....	60
Figura 28 – Desmonte secundário com rompedor hidráulico, Jaboaão dos Guararapes (PE).....	63
Figura 29 – Variação de preços de areia e brita nas regiões da pesquisa em campo.....	64
Figura 30 – Distribuição da mão de obra por categoria de atividade na MPE do setor de minerais não metálicos.....	66
Figura 31 – Distribuição dos trabalhadores da MPE pela Classificação Nacional de Atividades Econômicas.....	66
Figura 32 – Média de idade dos trabalhadores nas operações visitadas da MPE de substâncias não metálicas (n=329).....	67
Figura 33 – Regimes de trabalho nas operações visitadas da MPE de substâncias não metálicas.....	68
Figura 34 – Nível de escolaridade dos trabalhadores nas operações visitadas da MPE de substâncias não metálicas que informaram escolaridade.....	69

Figura 35 – Grau de cooperação entre os agentes da cadeia produtiva	71
Figura 36 – Principais desafios identificados pela equipe técnica	76
Figura 37 – Principais desafios identificados por parte do entrevistado.	76
Figura 38 – Oportunidades/obstáculos para agregação de valor nas regiões da pesquisa ..	77
Figura 39 – Método de controle geológico	86
Figura 40 – Consumo de argilas comuns, por município, em 2015	96
Figura 41 – Estimativa de vida útil das minas de argilas (comuns, refratárias e plásticas) ...	97
Figura 42 – Estimativa da produção de argila no Brasil	99
Figura 43 – Distribuição dos preços de argilas comuns	100
Figura 44 – Distribuição dos preços de argilas refratárias.....	100
Figura 45 – Consumo de areia por município em 2015.....	102
Figura 46 – Distribuição geográfica das reservas medidas de areia no Brasil em 2015.....	103
Figura 47 – Estimativa de vida útil das minas de areia para construção civil	104
Figura 48 – Produção estimada de areia para construção civil no Brasil.....	105
Figura 49 – Distribuição dos preços de areia para construção civil	106
Figura 50 – Consumo de brita e cascalho por município em 2015.....	107
Figura 51 – Estimativa de vida útil das minas de brita e cascalho.....	108
Figura 52 – Evolução da produção estimada de brita para construção civil no Brasil.....	109
Figura 53 – Distribuição dos preços de brita e cascalho	110
Figura 54 – Estimativa de vida útil das minas de ardósia.....	112
Figura 55 – Evolução da produção de ardósia.....	113
Figura 56 – Distribuição dos preços de ardósia	114
Figura 57 – Consumo de calcário por município em 2015	115
Figura 58 – Reservas medidas de calcário por tonelada em 2015.....	117
Figura 59 – Estimativa de vida útil das minas de calcário	118
Figura 60 – Estimativa de vida útil das minas de dolomito	118
Figura 61 – Evolução da produção de cal.....	119
Figura 62 – Evolução da produção de calcário agrícola.....	120
Figura 63 – Distribuição dos preços de calcário.....	122
Figura 64 – Distribuição dos preços de dolomito.....	122
Figura 65 – Estimativa de vida útil das minas de gipsita	125
Figura 66 – Evolução da produção bruta brasileira de gipsita	126
Figura 67 – Distribuição dos preços de gipsita.....	127
Figura 68 – Estimativa de vida útil das minas de rochas ornamentais (granito, gnaiss e afins).....	129
Figura 69 – Evolução da produção brasileira de granito para rocha ornamental.....	129
Figura 70 – Estatística descritiva dos preços de ornamental (granito, gnaiss e afins)	131
Figura 71 – Estatística descritiva dos preços de ornamental (Mármore e afins)	132
Figura 72 – Estimativa de vida útil das minas de feldspato	134
Figura 73 – Evolução da produção beneficiada oficial de feldspato no Brasil	135
Figura 74 – Estatística descritiva de feldspato	136
Figura 75 – Estimativa de vida útil das minas de mica	138
Figura 76 – Estimativa de vida útil das minas de caulim	142
Figura 77 – Evolução da produção total de caulim no Brasil	143
Figura 78 – Distribuição dos preços de caulim.....	144
Figura 79 – Estimativa de vida útil das minas de quartzito industrial e ornamental	145
Figura 80 – Evolução da produção de quartzito industrial e ornamental	146
Figura 81 – Distribuição dos preços de quartzito industrial	148
Figura 82 – Estatística descritiva dos preços de quartzito ornamental	148
Figura 83 – Estimativa de vida útil das minas de areia industrial.....	150
Figura 84 – Evolução da produção de areia industrial.....	151

Figura 85 – Estatística descritiva dos preços de areia industrial	152
Figura 86 – Estimativa de vida útil das minas de outras rochas ornamentais.....	154
Figura 87 – Evolução da produção de outras rochas ornamentais.....	155
Figura 88 – Estatística descritiva dos preços de outras rochas ornamentais	156
Figura 89 – Destino internacional da rocha ornamental brasileira em 2015	170
Figura 90 – Distribuição de APLs de base mineral no Brasil.....	174
Figura 91 – Metodologia de amostragem proporcional	206
Figura 92 – Mapa síntese do Relatório 6	229

LISTA DE TABELAS

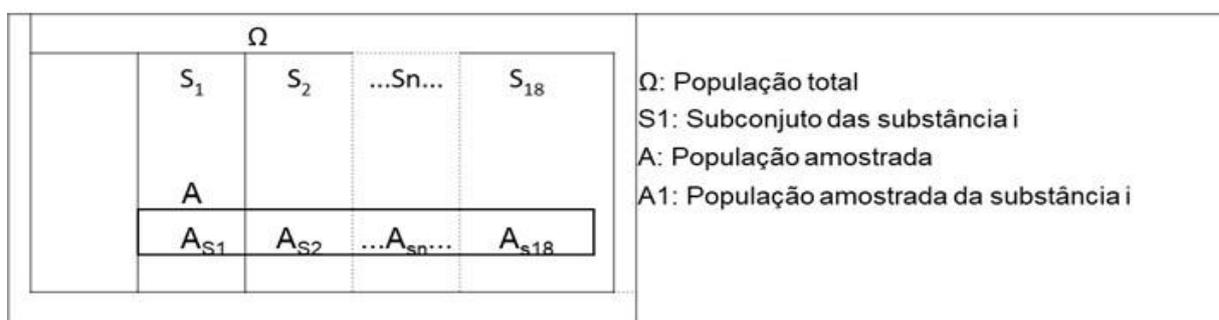
Tabela 1 – Organização dos dados coletados e analisados neste relatório.	27
Tabela 2 – Correlação entre substâncias pesquisadas pelo projeto e a correspondente nomenclatura AMB	29
Tabela 3 – Grupos de variáveis mensuráveis e indicadores aplicados no trabalho de campo	32
Tabela 4 – Número de visitas por substância (exemplo da Região 1 – Norte)	34
Tabela 5 – Formulário padrão para elaboração do descritivo técnico das campanhas de campo	36
Tabela 6 – Quantidade de processos de direitos minerários de mina de substâncias não metálicas no intervalo 2010 - 2015	40
Tabela 7 – Número de minas visitadas durante os trabalhos de campo, por grupo de substância e por região.....	43
Tabela 8 – Formalidade das operações visitadas (metálicas, não metálicas, e diamante e demais gemas)	44
Tabela 9 – Processos de beneficiamento encontrados nas visitas de campo	48
Tabela 10 – Características dos equipamentos de dragagem.....	57
Tabela 11 – Insumos por tipo de lavra para substâncias não metálicas.....	61
Tabela 12 – Consumo de água por substância lavrada	62
Tabela 13 – Preço médio por região de areia e brita para construção	63
Tabela 14 – Porcentagem de utilização de EPI nas operações visitadas de minerais não metálicos	70
Tabela 15 – Descrição dos desafios produtivos identificados nas visitas de campo	75
Tabela 16 – Métodos de controle geológico conforme o regime de autorização e concessão nas operações de substâncias não metálicas visitadas	87
Tabela 17. Tipos de explosivos conforme o método de lavra nas minas de substâncias não metálicas visitadas.....	88
Tabela 18 – Reservas lavráveis de argila no Brasil.....	97
Tabela 19 – Produção de argilas no Brasil.....	99
Tabela 20 – Reservas brasileiras de ardósia	111
Tabela 21 – Reservas brasileiras de gipsita.....	124
Tabela 22 – Análise dos preços de mica.....	139
Tabela 23 – Reservas de caulim no Brasil.	141
Tabela 24 – Reservas de outras rochas ornamentais no Brasil em 2015.....	153
Tabela 25 – Quantidades (t) das substâncias não metálicas exportadas entre 2010 e 2015	167
Tabela 26 – Destino internacional de brita e cascalho, calcário e caulim, em 2015	168
Tabela 27 – Destino internacional das rochas ornamentais brasileiras em 2015	169
Tabela 28 – Série histórica de 2010 a 2015 de produção, exportação e consumo por estado	171
Tabela 29 – Lista de variáveis/indicadores e forma de coleta	209
Tabela 30 – Listagem das campanhas de campo	219
Tabela 31 – Preços extremos excluídos da análise	220
Tabela 32 – Características dos trabalhadores do grupo de substâncias não metálicas	230

ANEXO I – Metodologia e cálculo da população de amostragem

Metodologia da seleção da amostra

A metodologia de amostragem proporcional, exemplificada na Figura 91, segue as seguintes etapas:

Figura 91 – Metodologia de amostragem proporcional



Fonte: NAP.Mineração/USP (2017)

- a) A primeira etapa considerou as cinco regiões do Brasil, de acordo com a classificação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (Norte, Nordeste, Centro-oeste, Sudeste e Sul).
- b) Para cada região, foi definida uma listagem contendo os processos de direitos minerários, com base nos registros do RAL entregues ao DNPM. A listagem total é o Universo Estatístico de População (Ω) (Figura 5), base da amostragem.
- c) Dentro da listagem dos processos de direitos minerários, foram selecionados aqueles referentes a minas que lavram uma ou mais dentre as 18 substâncias constantes do Termo de Referência (TdR nº 30) do Projeto META MPE. Estes são os 18 subconjuntos (S_1 a S_{18}) apontados na Figura 91. A soma dos 18 subconjuntos é inferior ao total de minas com RAL entregues ao DNPM em cada uma das regiões, devido à existência de lavras de outras substâncias, não incluídas no TdR do Projeto META MPE.
- d) Em seguida, foi calculada a porcentagem dos direitos minerários referentes a cada substância com relação à listagem total destes. Este cálculo indica a frequência de ocorrência dos elementos de cada

subconjunto S_n no universo de população (Ω). A frequência é calculada pela seguinte fórmula:

$$f(S_n) = \Omega/N$$

- e) Foi então definida uma população total de amostragem A (Figura 5) para cada área. Tal população define os números de processos a serem visitados durante cada viagem de campo. A definição deste valor considera questões logísticas e operacionais, com base na cronometragem média do tempo de preenchimento dos questionários do projeto, previamente mensurado em visitas de testes executadas pela equipe geomineira do projeto, em julho de 2016.
- f) A população de amostragem para cada substância A_n (número de visitas por processo, lavrando a substância n), é um subconjunto do conjunto A , de forma proporcional ao universo (Ω). A população é, portanto, determinada pela fórmula:

$$A_n = f(S_n) \cdot A$$

- g) Esta definição de amostragem é sujeita a ajustes de caráter prático. Os ajustes consideram a localização das ações de Extensionismo do DNPM, o mapa de localização de (ARIMs) (CPRM, 2009), fatores logísticos e meteorológicos, entre outros.

O universo estatístico de população (Ω), base da amostragem, foi definido pelo escopo contido no TdR n° 30, quando ao porte da mineração. A determinação do porte de cada mina foi feita de acordo com a classificação do DNPM, que tem por base a produção anual bruta (ROM) e que é apresentada na introdução deste relatório.

Agendamento de visitas

O agendamento prévio das visitas de campo foi feito por meio de ligações telefônicas. Para garantir a eficiência dos pesquisadores em campo, no espaço do NAP.Mineração, da Universidade de São Paulo, foi montada uma equipe responsável pelo planejamento regional dos agendamentos. Primeiramente, foram levantados dados sobre possíveis locais de visita. Então, foram feitos os contatos telefônicos

visando os agendamentos. É importante mencionar que grande parte dos contatos não geraram agendamentos. Houve diversos motivos para a recusa por parte dos mineradores, incluindo a desconfiança quanto à visita e o receio de que fossem apontadas em suas operações características consideradas incorretas. Em média, para cada 10 contatos realizados na tentativa de agendar visitas de campo, apenas 1 gerou uma visita de fato. Operações que recusaram ser visitadas pelos pesquisadores não foram analisadas, tendo sido, portanto, excluídas da amostragem e do estudo.

Em outras palavras, a amostra de minas visitadas foi formada sobretudo por operações que aceitaram receber a equipe de pesquisadores. Em vista disso, é importante notar que existe a possibilidade de que a amostragem apresente segurança e eficiência de lavra superiores ao

Este viés parcial da amostragem pode ter sido equilibrado, até certo ponto, pela realização de visitas sem agendamento prévio. Estas são consideradas ajustes no campo e acontecem de forma imprevisível, por exemplo quando os mineradores indicam operações vizinhas ou de conhecidos na região, fornecendo contatos diretos dos donos da operação. Estes, por sua vez, aceitam visitas sem agendamento, por ter havido uma indicação por parte de pessoas de confiança (amigos, familiares, vizinhos etc.). Desta forma, por meio de tais indicações foi possível visitar, também, operações informais.

ANEXO II – Listagem de variáveis/ indicadores e forma de coleta

Tabela 29 – Lista de variáveis/indicadores e forma de coleta

Indicador	Forma de Coleta	
Informação Geral	Coordenadas:	gravado pelo GPS do celular
	Tipo de Substância:	Minerais Metálicos; Minerais Não Metálicos; Gemas
	Minerais Metálicos:	Cassiterita (Estanho); Columbita (nióbio, tântalo, manganês); Ilmenita (ferro e titânio); Ouro; Scheelita (tungstênio); Tantalita (nióbio, tântalo)
	Minerais Não Metálicos:	Ardósia; Areia e Brita (construção civil); Argila (vermelha e refratária); Calcário; Caulim; Feldspato; Gipsita; Granito (Rocha Ornamental); Mica; Quartzito; Outros (abre texto livre)
	Gemas:	Diamantes; Demais Gemas (abre texto livre)
	Nome da Mina:	texto livre
	Razão Social:	texto livre
	Proprietário:	texto livre
	Número de Sócios:	numérico
	A Mina Funciona Desde Quando? (ano com 4 dígitos)	numérico
	Estado:	seleção das 27 UFs
	Município:	texto livre
	Caracterização da Mina:	Céu Aberto; Subterrânea; Subaquática
Outorga Mineral	Tipo:	Licenciamento; Concessão de lavra; Lavra Garimpeira (PLG); Registro de extração; Guia de utilização; Outros (abre texto livre)
	Número do DNPM (6 dígitos):	texto livre
	Ano (4 dígitos):	texto livre
	Titular:	texto livre
	Licenciamento Ambiental:	Sim; Não
	Ordenamento Territorial:	Sim; Não
Água	Consumo de Água (m ³):	numérico
	Fornecedor ou Origem:	texto livre
Eletr.	Consumo de Eletricidade (kW/h):	numérico
	Fornecedor ou Origem	texto livre

	Voltagem:	Baixa Tensão; Média Tensão; Alta Tensão
	Tipo de Acesso:	Helicóptero; A pé; Quadriciclo; Veículo 4x4; Veículo com esteiras; Veículo normal; Avião
Produção	ROM (toneladas/ano)	numérico
	Comercialização (toneladas/ano)	numérico
	Produto / Preço (0)	texto livre / numérico (seleção da unidade do preço)
	Destino Final da Venda do Produto? (Verifique se a soma = 100%)	numérico: Local – Município da Lavra; Local – Municípios Vizinhos; Regional – UF da Lavra; Nacional – Brasil; Exportação
	Operações Unitárias	Britagem; Moagem; Peneiramento; Concentração Gravítica; Flotação; Desaguamento; Secagem; Outros (abra texto livre)
	Quais principais desafios na produção?	Tecnologia; Energia; Rota de escoamento; Condições Legais; Condições Ambientais; Conflito Comunidade; Outros (abra texto livre)
	Qual o perfil do consumidor do seu produto?	Consumidor Final; Consumidor Próprio; Distribuidor; Outro (abra texto livre)
	Existem outras aplicações do seu produto que poderia agregar valor?	Sim; Não (caso positivo abra texto livre)
	Controle Geológico da Operação:	Nenhum; Visual nos afloramentos; De furos de produção; Amostragem; Sondagem
Minério	Tipo de Material:	Rocha Ígnea; Rocha Metamórfica; Rocha Sedimentar; Cobertura de Solo
	Nome Provável do Material:	Granitoides; Basalto; Carbonatos; Arenitos; Folhelhos; Gnaisse; Xisto/Filito; Areia; Argila; Solo orgânico
	Estrutura:	Falha; Fratura; Veio; Dobra; Maciço; Camadas Sedimentares
Estéril	Tipo de Material:	Rocha Ígnea; Rocha Metamórfica; Rocha Sedimentar; Cobertura de Solo
	Nome Provável do Material:	Granitoides; Basalto; Carbonatos; Arenitos; Folhelhos; Gnaisse; Xisto/Filito; Areia; Argila; Solo orgânico
	Há Aproveitamento Comercial de Rejeitos:	Sim; Não
	Qual?	texto livre

Água Sub.	Nível da Água:	Aflorante; Raso (<10 m); Profundo (>10 m)	
	Nível do Freático:	Acima da cota de lavra; Abaixo da cota de lavra	
Água Superf.	Presença de Lagos:	Sim; Não	
	Presença de Rios:	Sim; Não	
	Presença de Nascentes:	Sim; Não	
Céu Aberto	Geotecnia	Material Lavrado:	Solo coesivo; Solo não coesivo; Rocha alterada; Rocha sã muito fraturada; Rocha sã pouco fraturada
		Condições dos Taludes:	Irregular; Bancadas
		Controle dos Taludes:	Sim; Não
		Altura Média das Bancadas:	numérico
		Inclinação Média das Bancadas:	numérico
		Largura Média das Bermas:	numérico
		Evidências de Erosão:	Sim; Não
		Evidências de Escorregamento:	Sim; Não
		Sistema de Drenagem:	Sim; Não
		Estudo Geotécnico:	Sim; Não
		Fendas de Tensão:	Nenhuma; Escassas; Ocasionais; Frequentes; Sistemáticas
Subterrânea	Geotecnia	Condição do Maciço:	Uniforme; Pouco fraturado; Fraturado; Muito fraturado; Extremamente fraturado; Flysch/Irregular
		Fendas de Tensão:	Nenhuma; Escassas; Ocasionais; Frequentes; Sistemáticas
		Cunhas Instáveis:	Nenhuma; Escassas; Ocasionais; Frequentes; Sistemáticas
		Tipos de Suporte:	Quadros em Madeira; Cambotas; Tirantes
		Materiais Usados para Suporte de Chão:	Aço; Madeira; Concreto Projetado
		Condição dos Suportes:	Novo; Antigo Funcional; Antigo Deteriorado; Fora de Serviço Útil
		Evidência de Choco (remoção cunhas instáveis):	Nenhuma; Escassas; Ocasionais; Frequentes; Sistemáticas
		Cavidades Não Suportadas:	Nenhuma; Escassas; Ocasionais; Frequentes; Sistemáticas
		Evidência de <i>pillar robbing</i> :	Nenhuma; Escassas; Ocasionais; Frequentes; Sistemáticas
		Estudo Geotécnico:	Sim; Não

Céu Aberto	Operação	Método de Lavra: (base no RAL)	Lavra por bancada em encosta; Lavra em bancada em lavra; Lavra de rochas aparelhadas com corte e/ou pólvora negra; Lavra de rochas aparelhadas com <i>jet flame</i> ; Lavra de rochas aparelhadas com fio diamantado; Lavra por tiras; Lavra com trado (<i>auger mining</i>); Lavra com desmonte hidráulico; Lavra por dragas mecânicas de arraste; Lavra por dragas mecânicas de sucção; Lavra por <i>dragline</i> ou <i>shovel</i> montadas sobre balsa; Lavra por dragas hidráulicas por sucção direta; Lavra por furos de sonda; Lavra por lixiviação; Outros métodos a céu aberto
		Técnica de Escavação:	Perfuração e Desmonte; Escavação Mecânica; Desmonte Hidráulico; Picareta
		Carregamento:	Escavadeira; Carregadeira; Trator; Manual; Dragagem em Sucção
		Transporte:	Escavadeira; Carregadeira; Caminhão; Manual; Transporte em Polpa
		Nº Perfuratrizes:	numérico
		Nº Escavadeiras:	numérico
		Nº Carregadeiras:	numérico
		Nº Tratores:	numérico
		Nº Caminhões:	numérico
		Nº Monitores Hidráulicos:	numérico
		Nº Bombas:	numérico
		Consumo Total de Diesel (litros/mês):	numérico
		Mineradores em Lavra:	numérico
		Nº de Funcionários Totais da Empresa:	numérico
Subterrânea	Operação	Método de Lavra: (base no RAL)	Realce por câmaras e pilares (<i>room and pillar</i>); Realce por subníveis abertos (<i>sublevel stoping</i>); Realce aberto (<i>open stope</i>); Realce por desabamento em subníveis (<i>sublevel caving</i>); Realce por armazenamento (<i>shrinkage stope</i>) Realce por corte e enchimento (<i>cut and fill stope</i>); Realce por tiras ascendentes com enchimento Realce por tiras descendentes Realce por tiras horizontais (<i>vertical crater retreat</i>); Realce por desabamento do minério (<i>block caving</i>) Realce em

		frente longa (<i>long wall stope</i>); Realce em frente curta (<i>short wall stope</i>); Realce em madeira (<i>timber stope</i>); Outros métodos subterrâneos	
	Técnica de Escavação:	Perfuração e Desmonte; Escavação Mecânica; Desmonte Hidráulico; Picareta; Outros (abre texto livre)	
	Carregamento:	<i>Overhead loader</i> ; <i>Scraper</i> ; Chupadeira; Manual; Outros (abre texto livre)	
	Transporte:	Trem; <i>Wheeled Loader</i> ; Elevador a Cabo; <i>Steep Trail</i> ; Manual; Outros (abre texto livre)	
	Nº Perfuratrizes:	numérico	
	Nº <i>overhead loaders</i> :	numérico	
	Nº Scrapers:	numérico	
	Nº Chupadeiras:	numérico	
	Nº Trens:	numérico	
	Nº <i>wheeled loaders</i> :	numérico	
	Nº Guinchos Mecânicos:	numérico	
	Nº Compressores:	numérico	
	Nº Bombas de Água:	numérico	
	Consumo Total de Diesel (litros/mês):	numérico	
	Mineradores em Lavra:	numérico	
Nº de Funcionários Totais da Empresa:	numérico		
Subaquática	Operação	Equipamento:	Draga; Balsa
		Mergulhador:	Sim; Não
		Tamanho do Flutuante (m):	numérico
		Tamanho da Lança (m):	numérico
		Diâmetro da Lança (pol):	numérico
		Potência do Motor (HP):	numérico
		Consumo de Gasolina e/ou Diesel (l):	numérico
		Material do Flutuante:	Aço Carbono; Madeira
		Material da Estrutura:	Aço Carbono; Madeira; Outro (abre texto livre)
		Forma do Flutuante:	Retangular; Circular

		Ar Condicionado:	Sim; Não
		Lança:	Escariante; Escarilança
		Posição da Lança:	Lado da Caixa; Oposto a Caixa
		Direção do Lançamento do Rejeito:	A Favor da Corrente; Contra a Corrente
		Tipo de Caixa:	1 Lance; 2 Lances
		Descarte de Rejeito:	Meia Nau; Popa
		Mineradores em Lavra:	numérico
		Mineradores em Navegação:	numérico
		Nº de Funcionários Totais da Empresa:	numérico
Substâncias Perigosas		Trabalha com Substâncias Perigosas:	Sim; Não
		Explosivo	Tipo de Explosivo:
	Vencido:		Sim; Não
	Tipo de Iniciador:		Espoleta + Estopim; Não Elétrico; Elétrico; Cordel; Eletrônico
	Vencido:		Sim; Não
	Tipo de Sistema de Ligação:		Não Elétrico; Elétrico; Cordel; Eletrônico; <i>No Delays</i>
	Vencido:		Sim; Não
	Mercúrio	Amalgama com Mercúrio:	No solo; Nas calhas; No Moinho; No Concentrado; Outro (abre texto livre)
		Queima da Amalgama:	Maçarico; Fogo; Fornalha (Cadinho)
		Uso da Retorta:	Sim; Não
		Captura dos Gases:	Sim; Não
	Cianeto	Tipo de Emprego:	texto livre
		Catalisador Associado:	Zinco; Carvão; Outro (abre texto livre)
		Destinação Após Uso:	Neutralização; Despejo em Solo; Despejo em Curso de Água; Em Águas de Rejeito; Em Rede de Esgoto
	Ácidos	Tipo de Emprego:	texto livre
		Estocagem:	texto livre
		Destinação Após Uso:	texto livre
Céu Aberto	SHT	Acesso a um Médico do Trabalho:	Sim; Não
		Presença de um Supervisor de Segurança:	Sim; Não

		Presença de Registro de Acidentes:	Sim; Não
		Existência de um Sistema de Gestão de Risco:	Sim; Não
		Disponibilidade de Caixa de Primeiros Socorros:	Sim; Não
		Presença de Pessoal Treinado em Primeiros Socorros:	Sim; Não
		Tempo Médio de Chegada até um Hospital ou Posto de Saúde:	menos de 30 min; 30-60 min.; 1-2 h; mais de 2 h
		Seguro Contra Acidentes para os Operadores:	Sim; Não
		% de Operadores Usando EPI como Prática Comum: (faixas de porcentagem de 10 em 10%)	numérico (sugestão de intervalos de 10%)
		Condição e Manutenção dos Equipamentos:	Maioria Novos; Maioria em Bom Estado de Manutenção; Maioria com Sobreuso
		Operadores no Espaço Funcional das Máquinas:	Sim; Não
		Máquinas em Conflito de Espaço Funcional:	Sim; Não
		Exposição a Risco de Ruptura por Pressão:	Sim; Não
Subterrânea	SHT/Acessos e Estruturas	Acesso a um Médico do Trabalho:	Sim; Não
		Presença de um Supervisor de Segurança:	Sim; Não
		Presença de Registro de Acidentes:	Sim; Não
		Existência de um Sistema de Gestão de Risco:	Sim; Não
		Disponibilidade de Caixa de Primeiros Socorros:	Sim; Não
		Presença de Pessoal Treinado em Primeiros Socorros:	Sim; Não
		Tempo Médio de Chegada até um Hospital ou Posto de Saúde:	menos de 30 min; 30-60 min.; 1-2 h; mais de 2 h
		Seguro Contra Acidentes para os Operadores:	Sim; Não
		% de Operadores Usando EPI como Prática Comum: (faixas de porcentagem de 10 em 10%)	numérico (sugestão de intervalos de 10%)
		Portal da Mina	Protegido; Não Protegido
	Altura do Portal (m):	numérico	
	Largura do Portal (m):	numérico	
	Poços	Protegido; Não Protegido	

		Diâmetro do Poço (m):	numérico	
		Deslocamento nos Poços:	numérico	
	SHT Rampas e Galerias	Rampa	Com Suporte; Sem Suporte	
		Altura da Rampa (m):	numérico	
		Largura da Rampa (m):	numérico	
		Deslocamento	Normal; Difícil; <i>Crawling</i>	
		Condição do Piso	Protegido (madeira ou outros); Seco; Barro; Água parada; Água Corrente	
	Ventilação	Sistema de Ventilação:	Nenhum; Natural; Ar Comprimido; Ventilador+Mangueira; Misto	
		Tipo de Ventilador:	Artesanal; Industrial não para Mineração; De Mineração	
	Qualidade do Ar	Temperatura do Ar:	Muito Fria; Fria; Normal; Quente; Extremamente Quente	
		Umidade do Ar:	Extremamente seco; Seco; Normal; Úmido; Extremamente Úmido	
		Poeira e Gases:	(Indicado pela luz da lanterna) Nenhum; Difundido; Concentrado; Compacto	
	Subaquática	SHT Geral	Acesso a um Médico do Trabalho:	Sim; Não
			Presença de um Supervisor de Segurança:	Sim; Não
			Presença de Registro de Acidentes:	Sim; Não
Existência de um Sistema de Gestão de Risco:			Sim; Não	
Disponibilidade de Caixa de Primeiros Socorros:			Sim; Não	
Presença de Pessoal Treinado em Primeiros Socorros:			Sim; Não	
Tempo Médio de Chegada até um Hospital ou Posto de Saúde:			menos de 30 min; 30-60 min.; 1-2 h; mais de 2 h	
Seguro Contra Acidentes para os Operadores:			Sim; Não	
% de Operadores Usando EPI como Prática Comum: (faixas de porcentagem de 10 em 10%)			numérico (sugestão de intervalos de 10%)	
SHT / Equipamento		Nível de Ruído (dB):	numérico	
	Partes em Movimento Protegidas:	Sim; Não		
	Condição e Manutenção:	Maioria Novos; Maioria em Bom Estado de Manutenção; Maioria com Sobreuso		

Socioeconômico		Operadores no Espaço Funcional das Partes em Movimento:	Sim; Não
		Exposição a Risco de Ruptura por Pressão:	Sim; Não
		Ferrugem Exposta:	Sim; Não
		Material Solto nas Áreas de Deslocamento:	Sim; Não
	Informações Socioeconômicas	A Mina Está Ligada a Alguma Comunidade?	Sim; Não (positivo, abre texto livre)
		Média da Idade dos Trabalhadores da Mina:	numérico
		Tipo de Trabalho:	Formal; Informal
	Org. Social do Processo do Trabalho	Postos de Trabalho Por Forma de Contratação (em % do Total ou em Número)	numérico: CLT; Parceria / Participação nos Resultados; Trabalho Familiar; Subcontratação / Temporário; Outros (selecionar unidade)
		Posto de Trabalho Por Gênero	numérico: Homem; Mulher
		Posto de Trabalho Por Escolaridade (%)	numérico: Alfabetizado; Séries Iniciais do Ensino Fundamental (1 ^o -4 ^o); Ensino Fundamental Completo (até 8 ^o); Ensino Médio Completo; Ensino Superior Completo
		Postos que Exigem uma Qualificação Profissional. (% dos Postos Informados ou Número)	numérico (selecionar unidade)
		Tipo de Qualificação Profissional Exigida (% dos Postos)	Numérico: Formação no Sistema S; Formação Superior; Formação não Regularizada; Outro
		Há Mais de Um Turno de Trabalho?	Sim, Não (caso positivo abre mais seleção de horário de turnos)
	Condições de Trabalho	Horário do INÍCIO da Jornada de Trabalho?	seleção
		Horário do FINAL da Jornada de Trabalho?	seleção
		Origem dos Principais Insumos de Produção? (Em %)	numérico: Local – Município da Lavra; Local – Municípios Vizinhos; Regional – UF da Lavra; Nacional – Brasil; Exportação
Organização Social da Atividade	Última Vez Que Houve a Presença de um Representante do Poder Público na Empresa (Fiscalização, Visita Técnica, Orientação & Treinamento, Busca de Informação etc.)	Em 2016; Em 2015; Em 2014; Entre 2010 e 2014; Nunca	
	Qual Foi o Objetivo da Visita?	Fiscalização; Visita técnica; Orientação/Treinamento; Busca de informação; Outro	

	Quais destas Organizações Visitaram a Empresa nos Últimos 5 Anos?	DNPM; Ministério Público; MP do Trabalho; OMMA (Municipal); OEMA (Estadual); IBAMA/ICMBio (Federal); Outras
	Há Sindicatos Atuando nesta Unidade Produtiva?	Sim; Não (positivo, abre texto livre)
	A Empresa Responsável pela Extração É Membro de um Sindicato Empresarial?	Sim; Não (positivo, abre texto livre)
Organização	Existe Organização Local?	Sim; Não; Ocasionalmente; Somente em certos assuntos
	Nome da(s) Organização(ões)	texto livre
	Quem Participa Dessa Organização Local?	Todos os mineiros; Parte dos mineiros; As empresas; Só existe no papel
Conflitos	Há Conflitos de Uso da Terra?	Sim; Não (positivo, abre texto livre)
	Há Conflitos com Poluição?	Sim; Não (positivo, abre texto livre)
	Há Conflitos com Prostituição?	Sim; Não (positivo, abre texto livre)
	Há Conflitos com Áreas Protegidas (UCs)?	Sim; Não (positivo, abre texto livre)
	Há Conflitos com Terras Indígenas?	Sim; Não (positivo, abre texto livre)
	Há Conflitos de Licenciamento?	Sim; Não (positivo, abre texto livre)
	Há Conflitos com Taxas / Impostos?	Sim; Não (positivo, abre texto livre)
	Qual se Destaca?	Uso da Terra; Poluição; Prostituição; Áreas protegidas; Terras Indígenas; Licenciamento; Taxas/Impostas; Outro (abre texto livre)
	Porque se Destaca?	texto livre
		Cooperação com Outros Agentes na Cadeia de Produção
	Ajuda Governamental - Existe Financiamento:	Sim; Não (positivo, abre tipo e valor)
	Ajuda Governamental - Existe Subsídio:	Sim; Não (positivo, abre tipo e valor)
Observações Adicionais:		texto livre

Fonte: NAP.Mineração/USP (2017)

ANEXO III – Listagem das campanhas de campo

Tabela 30 – Listagem das campanhas de campo

Campanha de campo	Local	Equipe
01	Manaus (AM) e entorno	Equipe 2
02	Macapá (AP) e entorno	Equipe 1
03	Porto Velho (RO) e entorno	Equipe 2
04	Itaituba (PA)	Equipe 1
05	Belém (PA) e entorno	Equipe 1
06	Peixoto (MT) e região	Equipe 3
07	Cuiabá (MT) e entorno	Equipe 3
08	Marabá (PA), Parauapebas e região	Equipe 1
09	São Luiz (MA) e entorno	Equipe 1
10	Sul do Maranhão e região	Equipe 1
11	Tocantins	Equipe 2
12	Novo Horizonte (BA) e região	Equipe 2
13	Teresina (PI) e entorno	Equipe 1
14	Fortaleza (CE) e entorno	Equipe 2
15	Campina Grande (PB) e Seridó (PB, RN, PE)	Equipe 2
16	Sul do Ceará	Equipe 2
17	Oeste de Pernambuco	Equipe 3
18	Recife (PE) e entorno	Equipe 3
19	Jacobina (BA) e região	Equipe 1
20	Salvador (BA) e entorno	Equipe 1
21	Sul da Bahia	Equipe 1
22	Goiânia (GO), DF e região	Equipe 1
23	Campo Grande (MS) e entorno	Equipe 1
24	Belo Horizonte (MG) e entorno	Equipe 1
25	Norte de Minas Gerais	Equipe 1
26	Norte do Espírito Santo	Equipe 2
27	Sul de Minas Gerais	Equipe 1
28	Sul do Espírito Santo	Equipe 2
29	Vale do Ribeira (SP) e região	Equipe 3
30	Sorocaba (SP) e região	Equipe 3
31	Curitiba (PR), entorno e região	Equipe 2
32	Ametista (RS) e região	Equipe 4
33	Rio de Janeiro	Equipe 2
34	Santa Catarina	Equipe 5
35	Porto Alegre (RS) e entorno	Equipe 5

Fonte: NAP.Mineração/USP (2017)

ANEXO IV – Preços extremos excluídos da análise

Tabela 31 – Preços extremos excluídos da análise

Substância AMB	Estado	Município	Quantidade comercializada 2015 (t)	Valor comercialização 2015 (R\$)	Preço por tonelada 2015 (R\$/t)
Ardósia	Santa Catarina	Trombudo Central	317.136,29	2.086.823,72	6,58
Ardósia	Minas Gerais	Felixlândia	2.749,38	672.117,95	244,46
Areia	Pará	Oriximiná	2.511,00	0,09	0,00
Areia	Ceará	Fortim	568.512,00	319.904,00	0,56
Areia	Sergipe	Campo Do Brito	151.769,02	148.769,02	0,98
Areia	Rondônia	Ministro Andreazza	1.488,00	1.488,00	1,00
Areia	Ceará	Aracati	378.585,00	393.840,00	1,04
Areia	Minas Gerais	São Gonçalo Do Pará	24.470,00	26.150,00	1,06
Areia	Paraná	Altônia	15.848,00	16.980,00	1,07
Areia	Minas Gerais	Ponte Nova	12.885,40	13.915,00	1,08
Areia	Bahia	Entre Rios	23.010,00	29.593,00	1,28
Areia	Rio Grande do Sul	Cidreira	102.231,20	135.706,60	1,32
Areia	Ceará	Maranguape	18.020,00	25.652,00	1,42
Areia	Ceará	Iguatu	3.200,00	4.800,00	1,50
Areia	Mato Grosso	Juína	1.400,00	2.100,00	1,50
Areia	Bahia	Serrinha	3.887,50	6.315,00	1,62
Areia	São Paulo	Santa Cruz Da Conceição	866.358,21	1.447.107,05	1,67
Areia	Rio Grande do Norte	Goianinha	20.400,00	40.800,00	2,00
Areia	Rio Grande do Sul	Capivari Do Sul	15.500,00	31.000,00	2,00
Areia	Tocantins	Araguatins	16.686,00	35.940,00	2,15
Areia	Ceará	Itapagé	1.700,00	3.774,00	2,22
Areia	Sergipe	São Cristóvão	155.975,71	371.183,66	2,37
Areia	Bahia	Caravelas	16.240,00	40.351,42	2,48
Areia	Santa Catarina	Laguna	247.020,20	623.555,00	2,52
Areia	Pernambuco	Santa Maria Do Cambucá	96.843,60	246.974,40	2,55
Areia	Bahia	Jandaíra	2.262,20	5.840,00	2,58
Areia	Minas Gerais	Papagaios	39,00	108,00	2,77

Areia	Minas Gerais	São Francisco De Paula	18.493,60	51.222,25	2,77
Areia	Sergipe	Pirambu	54.235,37	151.586,48	2,79
Areia	Piauí	Jacobina Do Piauí	4.465,00	12.502,00	2,80
Areia	Minas Gerais	Reduto	4.321,80	12.248,00	2,83
Areia	Rio Grande do Sul	Cerrito	195.517,30	573.729,52	2,93
Areia	Mato Grosso	Curvelândia	60,00	18.000,00	300,00
Areia	Minas Gerais	Nova União	638,47	217.993,84	341,43
Areia	Alagoas	Canapi	9,15	3.200,00	349,72
Areia	Bahia	Tucano	118,00	57.546,13	487,67
Areia	Rio Grande do Sul	Bagé	48,00	24.000,00	500,00
Areia	Paraíba	Boa Vista	8,11	65.893,75	8.125,00
Areia	Rio de Janeiro	Quissamã	23,81	390.462,00	16.399,07
Areia Industrial	Bahia	Serrinha	58.665,00	108.238,08	1,84
Areia Industrial	Ceará	Crateús	14.000,00	31.080,00	2,22
Areia Industrial	São Paulo	Guararema	70.000,00	163.650,00	2,33
Areia Industrial	Sergipe	Estância	5.848,45	18.798,58	3,21
Areia Industrial	Ceará	Sobral	4.960,45	17.640,68	3,55
Areia Industrial	Rio Grande do Sul	Rosário Do Sul	58,04	421.103,96	7.255,40
Arenito Ornamental	Rio Grande do Sul	Parobé	256.666,21	906.551,00	3,53
Arenito Ornamental	Rio Grande do Sul	Bom Retiro Do Sul	152,52	141.540,00	928,01
Arenito Ornamental	Ceará	Cariré	969,02	1.383.084,58	1.427,30
Arenito Ornamental	Ceará	Sobral	384,74	654.343,20	1.700,74
Argilas Comuns	Minas Gerais	Itaú De Minas	371.085,70	0,24	0,00
Argilas Comuns	Minas Gerais	Araxá	65,00	6,00	0,09
Argilas Comuns	Ceará	Itapipoca	168.640,85	25.046,39	0,15
Argilas Comuns	Santa Catarina	Palmitos	20.000,00	4.077,24	0,20
Argilas Comuns	Ceará	Itarema	108.000,00	30.000,00	0,27
Argilas Comuns	Minas Gerais	São Brás Do Suaçuí	448.262,00	180.154,80	0,40
Argilas Comuns	Rio Grande do Sul	Charqueadas	2.490,00	1.082,00	0,43

Argilas Comuns	Mato Grosso do Sul	Ladário	17.896,05	8.181,07	0,45
Argilas Comuns	Mato Grosso	Santo Antônio Do Leverger	648.841,00	297.370,48	0,46
Argilas Comuns	Minas Gerais	Ibertioga	26.000,00	11.960,00	0,46
Argilas Comuns	Bahia	Simões Filho	69.537,94	35.586,16	0,51
Argilas Comuns	Bahia	Itambé	2.638.394,00	1.498.189,36	0,57
Argilas Comuns	Minas Gerais	São José Da Lapa	16.155,40	11.431,25	0,71
Argilas Comuns	Sergipe	Campo Do Brito	137.500,00	97.300,00	0,71
Argilas Comuns	Goiás	Mara Rosa	34.000,00	27.000,00	0,79
Argilas Comuns	Mato Grosso	Dom Aquino	23.429,50	21.086,55	0,90
Argilas Comuns	Santa Catarina	Itapiranga	8.381,00	7.602,12	0,91
Argilas Comuns	Paraná	Sapopema	7.250,00	7.250,00	1,00
Argilas Comuns	Pernambuco	Belo Jardim	130.596,00	130.596,00	1,00
Argilas Comuns	Rio Grande do Norte	Acari	4,00	4,00	1,00
Argilas Comuns	Rio Grande do Norte	Caicó	5.000,00	5.000,00	1,00
Argilas Comuns	Rio Grande do Sul	Araricá	1.037,50	1.037,50	1,00
Argilas Comuns	Rio Grande do Sul	Triunfo	123.947,79	123.947,79	1,00
Argilas Comuns	Rondônia	Cacoal	28.874,61	28.874,61	1,00
Argilas Comuns	São Paulo	Itapeva	618,20	618,20	1,00
Argilas Comuns	São Paulo	Piedade	500,15	500,15	1,00
Argilas Comuns	Bahia	Jaguarari	9.504,70	9.504,70	1,00
Argilas Comuns	Ceará	Aracati	8.000,00	8.000,00	1,00
Argilas Comuns	Goiás	Campestre De Goiás	1.000,00	1.000,00	1,00
Argilas Comuns	Goiás	Nova Iguaçú De Goiás	7.650,00	7.650,00	1,00
Argilas Comuns	Goiás	São Luís De Montes Belos	7.000,00	7.000,00	1,00
Argilas Comuns	Minas Gerais	Arceburgo	239,09	239,09	1,00
Argilas Comuns	Maranhão	Matinha	26.257,61	28.818,90	1,09
Argilas Comuns	Pernambuco	Limoeiro	1.458,00	1.620,00	1,11
Argilas Comuns	Goiás	Vianópolis	19.500,00	22.500,00	1,15

Argilas Comuns	Rio Grande do Sul	Santa Maria	172.236,23	203.542,52	1,18
Argilas Comuns	Ceará	Acaraú	81.508,33	97.807,81	1,19
Argilas Comuns	Rio Grande do Sul	Estância Velha	911,00	1.098,60	1,20
Argilas Comuns	Ceará	Bela Cruz	5.687,00	7.141,16	1,25
Argilas Comuns	Minas Gerais	Vargem Alegre	23.680,00	30.000,09	1,27
Argilas Comuns	Goiás	Silvânia	40.253,00	52.747,50	1,31
Argilas Comuns	Goiás	Santa Bárbara De Goiás	72.280,00	96.030,00	1,33
Argilas Comuns	Minas Gerais	Brasilândia De Minas	8.000,00	10.800,00	1,35
Argilas Comuns	Minas Gerais	Gonçalves	4.800,00	6.621,00	1,38
Argilas Comuns	Santa Catarina	Antônio Carlos	14.790,00	21.750,00	1,47
Argilas Comuns	Goiás	Luziânia	1.884,00	2.861,00	1,52
Argilas Comuns	Minas Gerais	Januária	12.322,31	18.956,44	1,54
Argilas Comuns	Rio Grande do Sul	São Sebastião Do Caí	261.491,04	411.101,07	1,57
Argilas Comuns	Ceará	Amontada	8.139,00	13.571,00	1,66
Argilas Comuns	Ceará	Chorozinho	19.661,76	33.127,35	1,68
Argilas Comuns	Pernambuco	Jaboatão Dos Guararapes	19.700,00	33.500,00	1,70
Argilas Comuns	Santa Catarina	Governador Celso Ramos	17.950,00	31.900,00	1,77
Argilas Comuns	Ceará	Mauriti	6.735,49	12.123,88	1,79
Argilas Comuns	Minas Gerais	Iguatama	7.709,00	13.910,00	1,80
Argilas Comuns	Goiás	Cabeceiras	43.686,04	81.933,00	1,87
Argilas Comuns	Pernambuco	Passira	21.995,00	41.718,50	1,89
Argilas Comuns	Minas Gerais	São João Do Oriente	10.940,00	20.782,00	1,89
Argilas Comuns	Minas Gerais	Piracema	3.095,00	5.880,50	1,90
Argilas Comuns	Rio Grande do Sul	Flores Da Cunha	2.290,00	4.420,00	1,93
Argilas Comuns	Rio de Janeiro	Itaboraí	79.979,51	154.522,86	1,93
Argilas Comuns	Minas Gerais	Central De Minas	6.000,00	1.720.946,06	286,82
Argilas Comuns	São Paulo	Amparo	112,00	225.320,36	2.011,78
Argilas Comuns	Minas Gerais	Rodeiro	120,00	259.920,00	2.166,00

Argilas Comuns	São Paulo	Diadema	130,65	890.919,05	6.819,12
Argilas Plásticas	Paraná	Tijucas Do Sul	6.780,74	1.227.496,97	181,02
Argilas Plásticas	São Paulo	São Simão	9.989,10	2.969.029,72	297,22
Argilas Refratárias	Espírito Santo	Linhares	1.100,00	176,00	0,16
Argilas Refratárias	São Paulo	Mogi Das Cruzes	49.140,00	16.707,60	0,34
Argilas Refratárias	Sergipe	Rosário Do Catete	42.886,70	32.643,14	0,76
Argilas Refratárias	Minas Gerais	Nova Ponte	36.082,50	31.038,61	0,86
Argilas Refratárias	Goiás	Inhumas	30.000,00	36.000,00	1,20
Argilas Refratárias	São Paulo	Sorocaba	42.523,00	84.646,00	1,99
Argilas Refratárias	Minas Gerais	Boa Esperança	2.250,00	4.500,00	2,00
Argilas Refratárias	São Paulo	Iperó	2.700,00	5.400,00	2,00
Argilas Refratárias	Santa Catarina	Taió	1.514,00	3.330,80	2,20
Argilas Refratárias	São Paulo	Salto De Pirapora	3.655,00	9.137,50	2,50
Argilas Refratárias	São Paulo	Barretos	11.273,00	30.056,00	2,66
Argilas Refratárias	Minas Gerais	Andradas	8.701,39	2.814.899,95	323,50
Argilas Refratárias	Minas Gerais	Uberaba	46.208,30	35.744.703,06	773,55
Argilas Refratárias	Paraná	Sapopema	41,00	82.000,00	2.000,00
Brita e Cascalho	Rio Grande do Sul	Roca Sales	10.080,00	0,08	0,00
Brita e Cascalho	Rio Grande do Sul	Marques De Souza	13.050,00	0,11	0,00
Brita e Cascalho	Rio Grande do Sul	Ilópolis	2.800,00	0,10	0,00
Brita e Cascalho	Minas Gerais	Mirabela	5.044.104,00	268.757,37	0,05
Brita e Cascalho	Rio Grande do Sul	Bom Princípio	18.008,50	1.748,65	0,09
Brita e Cascalho	Rio Grande do Sul	Muitos Capões	13.050,00	1.650,00	0,12
Brita e Cascalho	Sergipe	Neópolis	17.500,00	2.300,00	0,13
Brita e Cascalho	Rio Grande do Sul	Santa Bárbara Do Sul	22.800,00	5.700,00	0,25
Brita e Cascalho	Sergipe	Japoatã	2.732,80	1.320,00	0,48
Brita e Cascalho	Sergipe	São Francisco	25.890,00	21.575,00	0,83
Brita e Cascalho	Minas Gerais	Conceição Das Alagoas	10.757,00	10.757,00	1,00
Brita e Cascalho	Rio Grande do Sul	Pinhal Da Serra	2.040,00	2.040,00	1,00

Brita e Cascvalho	Bahia	Cafarnaum	40.000,00	40.000,00	1,00
Brita e Cascvalho	Minas Gerais	Aiuruoca	3.000,00	3.150,00	1,05
Brita e Cascvalho	Santa Catarina	São José Do Cerrito	44.332,13	52.311,91	1,18
Brita e Cascvalho	Rio Grande do Sul	Teutônia	12.005,50	14.168,13	1,18
Brita e Cascvalho	Rio Grande do Sul	Cerro Branco	13.260,00	16.840,20	1,27
Brita e Cascvalho	Rio Grande do Norte	Ielmo Marinho	127.200,00	192.000,00	1,50
Brita e Cascvalho	Ceará	Brejo Santo	47.138,00	76.364,00	1,62
Brita e Cascvalho	Sergipe	Campo Do Brito	15.000,00	25.000,00	1,66
Brita e Cascvalho	Goiás	Indiara	140.314,60	267.908,00	1,90
Brita e Cascvalho	Sergipe	São Cristóvão	92.884,80	183.126,08	1,97
Brita e Cascvalho	São Paulo	Terra Roxa	27.752,00	55.503,00	1,99
Brita e Cascvalho	Rio Grande do Sul	Caçapava Do Sul	105.894,40	32.682.795,87	308,63
Brita e Cascvalho	Paraná	Tomazina	876,67	303.497,50	346,19
Brita e Cascvalho	Rio Grande do Norte	Parelhas	4.339,96	2.250.115,58	518,46
Brita e Cascvalho	Mato Grosso	Nova Mutum	11,68	16.255,84	1.391,76
Brita e Cascvalho	São Paulo	Botucatu	199,32	3.168.997,17	15.899,04
Calcário	Minas Gerais	Mirabela	3.362.736,00	179.171,58	0,05
Calcário	Goiás	Goiás	120.513.250,42	21.465.016,90	0,17
Calcário	Rio Grande do Norte	Felipe Guerra	2.087,00	1.606,61	0,76
Calcário	Sergipe	Santo Amaro Das Brotas	62.552,78	58.341,28	0,93
Calcário	Paraíba	Pocinhos	48.178,00	48.178,00	1,00
Calcário	Rio Grande do Sul	Dom Feliciano	228.377,50	403.811,50	1,76
Calcário	São Paulo	Piracicaba	309.600,00	928.800,00	3,00
Calcário	Paraná	Jaguariaíva	1.294,13	285.659,75	220,73
Calcário	Bahia	Candeias	5.130,90	3.262.342,72	635,82
Calcário	Maranhão	Tutóia	17.021,32	15.298.865,16	898,80
Calcário	Minas Gerais	Funilândia	329,45	349.962,37	1.062,26
Caulim	Amapá	Vitória Do Jari	424.815,08	0,12	0,00
Caulim	Minas Gerais	Araxá	65,00	6,00	0,09
Caulim	Minas Gerais	Patrocínio Do Muriaé	3.000,00	3.000,00	1,00
Caulim	Santa Catarina	Navegantes	180,00	540,00	3,00

Caulim	São Paulo	Mogi Das Cruzes	66.160,77	24.218.126,51	366,05
Caulim	Pará	Ipixuna Do Pará	1.389.325,19	533.639.946,04	384,10
Caulim	Minas Gerais	Ijaci	10.884,44	4.793.938,16	440,44
Caulim	Pará	Almeirim	245.324,72	153.449.344,07	625,49
Caulim	São Paulo	Juquitiba	173,57	347.209,56	2.000,40
Dolomito	Minas Gerais	Pains	0,01	0,01	1,00
Dolomito	Paraná	Ponta Grossa	263.750,00	485.325,00	1,84
Feldspato	Minas Gerais	Joáima	5,50	5.500,00	1.000,00
Feldspato	Minas Gerais	Itinga	3.271,15	4.663.524,56	1.425,65
Mica	Minas Gerais	Caiana	1,46	40.000,00	27.397,26
Ornamental (Granito, Gnaisse e afins)	Goiás	Israelândia	53.586,00	23.293,00	0,43
Ornamental (Granito, Gnaisse e afins)	Minas Gerais	Arceburgo	3.696,00	7.920,00	2,14
Ornamental (Granito, Gnaisse e afins)	Bahia	Nazaré	79.678,80	535.198,82	6,71
Ornamental (Granito, Gnaisse e afins)	Paraíba	Campina Grande	10.759,34	20.418.389,27	1.897,73
Ornamental (Granito, Gnaisse e afins)	Minas Gerais	São Geraldo Do Baixio	1.455,86	2.993.292,68	2.056,03
Ornamental (Granito, Gnaisse e afins)	Ceará	São Gonçalo Do Amarante	4.322,01	9.053.885,94	2.094,83
Outras Rochas Ornamentais (Pedra de Talhe, Pedra-Sabão, Basalto etc.)	Rio Grande do Sul	Crissiumal	53,00	0,10	0,00
Outras Rochas Ornamentais (Pedra de Talhe, Pedra-Sabão, Basalto etc.)	Paraíba	Campina Grande	41.520,00	51.900,00	1,25
Outras Rochas	Paraná	Santa Helena	1.600,00	8.000,00	5,00

Ornamentais (Pedra de Talhe, Pedra- Sabão, Basalto etc.)					
Outras Rochas Ornamentais (Pedra de Talhe, Pedra- Sabão, Basalto etc.)	Rio Grande do Sul	Rosário Do Sul	58,04	421.237,96	7.257,7 1
Quartzito Industrial	Bahia	Paratinga	468,54	311.182,96	664,15
Quartzito Industrial	Goiás	Buriti De Goiás	1,20	1.285,00	1.070,8 3
Quartzito Ornamental	Ceará	Uruoca	15.160,14	33.272.961,18	2.194,7 6

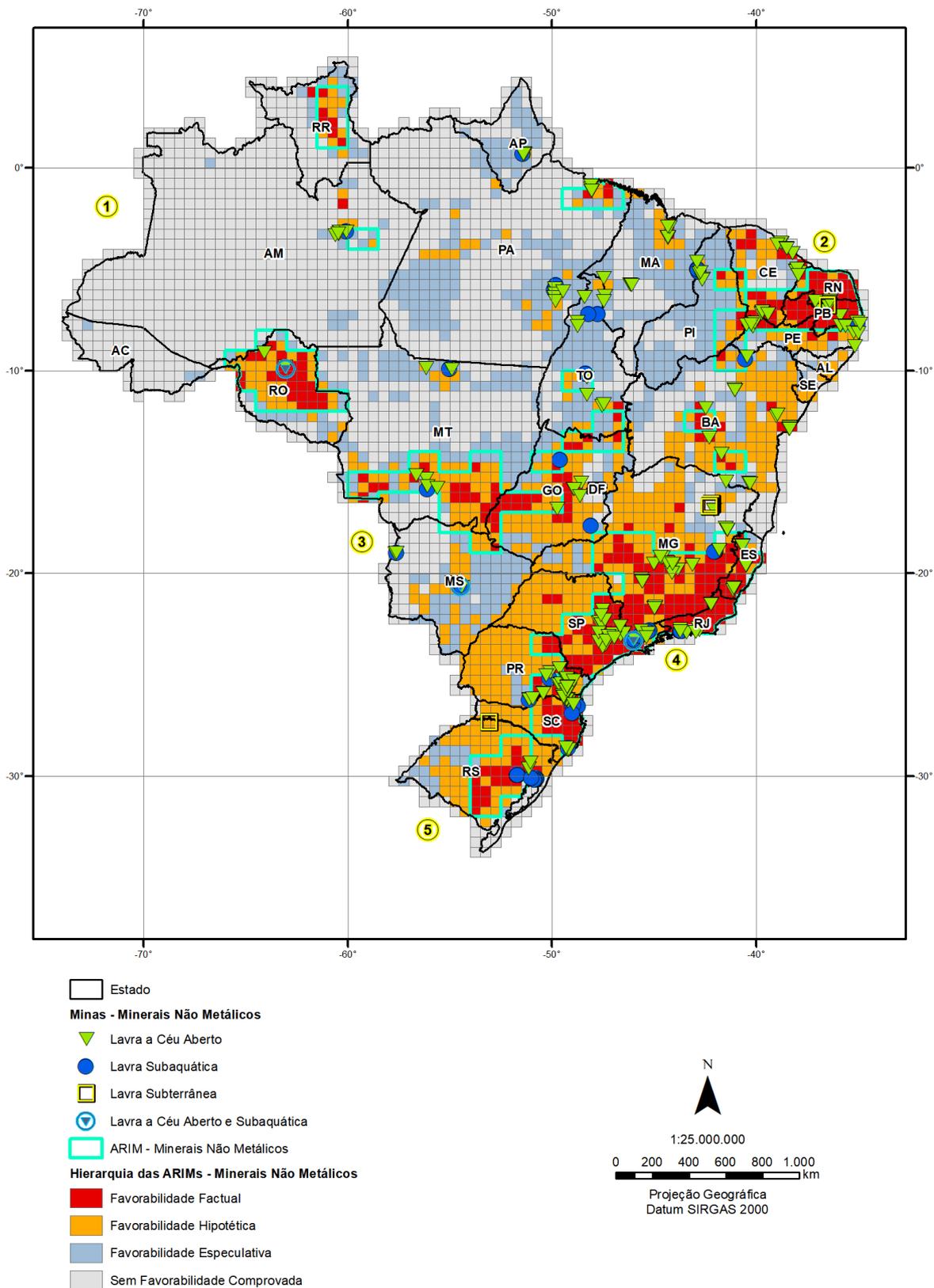
ANEXO V – Mapa síntese do relatório 6

Para produzir o mapa síntese relativo ao Relatório 6, foram utilizados como base espacial os pontos dos locais onde a equipe técnica do Projeto META MPE realizou entrevistas, em 2016. O mapa reflete, portanto, as principais informações coletadas em campo quanto a métodos de lavra, uso de EPIs pelos trabalhadores, gênero (homens/mulheres), escolaridade, regimes de trabalho e média de idade dos trabalhadores, conforme apresentado na Figura 92.

De forma geral, as principais informações obtidas sobre a MPE de minerais não metálicos são:

- Devido às características geológicas dos depósitos de minerais não metálicos e ao baixo valor unitário da maioria das substâncias, as lavras ocorrem principalmente a céu aberto (78%);
- Quanto ao uso de EPIs, a equipe do projeto constatou que em 50% das operações visitadas os trabalhadores utilizam EPIs, sistematicamente ou não, e em 12% os trabalhadores não utilizam nenhum tipo de EPI;
- Quanto à questão do gênero, verificou-se que, nas unidades produtoras visitadas, 93% dos trabalhadores são homens e 7% são mulheres; 51 operações não forneceram informação sobre gênero dos trabalhadores;
- Em relação ao nível de escolaridade, 37% dos trabalhadores das operações visitadas tinham o ensino fundamental incompleto; 32%, o ensino fundamental completo; 25%, o ensino médio completo; e 5%, o ensino superior completo.
- A maioria dos trabalhadores (78%) está sob o regime de Consolidação das Leis do Trabalho (CLT);
- As operações de minerais não metálicos visitadas utilizam mão de obra regularmente contratada, em sua maioria homens, com idade entre 25 e 39 anos.

Figura 92 – Mapa síntese do Relatório 6



Fonte: NAP.Mineração/USP (2017)

As informações quanto às características dos trabalhadores das minas visitadas do grupo de substâncias não metálicas são apresentadas no mapa síntese em formato A0 no anexo do Relatório 7.

A Tabela 32 sumariza as informações sobre o perfil dos trabalhadores.

Tabela 32 – Características dos trabalhadores do grupo de substâncias não metálicas

Variável	Categorias	Estado																									
		AP	AM	BA	CE	ES	GO	MA	MT	MS	MG	PA	PB	PR	PE	PI	RJ	RN	RS	RO	SC	SP	TO				
Número de visitas	n	5	9	17	19	12	8	14	8	9	39	12	10	40	17	10	20	5	17	3	18	35	11				
Trabalhadores usando EPIs	<25%	80	-	6	21	-	13	29	13	56	21	8	20	5	18	40	15	-	-	33	22	14	18				
	25%-75%	-	-	18	5	-	50	21	38	-	10	8	20	25	6	-	10	20	6	-	-	-	-				
	>75%	20	89	41	53	83	13	14	-	11	51	50	20	45	35	10	30	20	35	33	28	11	45				
	Não declarado	-	11	35	21	17	25	36	50	33	18	33	40	25	41	50	45	60	59	33	50	74	36				
Gênero	Homem %	74	88	93	91	96	95	94	96	91	95	90	98	93	88	97	92	100	94	98	81	93	93				
	Mulher %	26	12	7	9	4	5	6	4	9	5	10	2	7	12	3	8	-	6	2	19	7	7				
Escolaridade (%)	Fundamental Incompleto %	60	56	89	50	61	43	84	100	100	97	50	88	47	100	75	39	95	35	38	22	100	23				
	Fundamental Completo %	17	21	8	27	19	56	13	-	-	1	27	6	27	-	12	30	-	38	55	30	-	27				
	Médio Completo %	20	18	3	20	18	1	2	-	-	2	19	5	21	-	12	26	3	21	7	34	-	46				
	Superior Completo %	3	4	1	3	2	-	-	-	-	-	-	4	2	5	-	1	4	3	6	-	14	-				
Regimes de Trabalho (%)	CLT %	100	83	90	76	75	75	100	88	89	90	75	33	95	65	73	99	80	47	100	72	59	93				
	Participação %	-	-	3	-	-	25	-	-	-	10	17	37	-	-	-	-	-	44	-	-	-	-				
	Temporário %	-	17	1	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	1	-	4	-	12	-	7				
	Outros %	-	-	6	11	25	-	-	13	11	-	8	30	5	35	7	-	20	6	-	16	40	-				
Média de idade dos trabalhadores (%)	<24 (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
	25-39 (%)	100	100	63	88	100	71	85	86	75	79	75	63	71	100	100	45	100	31	100	24	43	73				
	40-64 (%)	-	-	38	13	-	29	15	14	25	18	25	38	29	-	-	55	-	69	-	76	57	27				
	65+ (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				

Fonte: NAP.Mineração/USP (2017)

ANEXO VI – Unidades produtoras visitadas

O Anexo VI apresenta as informações referentes às unidades produtoras visitadas do grupo de substâncias não metálicas.

Alguns pontos de coordenadas (latitude e longitude) são aproximações, em casos nos quais as entrevistas foram realizadas nas proximidades da mina, por exemplo, na entrada da área da operação ou no escritório.

Ainda, para alguns pontos de coordenadas o número do processo do DNPM não foi coletado em campo, por não ter sido informado à equipe técnica pelo entrevistado. Posteriormente, a informação foi pesquisada no Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE) e acrescentada às colunas destacadas em cinza.