



Mineração no Rio Grande do Sul

DIAGNÓSTICO SETORIAL E VISÃO DE FUTURO

Mineração no Rio Grande do Sul: diagnóstico setorial e visão de futuro. Sumário Executivo / Rio Grande do Sul. Secretaria de Minas e Energia. Porto Alegre : Secretaria de Minas e Energia, 2018. v. 1, 88 p., : il.

1. Mineração. I. Rio Grande do Sul. Secretaria de Minas e Energia. II. Título.

CDU 622

Bibliotecária responsável: Irma Carina Brum Macolmes - CRB 10/1393

Projeto Gráfico: Pedro Barbosa - SME | Impressão: Ideograf | Tiragem: 500

Agradecimentos

A Secretaria de Minas e Energia do Rio Grande do Sul agradece, com profundo reconhecimento, todos aqueles que colaboraram para a elaboração do presente trabalho intitulado Mineração no Rio Grande do Sul: Diagnóstico Setorial e Visão de Futuro. Embora sejam muitos aqueles que prestaram apoio e colaboração no desenvolvimento e execução desta atividade, referenciamos, a seguir, aquelas instituições e seus colaboradores que atuaram de maneira mais próxima na elaboração do diagnóstico de cada grupo de substâncias minerais.

Governador do Estado

José Ivo Sartori

Secretária de Minas e Energia

Susana Kakuta

Coordenadores

Guilherme de Souza - SMF Guilherme Pantaleão da Silva Priebe - SME Tuanny Borba de Freitas - SME Karen Cristina de Jesus Pires - DNPM/ANM Lucy Takehara Chemale - CPRM

Equipe Técnica / Colaboradores

Alexandre de Paula Alves Andrea Garcia Carlos Augusto Almeida Eberson José Thimmig Silveira Eduardo Sanberg Geraldo Mario Rohde Guilherme de Souza Guilherme Pantaleão da Silva Priebe Ivam Luis Zanette João Ângelo Toniolo Karen Cristina de Jesus Pires Lubecke Rabello Carneiro Lucy Takehara Chemale Michel Marques Godov Nev Sá Júnior Pércio Branco de Moraes Raquel Barros Binotto Roberto Saraiva Rossana Vicente Goulart Ruy Paulo Phillipp Simone Zwirtes Telmo Quadros Tuanny Borba de Freitas

Estagiários - SME:

Amanda Ramos Eduardo Luís Schio Júlia Muller Haubert Max Carvalho Vaske Nadine Goulart Nicole Montanari da Silva Paloma Seitenfus

Entidades Colaboradoras

Águia Fertilizantes

Associação Gaúcha dos Produtores de Brita, Areia e Saibro (AGABRITAS)

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/ Serviço Geológico do Brasil (CPRM)

Companhia Riograndense de Mineração (CRM) Departamento Nacional de Produção Mineral / Agência Nacional de Mineração (DNPM/ANM) Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler (FEPAM)

Mineração Terra Roxa

Nexa Resources S.A.

Rio Grande Mineração S.A.

Secretaria do Desenvolvimento Econômico, Ciência e Tecnologia (através da CIENTEC) Sindicato da Indústria da Mineração de Brita, Areia e Saibro de Estado do RS (SINDIBRITAS) Sindicato da Indústria Olaria Cerâmica para Construção do RS (SINDICER)

Sindicato das Indústrias de Joalheria, Mineração, Lapidação, Transformação e Beneficiamento de Pedras Preciosas do Estado do Rio Grande do Sul (SINDIPEDRAS)

Universidade de Caxias do Sul (UCS)

Mensagem do Governador

O Estado possui uma riqueza de substâncias minerais muito grande, porém este ativo encontra-se subaproveitado. Do ponto de vista energético, concentramos aproximadamente 89% das reservas brasileiras de carvão mineral, o que, em termos de energia, é mais de 3 vezes o que o Brasil possui em petróleo. Em termos de recursos minerais não energéticos, obtemos destaque internacional em produção e reservas de ametista e ágata, abundância e diversidade de materiais para a construção civil, além de diversas outras substâncias minerais com potencial econômico, exploradas ou não, capazes de gerar desenvolvimento do estado.

Possivelmente, a ausência de órgãos estaduais específicos voltados à mineração dentro da estrutura de governos anteriores tenha sido uma dificuldade para atrair investimentos, orientar empreendedores e fortalecer as indústrias do setor. Porém, mais do que nunca, estamos precisando transformar estas reservas em empregos e em receitas por meio do retorno em impostos, além de diversificar ainda mais as atividades econômicas presentes no estado.

Reconhecendo essa oportunidade e de forma a sinalizar a prioridade que dispensaríamos às áreas de energia e mineração, apesar de termos diminuído significativamente o número de secretarias de estado, optamos por criar a Secretaria de Minas e Energia, como forma de preencher essa lacuna. Na sequência, criamos o Comitê de Planejamento de Mineração do Estado do Rio Grande do Sul (Comergs) por meio do Decreto nº. 52.582, de 1º de outubro de 2015, para melhor receber as demandas e apoiar o setor.

Através do retorno obtido junto às entidades presentes no Comergs, vimos a necessidade de divulgar informações sobre essa riqueza mineral que possuímos, identificar minerais estratégicos e oportunidades de fortalecimento das indústrias do setor mineral e traçar estratégias para impulsionar o setor. Essa necessidade conduziu ao presente trabalho intitulado Mineração no Rio Grande do Sul: Diagnóstico Setorial e Visão de Futuro.

Através da Lei nº 15.047, de 29 de novembro de 2017, foi criada uma Política Estadual para o Carvão Mineral e instituído o Polo Carboquímico do Estado, através dos complexos da Campanha e Baixo Jacuí. Estas são regiões onde se concentram as maiores reservas e em que o governo vem buscando com afinco apoiar a instalação de empreendimentos que gerem desenvolvimento socioeconômico mediante a exploração do carvão adotando tecnologias avançadas. O Decreto nº. 54.136 de 03 de julho de 2018 instituiu um comitê gestor do Polo Carboquímico do estado congregando os principais agentes que atuam no Estado, de âmbito estadual e nacional, bem como o setor privado. Esse pode ser visto como um primeiro encaminhamento no sentido de fortalecer o setor, o qual esperamos servir de modelo a ser replicado para desenvolvimentos referentes a outras substâncias minerais.

Em acréscimo à criação da Secretaria e do Comergs, este trabalho é mais um importante passo para desenvolver o setor mineral, podendo ser considerado um combustível para o nosso futuro e insumo para a construção de um novo amanhã.

JOSÉ IVO SARTORI

GOVERNADOR DO ESTADO

Mensagem da Secretária de Minas e Energia

Os desafios do mundo globalizado e da sociedade do conhecimento demandam que as empresas busquem a inovação e consequente melhoria contínua de seus produtos e processos para se manterem competitivas no mercado. Inovação é impulsionadora da agregação de valor, portanto geradora de mais desenvolvimento.

O Rio Grande do Sul possui uma matriz produtiva diversificada e exportadora. Tem a maior Rede de Parques e Incubadoras da América Latina. Possui universidades e Institutos de Ciência e Tecnologia - ICT's de excelência acadêmica em PD&I. Todavia, o Rio Grande do Sul tem se afrontado com o desafio da sustentabilidade financeira do estado, o que tem impactado, especialmente na sua capacidade de investimento, afetando, por consequência, sua capacidade competitiva. No médio prazo, o desafio demográfico imporá importante reformulação da matriz produtiva. O cenário mais provável para o médio e longo prazos sugere uma relação entre as populações economicamente ativa e inativa de 1:2 a partir de 2030. Isso significa que para cada cidadão com idade entre 14 e 65 anos que contribui para a previdência, teremos outros 2 cidadãos sem contribuição. Ou seja, há que se produzir mais com menos gente. Isto só se faz com inovação.

A leitura dos cenários macroeconômicos mais prováveis no âmbito estadual e das premissas básicas para a competitividade nos tempos atuais conduziu à seguinte indagação: como poderíamos criar diferenciais competitivos para alavancar o desenvolvimento socioeconômico de forma a sustentar o nosso futuro? O desafio está colocado: o estado precisa, urgentemente, focar esforços para, de um lado, modernizar setores tradicionais da nossa economia; e, por outro, inserir setores portadores de futuro, criando uma nova economia baseada no conhecimento.

A transformação de ativos tangíveis e intangíveis em diferenciais competitivos passa por reconhecer nossas vocações, recursos disponíveis, demandas e oportunidades. Precisamos fortalecer setores e atividades consolidadas, bem como identificar e desenvolver novos potenciais de forma sustentável sob os aspectos: econômico, social e ambiental.

O Rio Grande do Sul é privilegiado por possuir abundância e diversidade de recursos minerais. Carvão mineral, agrominerais, minerais metálicos, água mineral, materiais para a construção civil e pedras preciosas são exemplos de grupos de substâncias que possuímos largamente em diferentes regiões. Entretanto, toda esta riqueza mineral vem sendo subaproveitada. Considerando este potencial, a necessidade de intensificar e agregar valor a nossa economia e o efeito multiplicador de empregos da mineração (1:13), foram direcionados esforços para realização deste trabalho Mineração no Rio Grande do Sul: Diagnóstico Setorial e Visão de Futuro.

A partir de um diagnóstico da mineração no estado, identificamos oportunidades e ameaças para subsidiar um planejamento estratégico para o setor, especialmente no que tange a minerais de importância estratégica e aqueles definidos como portadores de futuro. Para essa tarefa, a sólida parceria construída com o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM/ANM) e Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) foi fundamental. Com essas ações, pretendemos materializar este ativo em desenvolvimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todos (ONU, Objetivo de Desenvolvimento Sustentável nº. 08).

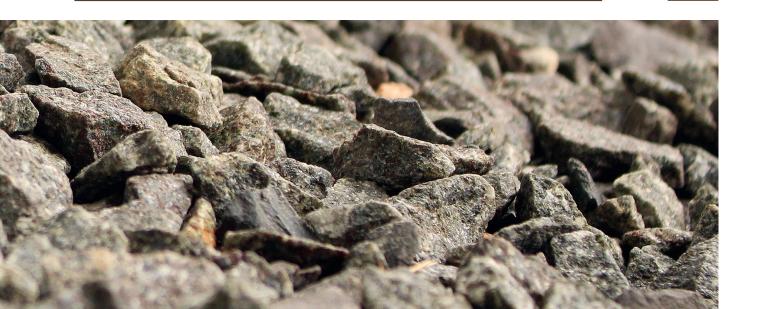
A inovação possui caráter regional. Entendemos que a cadeia de valor da mineração, empregando tecnologias avançadas que minimizem impactos ambientais e orientadas para agregar valor às substâncias que possuímos em solo gaúcho, poderá ser um vetor de desenvolvimento e construção de um novo Rio Grande!

Sumário

1. Apresentação	12
1.1 A Importância da Mineração para a Sociedade	16
2. Contexto da Mineração no Estado do Rio Grande do Sul	18
2.1 Recursos e Exploração Mineral no RS	20
2.1.1 Materiais para Construção Civil	20
2.1.2 Minerais Metálicos	23
2.1.3 Recursos Energéticos	24
2.1.4 Águas Minerais	25
2.1.5 Indústria Cerâmica	26
2.1.6 Pedras Preciosas	27
2.1.7 Rochas Ornamentais	29
2.1.8 Insumos Agrícolas	30
2.1.9 Aspectos Socioeconômicos	32
2.2 Aspectos Gerais sobre Legislações Mineral e Ambiental	34
3. Tendências e Desafios do Setor Mineral	36
4. Visão de Futuro da Mineração	40
4.1 Minerais Estratégicos	41
4.1.1 Insumos Agrícolas (agrominerais)	42
4.1.2 Insumos para a Construção Civil	43



4.1.3 Carvão Mineral	44
4.1.4 Minerais Metálicos	46
4.2 Empreendimentos Previstos	47
4.2.1 Projeto Fosfato Três Estradas	47
4.2.2 Projeto Retiro	48
4.2.3 Projeto Caçapava do Sul	49
4.3 Potenciais Depósitos e Utilizações	50
4.3.1 Hidratos de Metano - Bacia de Pelotas	50
4.3.2 Ocorrência de Pb-Zn-Cd (Ag)	51
4.3.3 Cobre (Minas do Camaquã e Jazida Santa Maria)	51
4.3.4 Outras Ocorrências Minerais no Estado - Metálicos (Serra Geral) e Terras Raras	52
4.3.5 Turfa da Região de Itapuã	53
4.4 Resíduos como Recursos	53
4.4.1 Cinzas de Carvão Mineral	54
4.4.2 Argilas Intermediárias de Candiota (subproduto da extração de carvão mineral)	55
4.4.3 Subprodutos da Britagem (areia artificial)	56
4.4.4 Remineralizadores (rochagem)	57
5. Estratégias para a Promoção do Setor	58
Referências	62
Apêndices	68





estado do Rio Grande do Sul é privilegiado em relação à abundância de recursos naturais. As características climáticas e do solo, somadas à sua forte vocação orientada ao agronegócio permitem que o estado seja pujante em diferentes culturas no cenário nacional e internacional (e.g., arroz, soja, fumo e viticultura). No cenário energético, possui recursos hídricos e topografia adequada que permitem que aproximadamente 57% da capacidade instalada para a geração de energia elétrica ocorra por meio deste modal. A esta, somam-se aproximadamente 20% de geração eólica, em função das características de velocidade e continuidade do regime de ventos no litoral e campanha.

Não obstante estes desenvolvimentos, os planejamentos energético e mineral do estado pressupõem um detalhado diagnóstico dos setores, que forneça um adequado entendimento do que se possui em acréscimo ao mapeamento do potencial, das oportunidades e ameaças com vistas ao seu crescimento sustentado, inclusivo e sustentável. Com o propósito de mapear o cenário atual e desenvolver um planejamento estratégico customizado para cada setor atinente à pasta, a Secretaria de Minas e Energia do Estado assumiu o compromisso de buscar a robustez do seu sistema de geração elétrica, fortalecendo modais energéticos consolidados e que proporcionem energia firme assim como também a atração de investimentos em fontes de energias alternativas e renováveis. O Atlas Eólico, o Atlas das Biomassas do RS, o Plano Energético do Estado 2016:2025 e o Atlas Solarimétrico permitiram subsidiar ações governamentais na área energética.

Neste sentido, citam-se, como ações e programas da Secretaria: (I) a Geração Distribuída de Energia sem Imposto (Decreto n°. 52.964, de 30 de março de 2016); (II) o Programa RS Energias Renováveis (Decreto n°. 53.160, de 03 de agosto de 2016); (III) o fortalecimento do Comitê de Planejamento Energético do Estado do Rio Grande do Sul – Copergs (Decreto n°. 52.282, de 05 de março de 2015); (IV) a Política Estadual do Biometano (Lei n°. 14.864, de 11 de maio de 2016) e; (V) a Política Estadual do Carvão Mineral (Lei n°. 15.047, de 29 de novembro de 2017); esta última, instituindo o Polo Carboquímico no RS, dedicado a diversificar e agregar valor ao carvão mineral gaúcho.

Trazendo à baila a mineração em seu senti-

do *lato sensu,* abarcando também recursos não energéticos, em seu primeiro ano de governo (2015), a Secretaria criou o Comitê de Planejamento de Mineração do Estado do Rio Grande do Sul (Comergs) por meio do Decreto nº. 52.582, de 1º de outubro de 2015. Por meio do Comergs, criou-se um fórum permanente para discutir as dificuldades e identificar oportunidades para fortalecer o setor mineral, de forma a efetivamente planejar as ações voltadas à exploração mineral no Estado. O Comergs visa ao aumento da participação gaúcha neste setor, congregando representantes das diferentes Secretarias de Estado, entidades do meio empresarial e demais organizações que compõem a sociedade civil. É fundamental a interação destas com o Poder Executivo para que este, ao se apropriar das demandas, necessidades e dificuldades enfrentadas por empresas e demais organizações no dia-a-dia dos seus negócios, em diferentes estágios, consiga construir políticas e programas de estado efetivos para incentivar o setor de forma alinhada ao interesse público.

Em âmbito nacional, as políticas de médio e longo prazos dedicadas ao setor mineral encontram-se apoiadas no Plano Nacional de Mineração 2010-2030 (BRASIL, 2010). Outros estados federados desenvolveram trabalhos voltados ao setor, seja realizando diagnóstico e diretrizes, seja na forma de um plano. Neste sentido, podem ser citados o Plano de Mineração do Estado do Pará 2014:2030 (PARÁ, 2014) e o Diagnóstico do Setor Mineral do Estado do Amapá (AMAPÁ, 2010).

Além de fornecer informações e dados que permitam a realização de um diagnóstico do setor mineral, que divulguem a riqueza de substâncias minerais e apontem para oportunidades e ameaças para sua exploração e comercialização no estado, o presente trabalho, intitulado "Mineração no Rio Grande do Sul: Diagnóstico Setorial e Visão de Futuro" pretende demonstrar o interesse do Poder Executivo no fortalecimento do setor. De maneira similar ao que buscaram os trabalhos que o precederam, a presente iniciativa possui o objetivo geral de apoiar o planejamento e a gestão sustentável dos recursos minerais, promovendo a competitividade e a geração de valor, riqueza e emprego para o desenvolvimento socioeconômico do RS. Os princípios gerais que norteiam o presente documento, seus objetivos e ações estruturantes podem ser conferidos a seguir.



Mineração no Rio Grande do Sul: Diagnóstico Setorial e Visão de Futuro

Princípios:

- O desenvolvimento socioeconômico ambientalmente sustentável;
- A preservação do interesse estadual;
- A cooperação público-privada;
- A geração de valor, riqueza e empregos no estado.

Objetivo Geral:

Apoiar o planejamento e a gestão sustentável dos recursos minerais, promovendo a competitividade do setor e a geração de valor, riqueza e emprego para o desenvolvimento socioeconômico do RS.

Objetivos Específicos:

- Conhecer e informar o cenário atual e o potencial mineral do estado;
- Subsidiar diretrizes políticas para potencializar o cenário mineral estadual;
- Aproximar e envolver entidades mineradoras para identificar demandas e soluções que incrementem a sua competitividade e os benefícios ao estado;
- Prover informações técnicas e legais que criem um ambiente favorável para fortalecer as empresas e atrair investimentos e novos empreendimentos na cadeia produtiva do setor mineral;
- ☑ Buscar novas possibilidades de beneficiamento e uso de minerais no estado e apontar para substâncias minerais estratégicas e portadoras de futuro;
- Incentivar as atividades minerais propiciando um desenvolvimento regional sustentável.

O trabalho intitulado Mineração no Rio Grande do Sul: Diagnóstico Setorial e Visão de Futuro se divide em duas partes, quais sejam:

(I) Volume I - Sumário Executivo: Aponta para os principais resultados obtidos no diagnóstico de forma a transmitir o contexto geral da mineração no Rio Grande do Sul, tendências, desafios, visão de futuro e macroestratégias para a promoção do setor no estado.

(II) Volume II - Diagnóstico do Setor Mineral

do Estado: Apresenta informações detalhadas e específicas que incluem reservas nacionais, estaduais, produção, comercialização e demandas, conforme ilustra a Figura 1.

Foram considerados 8 grupos de substâncias minerais definidos pelo Comergs, quais sejam: 1) Materiais para Construção Civil; 2) Minerais Metálicos; 3) Recursos Energéticos; 4) Águas Minerais; 5) Indústria Cerâmica; 6) Pedras Preciosas; 7) Rochas Ornamentais; e 8) Insumos Agrícolas (Figura 2).

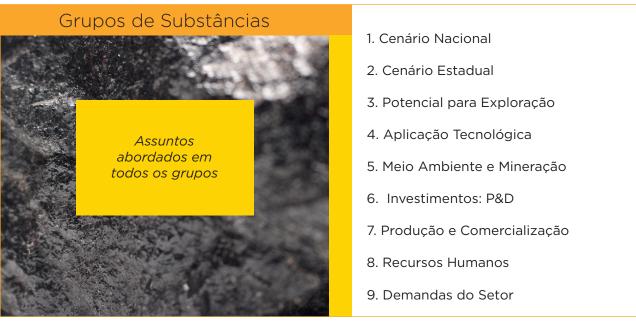


Figura 1: Estrutura dos subcapítulos do diagnóstico por grupo de substâncias.



Figura 2: Grupos de substâncias minerais.

As reuniões do Comergs e a elaboração deste documento proporcionaram maior aproximação de entidades públicas que se comunicam com a mineração, dentre as quais a Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler (FEPAM), a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/Serviço Geológico do Brasil

(CPRM) e o Departamento Nacional de Produção Mineral/Agência Nacional de Mineração (DNPM/ANM). A maior interação e cooperação destas entidades permitirá uma melhor resposta às demandas do setor mineral, sendo este um resultado secundário, mas não menos importante deste trabalho.

1.1 A Importância da Mineração para a Sociedade

A contribuição do setor mineral à economia do Rio Grande do Sul é melhor dimensionada ao serem observados indicadores macroeconômicos da sua cadeia produtiva (Figura 3). A produção mineral estadual foi de R\$ 1,47 bilhões no ano de 2016. Aproximadamente 12 mil empregados formais estão associados à mineração (DNPM, 2018a). Segundo a Secretaria Nacional de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, do Ministério de Minas e Energia, o efeito

multiplicador de empregos no setor mineral é da ordem de 1:13 (Figura 4), em que cada vaga de trabalho na cadeia extrativa mineral criaria outros 13 empregos diretos ao longo da cadeia produtiva (BRASIL, 2010).

Portanto, projeta-se que em torno de 160 mil empregos diretos são gerados ao longo da cadeia do setor mineral quando considerados os empregos na primeira transformação e fornecedores.

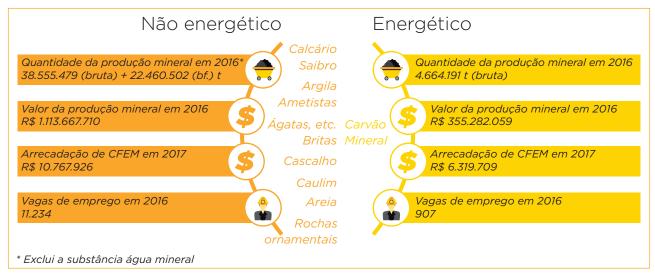


Figura 3: Macroindicadores econômicos do setor mineral no Rio Grande do Sul. Fonte: DNPM (2018a).

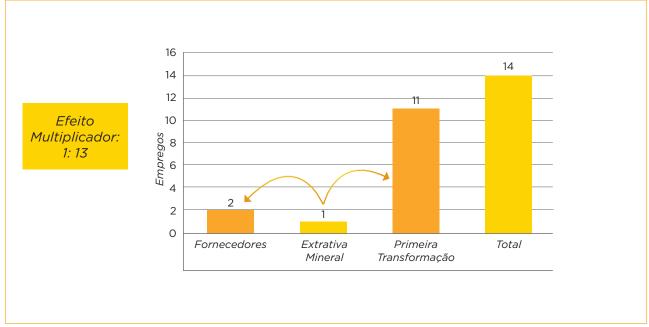


Figura 4: Efeito multiplicador de empregos no setor mineral. Fonte: IBRAM (2011).

Entretanto, a importância da mineração transcende os seus aspectos econômicos. É possível traçar uma relação direta entre o desenvolvimento econômico, a qualidade de vida e o consumo de bens minerais. Da mesma maneira que a indústria de base, a mineração amplia fronteiras geográficas e econômicas, possibilitando a interiorização da população e aumentando as demandas por infraestrutura e serviços, gerando emprego, renda e contribuindo para minimizar as diferenças regionais. O setor de mineração representa cerca de 5 % do PIB global, gerando, aproximadamente US\$ 3,5 trilhões em receita anual bruta (BRASIL, 2018). Portanto, pode-se afirmar que a extração de minérios está diretamente associada com os fenômenos sociais e possui vínculo com o crescimento e desenvolvimento de uma região, estado ou país, criando empregos e fornecendo as matérias-primas e os insumos para diversos outros setores. Estima-se que o consumo acumulado de bens minerais de um cidadão nascendo hoje, no Brasil, ao longo de uma vida de 70 anos, seria de 260 toneladas. Este valor estaria muito abaixo do padrão de países mais desenvolvidos como Alemanha (1.020 t) e EUA (1.690 t) (DNPM, 2006). Outras fontes indicam que uma pessoa consuma, direta ou indiretamente, 10 toneladas/ano de produtos do reino mineral.

A rigor, praticamente a totalidade de artefatos, equipamentos, utensílios, construções, enfim, a maioria dos objetos com os quais interagimos, emprega alguma substância mineral. A mineração está presente no dia-a-dia da população gaúcha em escolas, presídios, hospitais, estradas, veículos automotivos, dispositivos eletroeletrônicos, medicamentos, tubulações, dentre outros. (Figura 5). Considerando a relevância de tais substâncias e a existência de recursos e reservas minerais no estado, o desafio que se apresenta é usufruir desse benefício de maneira a

maximizar os ganhos econômicos e sociais pela exploração e agregação de valor desses recursos com minimização dos impactos ambientais.

Sendo assim, mostra-se essencial o investimento em novas tecnologias, pois somente com a utilização destas, acompanhadas da adoção de boas práticas na mineração, será possível um aumento em termos de sustentabilidade do setor. Ademais, o desenvolvimento das tecnologias de mineração impacta positivamente o setor, aumentando a eficiência dos processos, reduzindo seu potencial de impacto ambiental e sobre a saúde humana, por meio de ações de controle e monitoramento da saúde e segurança dos trabalhadores do setor (IBRAM, 2013). Pode-se citar como exemplos: investimentos em pesquisa, desenvolvimento e difusão de novos processos com foco no aumento da recuperação dos minérios de interesse e do aproveitamento dos seus subprodutos; recuperação e reaproveitamento de resíduos; novos processos e usos alternativos; tecnologias de baixo risco ambiental para disposição de resíduos; recuperação e reutilização da água empregada nos processos, ou, até mesmo, a eliminação da necessidade de uso dessa água; uso de novos métodos de extração; monitoramento de barragens e de riscos ambientais; definição de parâmetros mais rígidos de segurança para a construção de barragens de rejeitos, ou, ainda, a sua eliminação por meio da concentração de minério sem adição de água com adoção de processos alternativos para a disposição de rejeitos (a exemplo do processo de beneficiamento à umidade natural do projeto Ferro Carajás) (BNDES, 2017); alternativas para a movimentação de cargas, reduzindo as emissões atmosféricas da queima de óleo diesel (como por exemplo, emprego de correias transportadoras); e, por fim, o uso de novos processos e tecnologias que promovam a "mineração mais limpa".



Figura 5: A mineração no dia-a-dia da população.



estado do Rio Grande do Sul apresenta uma vasta geodiversidade, oriunda de sua evolução geológica ao longo do tempo, que registra colisões entre continentes e intensa atividade geotectônica. A sua geodiversidade possibilita a formação de uma série de ambientes geológicos com potencial para ocorrência de depósitos minerais - a exemplo de arcos magmáticos, arcos de ilhas, assoalhos oceânicos, vulcões, bacias sedimentares e ambientes geológicos mais recentes, envolvendo planícies aluvionares e a planície costeira - que hoje se materializam nas rochas e sedimentos inconsolidados, e fazem par-

te do registro geológico existente no estado.

O termo "geodiversidade" pode ser definido como o meio físico de um determinado local, constituído pela variedade de ambientes, composição, fenômenos e processos geológicos que dão origem às paisagens, rochas, minerais, águas, fósseis, solos, clima e aos depósitos superficiais, os quais possibilitam o desenvolvimento da vida na Terra, tendo como valores intrínsecos a cultura, o estético, o econômico, o científico, o educativo e o turístico (CPRM, 2006). As suas principais aplicações podem ser vistas na Figura 6.

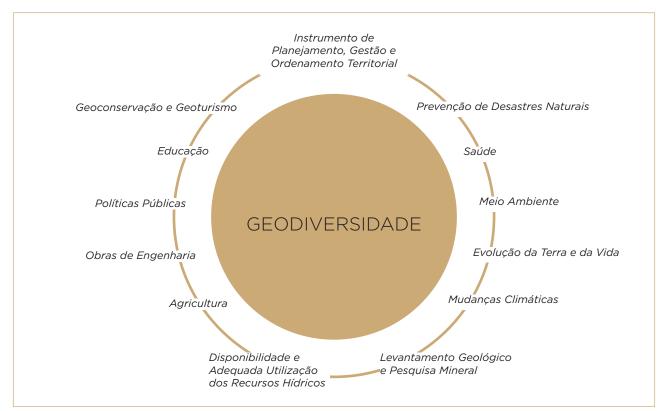


Figura 6: Principais aplicações da geodiversidade. Fonte: Adaptado de Silva et al. (2008).

O conhecimento da geodiversidade de uma área permite identificar, além das possibilidades de uso do meio físico, as restrições e impactos de seu uso inadequado. Este conhecimento deve obrigatoriamente anteceder os usos, tais como a exploração de um recurso mineral, uma vez que informações prévias dos tipos específicos de rochas, relevo, solos e clima compreender pontos-chave para dar suporte a atividades produtivas sustentáveis.

Geologicamente, o Rio Grande do Sul é

constituído em sua porção central pelo Escudo Sul-Riograndense (CHEMALE JR., 2000), onde predominam rochas cristalinas, representadas por um conjunto de rochas mais antigas, em geral metamorfizadas, compreendendo granulitos, gnaisses e metagranitoides; sequências de rochas vulcanossedimentares metamorfizadas ou não; com rochas granitoides e vulcânicas correlatas ou intrusivas na sequência. Essa região é denominada Província Mantiqueira (ALMEIDA et al., 1977 apud VIERO e SILVA, 2010) e limita-se, a leste, com os sedimentos da Planície

Costeira, correspondentes à porção aflorante da Bacia de Pelotas; a norte e a oeste, com os sedimentos e derrames basálticos da Bacia do Paraná. A Província do Paraná inclui as formações sedimentares que recobrem as litologias da Província Mantiqueira, sobrepostas e/ou intrudidas por rochas relacionadas ao magmatismo Serra Geral, que compõe a Serra Gaúcha e os Campos de Cima da Serra. A Província Cos-

teira, terceira Província Geológica do estado, corresponde à segunda maior planície de areia do planeta, em extensão. Esta província é composta por sedimentos finos cenozoicos e tem seu desenvolvimento associado ao rompimento e expansão do continente Gondwana e consequente abertura do Oceano Atlântico, e, posteriormente, aos eventos transgressivo-regressivos do nível do mar (TOMAZELLI et al., 2007).

2.1 Recursos e Exploração Mineral no RS

O Rio Grande do Sul possui atividade de mineração desenvolvida nas suas diversas regiões, cada uma delas contando com ampla diversidade de bens e substâncias minerais. O presente subcapítulo apresenta as principais informações relativas aos recursos e ao conjunto de atividades voltadas à mineração desenvolvida no estado do RS, que envolvem desde processos de exploração e pesquisa mineral até atividades de produção mineral, seja em grande, média ou pequena escalas; com o objetivo de trazer tais informações ao público interessado de forma compilada, breve e direta.

A fim de contribuir para a visualização das dis-

ponibilidades minerais, de sua disposição espacial sobre o território gaúcho, bem como do status de exploração de algumas substâncias, foram elaborados mapas georreferenciados (DATUM SIRGAS 2000), construídos a partir de dados públicos do banco de dados sobre processos minerários do DNPM/ANM. Juntamente com os dados do DNPM/ANM foram incluídas informações disponíveis nos bancos de dados da CPRM e da FEPAM, ampliando a visualização sobre a disponibilidade de recursos das principais substâncias minerais. Tais mapas são parte integrante do Mineração no Rio Grande do Sul: Diagnóstico Setorial e Visão de Futuro, e são apresentados como Apêndices do presente Sumário Executivo.

2.1.1 Materiais para construção civil

Uma das principais características da produção de materiais para a construção civil é a ampla distribuição geográfica dos depósitos minerais/ jazidas e dos empreendimentos (áreas de lavra/ minas), uma vez que estes, em geral, se localizam próximos aos conglomerados urbanos e ao mercado consumidor, a fim de atender à demanda e reduzir custos com frete. A rigidez locacional dos depósitos minerais compreende um dos fatores que podem limitar a disponibilidade à demanda instalada. Rochas cristalinas, próprias para britagem, são abundantes no Planalto Meridional e no Escudo Sul-Riograndense, pouco abundantes na Depressão Central e mais raras na Planície Costeira do estado. Já os depósitos/jazidas de material inconsolidado para produção de areia são abundantes na Depressão Central, Planície Costeira e na região da Campanha, e comuns no Escudo Sul-Riograndense, compreendendo o produto da alteração intempérica de rochas do embasamento, dando origem às planícies aluvionares. Depósitos de areia com grandes volumes são mais raros no Planalto Meridional.

Este setor possui a parcela de insumos minerais mais consumidos e também os mais significativos em termos de quantidades produzidas. Ainda que sejam abundantes e apresentem baixo valor unitário, seu consumo é um importante indicador do perfil de desenvolvimento socioe-

conômico de um determinado país, estado ou região. Os preços são diretamente influenciados por fatores como mercado (oferta e demanda), disponibilidade (reservas), localização geográfica (transporte) e beneficiamento (complexidade da lavra, da indústria de transformação e do tratamento mineral) (SCHERER, 2016).

Para fins deste estudo, será dada ênfase aos materiais para uso na construção civil que caracterizem elevada relevância econômica, considerando o amplo espectro de substâncias abrangidas. Sendo assim, serão consideradas as seguintes substâncias minerais: areia, argilas comuns (material de aterro e cerâmica vermelha), rochas para brita, saibro/cascalho (material de aterro) e pedra de talhe. Uma breve descrição destes grupos de materiais é realizada a seguir:

I) Areia: proveniente de depósitos aluvionares recentes (rios e lagoas), bem como de depósitos relacionados aos sistemas deposicionais antigos. No estado, a extração ocorre principalmente a partir dos sedimentos fluviais do leito dos rios Jacuí, Sinos e Caí (em função das quantidades) e, em menor escala, dos sedimentos de planícies aluviais. Outras áreas estão relacionadas a depósitos do sistema "laguna-barreira" da planície costeira do Rio Grande do Sul, cujos depósitos têm recebido destaque nos últimos anos, pois constituem reservas formadas por areias de ótima qualidade para uso na construção civil (VIERO e SILVA, 2010). As variações anuais na produção de areia pelos principais municípios no estado constam na Tabela 1.

Tabela 1: Principais municípios produtores de areia.

Município	Quantidade de Areia Comercializada (em mil toneladas)				
	2012	2013	2014	2015	2016
Charqueadas	3.687,9	2.724,9	3.851,9	3.192,1	2.552,7
Santa Maria	783,9	1.549,5	1.235,5	1.443,9	1.464,1
Osório	636,6	547,4	545,5	662,0	920,8
Rio Pardo	665,9	710,4	665,6	543,4	447,9
São Jerônimo	400,5	505,8	597,3	493,7	413,8

Fonte: DNPM, 2018a.

II) Argilas comuns: compreendem depósitos/jazidas minerais constituídos dominantemente por partículas de minerais extremamente finos designados argilominerais (grupo dos filossilicatos) formados a partir da alteração intempérica de rochas que contenham minerais primários, que se alteram/desagregam, principalmente sob a ação das águas das chuvas. As jazidas podem ser primárias, quando oriundas da alteração de rochas "in situ", ou secundárias, ligadas principalmente a ambientes fluviais (planícies aluviais), geradas pelo retrabalhamento de superfícies ricas em sedimentos inconsolidados, que são transportados

por correntes aquosas e depositados ao longo de depressões naturais (ZWIRTES e HAMMES, 2016). A extração/lavra de argilas comuns é realizada dominantemente na região metropolitana de Porto Alegre, podendo ser originária de planícies aluviais, de solo residual e de rochas sedimentares da Bacia do Paraná (VIERO e SILVA, 2010). Na construção civil é empregada na produção de cerâmica vermelha, para fabricação de blocos de vedação, blocos estruturais, telhas, tijolos, tubos, ladrilhos, manilhas e elementos vazados diversos. A relação da produção dos principais municípios do estado é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2: Principais municípios produtores de argila comum.

Município	Quantidade de Argila Comum Comercializada (em mil toneladas)				
	2012	2013	2014	2015	2016
São Sebastião do Caí	127,6	135,0	251,1	261,5	400,1
Gravataí	386,6	437,4	468,9	172,4	257,1
Santa Maria	13,2	14,3	33,2	172,4	197,6
Bom Princípio	179,8	91,7	67,7	45,2	112,0
Guaíba	482,6	298,8	35,9	76,8	76,8

Fonte: DNPM, 2018a.

III) Rochas para britagem: são exploradas a partir de rochas ígneas ou metamórficas, em especial granitos, basaltos, rochas vulcânicas ácidas e diabásios. A região de maior concentração de extração corresponde à região norte-nordeste do estado, onde encontra-se a Formação Serra Geral (que consiste dominantemente de uma sequência de rochas vulcânicas, oriundas de vulcanismo de 128 Ma) e, em menor proporção, na metade sul, em rochas pertencentes à Suíte Granítica Dom Feliciano (VIERO e SILVA, 2010) e outras unidades do embasa-

mento. A brita proveniente destas rochas é obtida por meio de desmonte com uso de explosivos, britagem e classificação; o produto pode ser utilizado "in natura" ou misturado com outros insumos, como cimento, asfalto, areia, entre outros, e utilizado como base na construção civil, em obras de infraestrutura, obras civis, pavimentação, concreto e edificações, etc. (ALMEIDA, 2003 apud SCHERER, 2016). A Tabela 3 apresenta os quantitativos da produção de brita e cascalho comercializada pelos principais municípios produtores gaúchos.

Tabela 3: Principais municípios produtores de brita e cascalho.

Município	Quantidade de Brita e Cascalho Comercializada (em mil toneladas)				
	2012	2013	2014	2015	2016
Montenegro	1.210,7	2.182,7	1.661,0	1.290,4	1.456,6
Pelotas	513,3	831,0	500,2	1.079,9	1.146,1
Portão	1.209,9	1.602,4	1.198,8	967,6	902,0
Campo Bom	920,9	663,1	676,3	692,8	841,2
Gravataí	546,9	764,8	822,6	747,8	793,8

Fonte: DNPM, 2018a.

IV) Saibro: segundo a ABNT NBR 13.529:2013, saibro trata-se de um solo proveniente de granitos e gnaisses com minerais parcialmente decompostos, com baixo teor de argila e coloração variada. Quanto à proveniência, saibro consiste em um material incoerente que resulta, principalmente, da alteração intempérica incompleta de rochas quartzo-feldspáticas, tais como granitos e gnaisses. Outras rochas, a exemplo de vulcânicas, geram saibros mais ricos em argilominerais. Em suma, é uma mistura natural de cascalho e material argiloso. O material extraído é utilizado "in natura" para a execução de pavimentação e aterros. No estado, as áreas de extração estão amplamente distribuídas e geralmente localizadas junto às encostas de morros. O relevo de origem possui alta suscetibilidade à erosão. O saibro proveniente de rochas basálticas é geralmente extraído de maneira aleatória e sem maiores critérios técnicos em "saibreiras" pertencentes, de modo geral, às prefeituras. A ocorrência está condicionada às zonas de alteração de rochas vulcânicas básicas ou intermediárias, como basaltos e, mais raramente, andesitos, pertencentes à Formação Serra Geral.

O saibro proveniente de rochas graníticas está relacionado diretamente com as características texturais do protólito referente a fácies granítica de origem (VIERO e SILVA, 2010). O material, também chamado de "saprólito" é utilizado principalmente em obras de aterro e para mistura em menor quantidade com argilas para cerâmica vermelha, variando de acordo com as características texturais do material. Na região metropolitana de Porto Alegre, as áreas de extração de saibro estão localizadas em domínios de rochas vulcânicas da Formação Serra Geral, e domínios de rochas sedimentares das formações Botucatu e Pirambóia. Adicionalmente, ocorrem em depósitos coluvionares e eluvionares (SCHERER, 2016). Os empreendimentos são geralmente de pequeno porte e estão localizados nas proximidades de rodovias e estradas (ZWIRTES e HAMMES, 2016). O produto é empregado como uso imediato na construção civil principalmente em obras de aterro, portanto os depósitos/jazidas minerais são encontrados principalmente na região metropolitana de Porto Alegre e próximos aos centros urbanos. Os principais municípios produtores de saibro no estado são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4: Principais municípios produtores de saibro.

Município	Quantidade de Saibro Comercializada (em mil toneladas)				
	2012	2013	2014	2015	2016
Viamão	431,0	445,8	333,5	342,1	397,3
Taquara	260,2	224,2	460,9	226,7	323,8
Santo Antônio da Patrulha	85,2	605,0	433,0	206,0	223,3
Igrejinha	96,2	95,2	32,6	75,3	174,9
Vacaria	-	-	-	-	151,7

Fonte: DNPM, 2018a.

V) Pedra de talhe: utilizadas para alicerce e pavimentação, são obtidas a partir de arenitos, basaltos ou granitos (VIERO e SILVA, 2010). Ainda que as pedras de talhe sejam utilizadas

dentro do ramo da construção civil, estas serão abordadas dentro da classe de Rochas Ornamentais, considerando a classificação utilizada pelo DNPM/ANM em seus anuários minerais.



Amostra de arenito



Amostra de basalto



Amostra de argila para cerâmica vermelha (argila comum)



Amostra de brita, amplamente empregada na construção civil

2.1.2 Minerais Metálicos

No ano de 2016, as substâncias da classe dos metálicos responderam por aproximadamente 77% do valor total da produção mineral brasileira comercializada. Dentre essas substâncias, oito destacam-se por corresponderem a 98,6% do valor da produção comercializada da classe: alumínio, cobre, estanho, ferro, manganês, nióbio, níquel e ouro. O valor da produção comercializada dessas oito substâncias totalizou R\$ 71,9 bilhões, com destaque para a expressiva participação do ferro nesse montante, cuja produção é concentrada, principalmente, nos estados de Minas Gerais e Pará (DNPM, 2018b).

Apesar dos números significativos relacionados aos minerais metálicos frente às demais substâncias no cenário nacional, atualmente a exploração destas substâncias não é representativa no Rio Grande do Sul. Historicamente, o cobre foi a principal substância mineral metálica explorada no estado, que foi o maior produtor desse bem mineral no país até a década de 1990. O Distrito Cuprífero que se estende pelos municípios de Caçapava do Sul, Encruzilhada do Sul, Lavras do Sul e Bagé sediava as minas pertencentes à Companhia Brasileira do Cobre (CBC), sendo que, em Caçapava do Sul foram instaladas uma lavra a céu aberto denominada de mina Uruguai e uma lavra subterrânea de-

nominada São Luiz. O depósito/jazida mineral das minas do Camaquã foi explorado por mais de 100 anos, entre 1865 e 1996. A mina chegou a ser responsável por 18% da produção brasileira de minério e concentrado de cobre em 1988, tendo encerrado suas atividades em 1996 (DNPM, 2009). A suspensão da mineração, devida à exaustão da jazida e fatores econômicos e tecnológicos, causou impactos sociais como a evasão dos moradores da região (CETEM, 2012). Atualmente, há perspectivas de que a atividade mineradora volte a se desenvolver na região, estando em curso o projeto polimetálico Caçapava do Sul, na região de Lavras do Sul.

Existem reservas importantes de minerais metálicos no estado, porém, encontram-se essencialmente em fase de pesquisa e levantamento de dados. Destacam-se as reservas de ouro na região de São Sepé e Lavras do Sul; cobre em Caçapava do Sul e Lavras do Sul; chumbo, zinco e prata em Caçapava do Sul; e titânio e zircônio em São José do Norte (DNPM, 2018b). É importante ressaltar que as reservas de ouro apresentadas na tabela 5 estão distribuídas em diferentes alvos/áreas, e o ouro se apresenta dominantemente como partículas micrométricas inclusas em minerais sulfetados, com pequenas quantidades de ouro livre.



Amostra de galena



Amostra de hematita



Amostra detrítica contendo ilmenita



Amostra de calcopirita + magnetita

Tabela 5: Principais reservas minerais de substâncias metálicas no Rio Grande do Sul por município em 2016.

Classe/Substância		Reservas	
	Medida	Indicada	Inferida
Chumbo (t) - Pb			
Caçapava do Sul	58.589	258.285	171.247
Cobre (t) - Cu			
Lavras do Sul	17.000	4.381	8.424
Caçapava do Sul	8.134	17.068	34.790
Ouro (primário) (kg) - Au			
Lavras do Sul	8.135	2.044	3.427
São Sepé	622	416	129
Prata (primária) (kg) - Ag			
Caçapava do Sul	41.622	66.710	36.718
Ilmenita (t) - TiO ₂			
São José do Norte	13.317.306	4.566.418	1.358.656
Rutilo (t) - TiO ₂			
São José do Norte	529.653	191.440	56.188
Zinco (t) - Zn			
Caçapava do Sul	46.315	225.865	105.160
Zirconita (primária) (t) - ZrSiO ₄			
São José do Norte	1.428.621	598.236	164.303

Fonte: DNPM, 2018a.

2.1.3 Recursos Energéticos

O potencial do Rio Grande do Sul para a geração de energia e obtenção de produtos diversos a partir de recursos fósseis foi recentemente destacado no Plano Energético do Estado do Rio Grande do Sul - 2016:2025 (RIO GRANDE DO SUL, 2016). A garantia de atendimento à demanda por energia elétrica de forma independente de fatores climáticos é um incentivo para o uso desses recursos. O Estado detém aproximadamente 90% das reservas nacionais de carvão mineral (VIERO e SILVA, 2010). Dentro da matriz elétrica do Brasil, carvão e derivados somaram, em 2016, 2,9% do percentual total (EPE, 2017); já no Rio Grande do Sul, a capacidade instalada corresponde a 3,6% do total da matriz elétrica, considerando que atualmente apenas a fase C da Usina Termelétrica Presidente Médici está operando. Além da tradicional utilização na indústria termelétrica, o carvão pode também ser empregado na indústria carboquímica, ampliando e diversificando a sua utilização.

A região de concentração das jazidas está geologicamente associada à Formação Rio Bonito e ocorre nas cidades/localidades de Santa Terezinha, Morungava, Chico Lomã, Charqueadas, Leão, Iruí, Capané e Candiota, sendo esta última a maior reserva, perfazendo 37% dos recursos nacionais (VIERO e SILVA, 2010). O carvão mineral gaúcho caracteriza-se por possuir alto teor de cinzas e consequentemente baixo poder calorífico; sua utilização é feita tipicamente em locais próximos das jazidas de onde são extraídos. Os municípios produtores de carvão mineral no estado podem ser conferidos na Tabela 6.

Existe também a possibilidade de uso de arenitos betuminosos, turfas e folhelhos betu-

^{*} Observação: Os dados relativos às reservas minerais foram calculados com base nas concentrações, teores e metal contido.

minosos e pirobetuminosos como recursos energéticos, porém, atualmente, não há produção comercial; são encontrados principalmente nas regiões centro-oeste e leste do estado. Outros recursos energéticos a serem considerados são o petróleo e gás natural em reservas off shore. Embora sem comprovação em termos quantitativos, a estimativa da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP é promissora em relação ao potencial petrolífero da

Bacia de Pelotas (ANP, 2017). A expectativa é de que a aquisição de dados mais precisos advindos de sondagens permita a sua exploração comercial nos próximos anos. Hidrocarbonetos contidos nos poros de rochas metamórficas como o xisto pirobetuminoso constituem-se em um recurso energético mineral com potencial de exploração no Rio Grande do Sul, ainda incipiente. O gás e o óleo de xisto são igualmente promissores e desafiadores em termos de exploração no estado.

Tabela 6: Principais municípios produtores de carvão mineral.

Município	Quantidade de Carvão Mineral Comercializada (em mil toneladas)				
	2012	2013	2014	2015	2016
Candiota	3.321,4	3.318,7	3.316,9	3.318,5	2.517,4
Butiá	1.200,9	1.552,4	1.620,1	1.470,4	1.193,5
Minas do Leão	88,4	103,6	113,8	168,2	71,2
Cachoeira do Sul	133,6	38,1	46,2	-	-

Fonte: DNPM, 2018a.







Amostra de folhelho betuminoso

2.1.4 Águas Minerais

Segundo o Código Brasileiro de Águas Minerais, Lei 7.841, de 08 de agosto de 1945, águas minerais são aquelas provenientes de fontes naturais ou artificialmente captadas, que possuam composição química ou propriedades físicas e/ou físico-químicas distintas das águas comuns, com características que lhes confiram uma ação medicamentosa.

Os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade são definidos na Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914 do ano de 2011.

Na prática, entende-se por água mineral ou de mesa, toda ocorrência hídrica com potencialidade de explotação para finalidades diversas, desde que obedecidos os regramentos legais inerentes. Por conceituação legal, águas minerais têm ação medicamentosa e águas potáveis de mesa são aquelas consideradas potáveis conforme padrões pré-determinados (Lei 7.841/1945). Os dois tipos podem, eventualmente, conter gás. No Rio Grande do Sul o consumo atinge 80 milhões de litros/ano, sendo que o mercado gaúcho cresce 10% ao ano. O número de fontes cadastradas é de cerca de 600 unidades no Brasil e 25 no Rio Grande do Sul (AGE-

DAM, 2018). Os principais municípios produto- res do Estado estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7: Principais municípios produtores de água mineral.

Município	Quantidade de Água Mineral Comercializada (em mil toneladas)				
	2012	2013	2014	2015	2016
Igrejinha	73.627,0	212.223,0	84.395,3	73.498,0	104.268,0
Lajeado	73.187,6	73.443,5	93.107,6	90.441,7	97.825,2
ljuí	70.172,3	62.200,8	79.458,7	66.311,0	63.883,3
Barra Funda	51.808,7	47.158,5	57.065,2	53.163,6	54.098,3
Caxias do Sul	15.846,6	16.235,1	9.974,7	16.086,6	24.472,9

Fonte: DNPM, 2018a.







Imagem ilustrativa de fonte natural de água mineral

2.1.5 Indústria Cerâmica

Segundo a Associação Brasileira de Cerâmica - ABCERAM (2018), o termo cerâmica compreende a designação de todos os materiais inorgânicos, não metálicos, obtidos geralmente após tratamento térmico sob temperaturas elevadas.

As matérias-primas básicas do setor cerâmico são as argilas: materiais naturais, normalmente oriundas de intemperismo de rochas, da ação hidrotermal ou de processos de sedimentação em ambientes fluviais, lacustres, marinhos e eólicos. O seu uso industrial resulta das suas propriedades físico-químicas adequadas para diferentes aplicações, relacionadas principalmente a fatores como a granulometria fina (com tamanhos médios de partículas inferiores a 2 μ m), a estrutura cristalina laminar e as substituições isomórficas que permitem a manutenção das dimensões com alteração da carga (BRANCO, 2014).

O emprego da cerâmica é variado, podendo-

-se citar: produtos cerâmicos estruturais (cerâmica vermelha), refratários, louças e porcelanas, isolantes térmicos e outros produtos cerâmicos diversos. A inclusão de substâncias aditivas às misturas, e as propriedades do material argiloso (plasticidade, retração, efeito do calor) determinam o tipo de uso do produto final. O setor industrial da cerâmica apresenta grande variedade de produtos e processos produtivos, verificando-se a existência de diversos tipos de estabelecimentos, com características distintas quanto aos níveis de produção, qualidade dos produtos, índices de produtividade e grau de mecanização. Os principais materiais utilizados como insumos nesta indústria e que possuem reservas no Rio Grande do Sul são: argilas (comuns, plásticas, refratárias, bentonitas e argilas descorantes), caulim, talco e calcário (DNPM, 2018a). A Tabela 8 apresenta os dados de produção de insumos para a indústria cerâmica, em valores brutos, sem que sejam considerados os seus variados usos.

Tabela 8: Principais insumos e municípios produtores de matérias-primas para a indústria cerâmica no RS.

Substância/Município	Quantidade de Argilas e Materiais para Indústria Cerâmica Comercializada (em mil toneladas)					
	2012	2013	2014	2015	2016	
Argilas Comuns						
São Sebastião do Caí	127,6	135,1	251,1	261,5	400,1	
Gravataí	386,6	437,4	468,9	172,4	257,1	
Santa Maria	13,2	14,3	33,2	172,4	197,6	
Bom Princípio	179,8	91,7	67,7	45,2	112,0	
Guaíba	482,6	298,8	35,9	76,8	76,8	
Argilas Plásticas						
São Jerônimo	12,2	14,8	11,0	4,9	2,3	
Argilas Refratárias						
Pantano Grande	-	-	-	-	16,8	
Caulim						
Pantano Grande	256,0	250,2	240,7	239,2	299,9	
Encruzilhada do Sul	-	-	-	31,5	2,9	
Rio Pardo	-	1,4	1,5	-	-	
Talco						
Caçapava do Sul	-	-	-	-	359,0	

Fonte: DNPM, 2018a.



Exposição de diferentes substâncias cerâmicas



Processo de aplicação de revestimento cerâmico

2.1.6 Pedras preciosas

O Rio Grande do Sul é reconhecido internacionalmente por possuir jazidas extensas de ágata e ametista, que ocorrem em preenchimento de cavidades de rochas vulcânicas da Formação Serra Geral da Bacia do Paraná. Esta unidade compreende uma sequência de rochas vulcânicas que recobre aproximadamente metade centro-norte da área estadual.

O Rio Grande do Sul se destaca dentro do Brasil - maior produtor mundial (CPRM, 2018) - como sendo o maior produtor de geodos de ametista e ágata (400 t/mês) (HARTMANN, 2014). As áreas com maior produção de gemas

no Rio Grande do Sul são o Médio-Alto Uruguai, próximo à divisa com Santa Catarina, onde se extrai principalmente ametista; e a região de Lajeado-Soledade-Salto do Jacuí, no centro do Estado, rica principalmente em ágata. A região da Fronteira Sudoeste já exibiu uma produção de ametista significativa, principalmente nos municípios de Quaraí e Sant'Ana do Livramento; entretanto, atualmente esta região não se destaca como área produtora, havendo poucas lavras. Além destas gemas, há a ocorrência de calcedônia, citrino, quartzo variedade cristal de rocha, quartzo rosa, água marinha, ônix, cornalita, barita, jaspe, apofilita, zeólitas e opala.

O Distrito Mineiro de Salto do Jacuí é caracterizado por possuir sua produção voltada à ágata. O minério é extraído em garimpos a céu aberto ou por galerias horizontais subterrâneas. A ágata é uma variedade bandada da calcedônia, que é constituída de quartzo micro a criptocristalino granular e fibroso, apresentando grande variedade de cores. A existência de microporos possibilita que ela seja tingida, por tratamento químico e/ou térmico, aumentando a variabilidade de cores, ou acentuando-as (JUCHEM, 2014).

O Distrito Mineiro de Ametista do Sul contém os principais depósitos de ametista e está situado no norte do estado. Aproximadamente 500 garimpos ativos e inativos são distribuídos ao longo de 8 municípios, porém a maior produção situa-se nos municípios de Ametista do Sul, Iraí, Planalto e Frederico Westphalen (JUCHEM, 2014). Estes garimpos são desenvolvidos na rocha basáltica inalterada, em galerias horizontais subterrâneas que podem ultrapassar 200 m de extensão e, em menor escala, em cavas a céu aberto. O desmonte é feito através do uso de explosivos e as cavida-

des tubulares (geodos) são retirados manualmente com auxílio de martelos e talhadeiras ou, ainda, com marteletes pneumáticos.

Dentre os minerais que ocorrem associados, salientam-se a calcita e a gipsita, que são utilizadas como gemas ornamentais e de coleção. Apesar de não possuir produção expressiva, a cidade de Soledade é o principal centro de beneficiamento, comercialização e exportação do estado desde o final da década de 1970, sendo líder no segmento (CPRM, 2002). Recentemente, houve um aprimoramento na identificação do potencial mineral para gemas na fronteira sudoeste do estado, com inúmeras ocorrências de ágata e outros minerais em menor escala, como ametista e calcedônia (BERGMANN, 2015). A produção desses minerais tem grande importância econômica para todo o Rio Grande do Sul, que é o segundo estado com maior produção e exportação de gemas do país (JU-CHEM, 2014). Os quantitativos dos principais municípios produtores de pedras preciosas são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9: Principais substâncias e municípios produtores de pedras preciosas no RS.

Substância/Município	Quantidade de Pedras Preciosas (em mil toneladas)				
	2012	2013	2014	2015	2016
Ágata, Calcedônia, etc.					
Salto do Jacuí	4,2	3,7	2,7	5,1	4,4
Sant'ana do Livramento	3,0	-	1,8	3,6	1,8
Quaraí	-	-	-	-	1,1
Lagoão	-	-	0,8	0,7	0,2
Soledade	-	-	-	1,0	1,0
Geodos de Ametista					
Ametista do Sul	4,8	6,6	9,8	4,1	4,2
Planalto	-	-	0,6	0,3	0,2
Rodeio Bonito	-	-	0,2	0,1	0,1
Cristal do Sul	-	-	0,4	0,2	0,8
Frederico Westphalen	-	-	0,03	0,009	0,3

Fonte: DNPM, 2018a.



Amostra de ametista



Amostra de ágata

2.1.7 Rochas ornamentais

A expressão "rocha ornamental" compreende, geralmente, as rochas naturais passíveis de serem polidas e posteriormente utilizadas na construção civil na forma de pisos e revestimentos interno e externos. Além destas aplicações, podem ser utilizadas como objetos de decoração, esculturas, estátuas, arte funerária, entre outros usos, possuindo características de cor, textura, brilho e qualidades físico-químicas para estas funções, tais como alta resistência ao intemperismo e a agentes químicos agressivos, baixa absorção de líquidos, baixa dilatação térmica, alta resistência ao desgaste, alta resistência à flexão e aspecto estético agradável (FRA-ZÃO, 2002). A maior parte dos tipos de rochas empregadas como rochas ornamentais no Rio Grande do Sul está distribuída geograficamente ao longo dos municípios da região Central e Sudeste. Os exemplos mais conhecidos são granitos e mármores, embora também sejam utilizadas variedades de granitoides com ocorrência subordinada de sienitos, dioritos, basaltos, entre outros (GONZATTI e PHILIPP, 2009). São utilizados nomes científicos, populares e comerciais, sendo que estes dois últimos variam conforme o local de ocorrência.

São identificadas aproximadamente 20 variedades de rochas ornamentais no estado, sendo que 19 destas localizam-se no escudo Sul-Riograndense (granitos, sienitos e mármores) e uma

na formação Serra Geral (basaltos). A exploração se intensificou na década de 1970, sendo que atualmente existem diversos sítios de extração ativos, porém a maioria dos processos minerários se encontra na fase de pesquisa. A variedade de rocha ornamental gaúcha mais comercializada e com maior volume de exportação é o Sienito Piquiri, de coloração marrom, conhecido como Marrom Guaíba. Outras variedades são o Ouro, cujo tom amarelado é proveniente do intemperismo e o Prata Gaúcho, em que a tonalidade esbranquiçada representa a rocha original sã; ambos são provenientes da mesma unidade geológica - Suíte Granítica Dom Feliciano. Já a variedade de rocha ornamental com a designação comercial "Bege Pérola" é encontrada na região de Encruzilhada do Sul, dentro da Suíte Intrusiva de mesmo nome, consiste em granitos de coloração bege à rósea; o Colorado Gaúcho, encontrado em Viamão e o Royal Red em Pinheiro Machado, têm cor vermelha, forte e homogênea, que é explicada pela presença de feldspatos com finas inclusões de hematita e pertencem à Suíte Granítica Dom Feliciano, possuindo composição sienogranítica com boa aceitação no mercado internacional. As rochas gaúchas possuem grande beleza estética e excelente qualidade, destacada a elevada dureza, brilho e resistência à abrasão (ARAÚJO et al., 2002). Os principais municípios produtores podem ser vistos na Tabela 10.

Tabela 10: Principais substâncias e municípios produtores de rochas ornamentais no RS.

Substância/Município	Quantidade de Rochas Ornamentais (em mil toneladas)					
	2012	2013	2014	2015	2016	
Ornamental (Granito,						
Gnaisse e afins)						
Cachoeira do Sul	10,5	9,9	10,6	6,9	5,9	
Lavras do Sul	-	-	-	1,6	0,9	
Outros	0,3	0,2	1,1	0,3	-	
Outras Rochas						
Ornamentais (Pedra de						
Talhe, Pedra-Sabão,						
Basalto, etc.)						
Paraí	64,8	84,2	44,8	99,8	85,4	
Taquara	11,3	3,5	8,5	78,5	80,2	
Nova Prata	121,0	143,1	137,6	124,8	56,0	
Nova Petrópolis	-	-	-	-	31,5	
São Domingos do Sul	28,6	17,3	12,4	18,0	26,2	

Fonte: DNPM, 2018a.



Amostra de granito



Chapa polida de "Granito Prata Laranja"



Amostra de quartzito



Amostra de anortosito

2.1.8 Insumos agrícolas

São denominados "agrominerais" aqueles produtos da indústria extrativa mineral que fornecem os elementos químicos para a indústria de fertilizantes ou para utilização direta na agricultura. Compreendem as commodities minerais de enxofre, fosfato, potássio e calcário. O Brasil é o quarto consumidor mundial de fertilizantes NPK, atrás da China, Índia e EUA, cada um representando 48%, 23%, 20% e 9%, respectivamente (CETEM, 2010). Devido à forte orientação do país para o agronegócio, bem como à baixa produção interna desses insumos, há necessidade de se importar, anualmente, quantidades significativas de fertilizantes. A participação dos fertilizantes no faturamento líquido da indústria química brasileira em 2017 foi de US\$ 9,1 bi, ou 7,6% do total (ABIQUIM, 2018). O deseguilíbrio gerado na balança comercial nacional em 2017 pode ser verificado na Figura 7.

No Rio Grande do Sul, a exploração de agrominerais está concentrada nos insumos calcários. O calcário - calcítico ou dolomítico - é amplamente empregado na neutralização da acidez de solos agrícolas. O calcário, principalmente o calcítico, encontra outros usos na construção civil, na fabricação de cimento e em outros setores como produção de alimentos, purificação de ar, tratamento de esgotos, refino de açúcar, pasta de dentes, fabricação de plásticos, papéis, tintas vidros, cerâmica, entre outros. É obtido pela moagem de rochas calcárias (carbonáticas), ou, em menor escala, de depósitos de conchas calcárias cominuídas (depósitos biodetríticos). Conforme mostrado na Tabela 11, os 5 principais municípios produtores de calcário são Caçapava do Sul, Pinheiro Machado, Candiota, Dom Feliciano e Pantano Grande: e, de conchas calcárias, Santa Vitória do Palmar (DNPM, 2018a).

Ademais, há ocorrência de minerais fosfatados - o fosfato é tipicamente utilizado na formulação de fertilizantes do tipo NPK - com potencial para exploração comercial, observada na região de Lavras do Sul-Bagé; região onde está prevista a instalação de um empreendimento (Projeto Fosfato Três Estradas) na localidade de Três Estradas, o qual tem por objetivo a extração, beneficiamento e comercialização do minério de fosfato para a indústria de fertilizantes. A produção interna de concentrado fosfático e a sua comercialização com indústrias produtoras de fertilizantes do estado contribui para a redução da dependência desta matéria-prima que é extensivamente importada.

Além do já consagrado uso da turfa (mate-

rial esponjoso, rico em matéria orgânica, oriundo do acúmulo de restos vegetais em variados graus de decomposição, em ambiente subaquático raso) como fonte energética, existe também o interesse em sua utilização na agricultura, como insumo para produção de condicionadores de solos, biofertilizantes, substrato de mudas ou para aplicação "in natura" no solo (SÜFFERT, 1998).

Atualmente, não há processos minerários junto ao DNPM/ANM, relativos à exploração de turfa no estado, com especificação de utilização relacionada ao uso como fertilizante ou corretivo de solo. Entretanto, este é um potencial a ser explorado, já que o estado importa este produto.

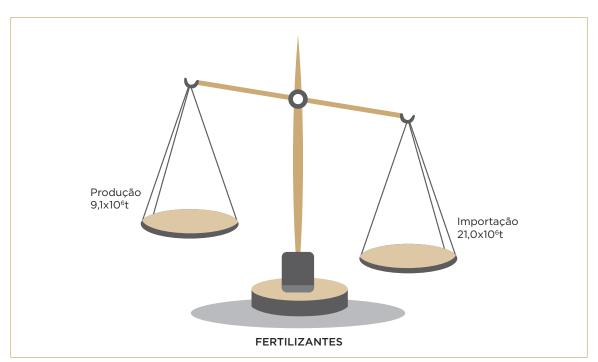
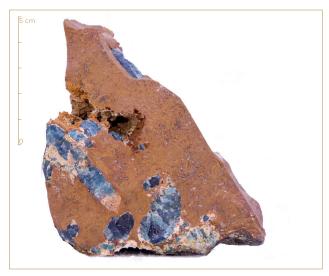


Figura 7: Balança comercial nacional - fertilizantes. Fonte: Adaptado de ABIQUIM (2018).

Tabela 11: Principais substâncias e municípios produtores de calcário no RS.

Substância/Município	Quantidade de Insumos Agrícolas (em mil toneladas)				
	2012	2013	2014	2015	2016
Calcário					
Caçapava do Sul	2.022,9	2.712,6	3.620,9	3.210,7	3.144,9
Pinheiro Machado	980,4	926,6	1.036,6	873,7	660,8
Candiota	574,5	588,5	586,9	454,7	380,9
Dom Feliciano	207,2	269,5	205,6	228,4	285,2
Pantano Grande	242,8	265,5	197,9	186,2	232,7
Conchas Calcárias					
Santa Vitória do Palmar	0,05	0,05	0,07	0,05	-

Fonte: DNPM, 2018a.



Amostra de apatita (mineral azul), principal mineral concentrador de fósforo



Amostra de rocha calcária, cuja moagem origina o calcário em pó

2.1.9 Aspectos Socioeconômicos

A produção mineral total comercializada no Rio Grande do Sul exibiu significativo crescimento de 2012 a 2014, tendo atingido seu pico neste último ano. Em 2015, apresentou uma queda acentuada e manteve-se estável em 2016. A variação anual da produção desses grupos de

substâncias minerais comercializada no estado, a distribuição das principais minas em produção e a evolução anual da quantidade de empregados e empreendimentos em mineração no RS (DNPM, 2018a) podem ser visualizadas nas Figuras 8, 9 e 10, respectivamente.

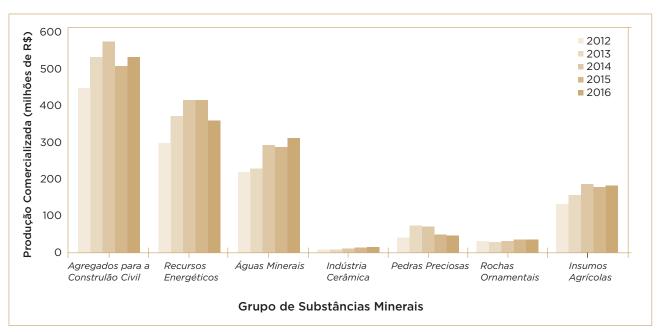


Figura 8: Evolução anual da produção mineral comercializada no RS por grupo de substâncias. Fonte: Adaptado de DNPM (2018a).

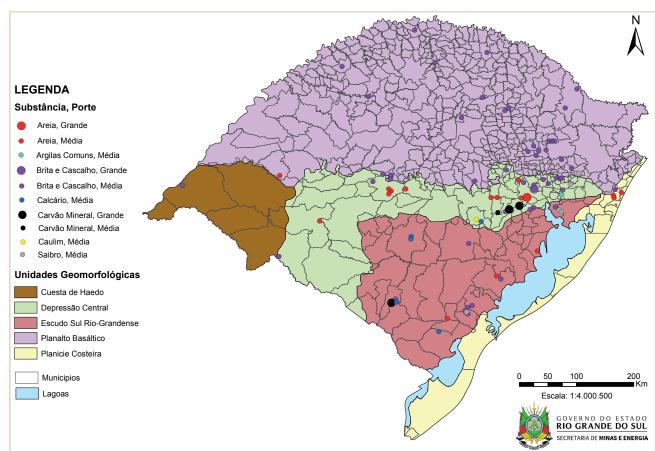


Figura 9: Distribuição das principais minas em produção no RS. Fonte: Adaptado de DNPM (2018a).

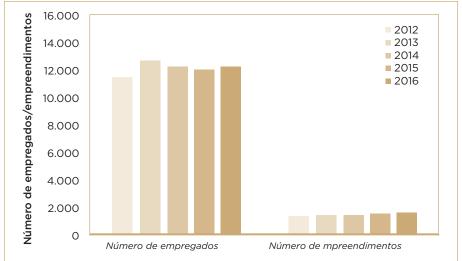


Figura 10: Evolução anual da quantidade de empregados e empreendimentos em mineração no RS.

Fonte: Adaptado de DNPM (2018a).



2.2 Aspectos Gerais sobre Legislações Mineral e Ambiental

Conforme estabelecido pela Constituição Federal, os recursos minerais, inclusive os do subsolo, são propriedade da União, à qual é garantida a propriedade dos bens. Desta forma, as jazidas, em lavra ou não, bem como demais recursos minerais, para efeito de exploração ou aproveitamento, pertencem à União e constituem propriedade distinta daquela do solo, permanecendo garantida ao concessionário a propriedade do produto da lavra (Decreto-Lei 227/1967; Decreto 9.406/2018).

A atividade de mineração é definida pelo Código de Mineração e regulamentada por legislação correlata, cabendo ao Departamento Nacional de Produção Mineral/Agência Nacional de Mineração - DNPM/ANM - executar o disposto na mesma. A concessão dos direitos minerários é administrada e fiscalizada pelo DNPM/ ANM e ocorre por meio dos seguintes regimes de aproveitamento, de acordo com o Decreto--Lei n° 227, de 1967 e Lei 9.314, de 1996: regime de concessão, regime de autorização, regime de licenciamento, regime de permissão de lavra garimpeira e regime de monopolização. O aproveitamento dos recursos minerais deve sempre observar e ser desenvolvido em conformidade com a legislação mineral e ambiental vigente.

O Decreto nº 9.406, de 12 de junho de 2018, traz uma série de avanços e inovações ao Código de Mineração, de 1967, regulamentado em 1968, sendo a grande maioria destes vigentes a partir da instalação da Agência Nacional de Mineração - ANM. No respectivo Decreto, os regimes minerais correspondem a: regime de concessão, regime de autorização, regime de licenciamento, regime de permissão de lavra garimpeira e regime de monopolização.

Os regramentos ambientais são estabelecidos de acordo com os princípios e objetivos da Política Nacional do Meio Ambiente, a qual também é fundamentada pela Constituição Federal. A Política Nacional do Meio Ambiente é desenvolvida pelos órgãos integrantes do Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNA-MA, os quais são responsáveis pela melhoria da qualidade ambiental, bem como pelo Conse-Iho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. É atribuição do CONAMA o estabelecimento das normas e critérios para o licenciamento ambiental, bem como dos padrões de controle e manutenção da qualidade ambiental com vistas ao uso racional dos recursos ambientais. Sendo assim, as Resoluções CONAMA constituem regramentos orientadores das demais normas e padrões a serem estabelecidos nos âmbitos estadual e municipal.

O licenciamento ambiental compreende uma ferramenta de gestão da Política Nacional

do Meio Ambiente, a qual, em âmbito federal, é de competência do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais – IBAMA. No estado do Rio Grande do Sul é de competência da Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luie Roessler – FEPAM e, em âmbito municipal, de competência das Secretarias Municipais do Meio Ambiente. O licenciamento

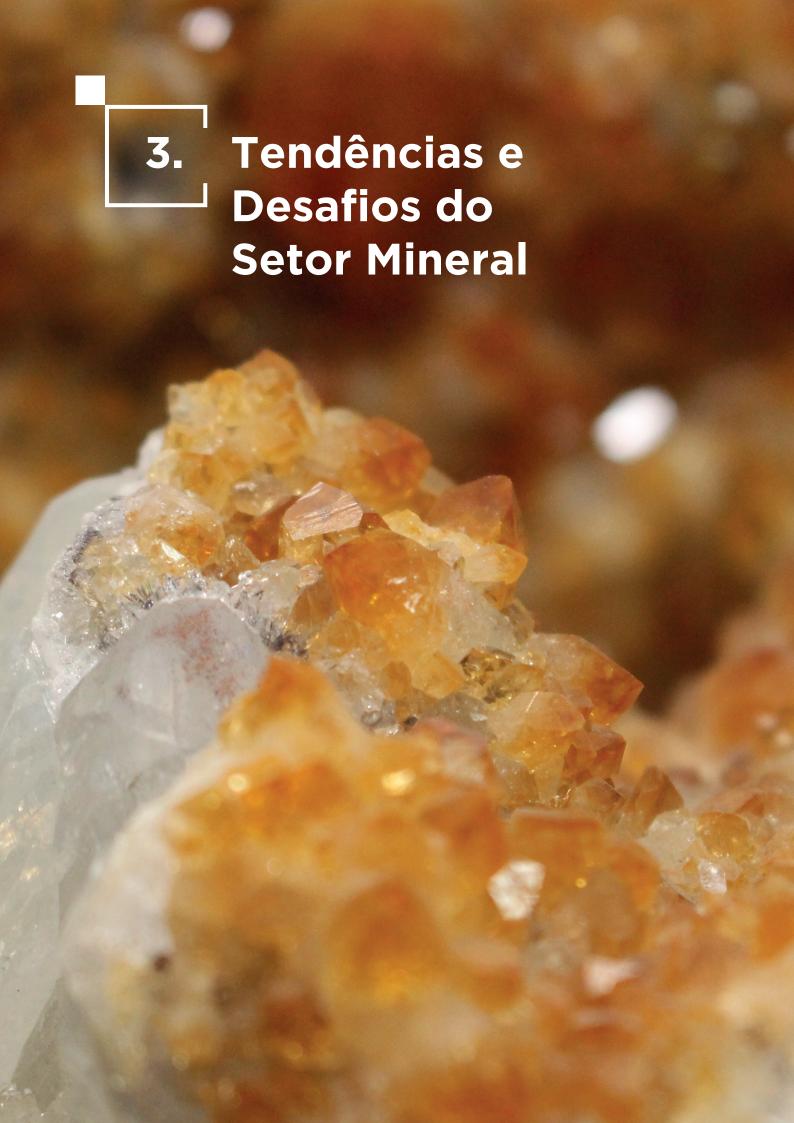
ambiental prévio é necessário à construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores, capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, dentre as quais as atividades de extração/lavra de minérios está incluída.



Área de mineração de carvão da CRM recuperada



Execução de fiscalização ambiental relativa à extração de areia no Rio Jacuí (2016)



s subcapítulos de introdução e contextualização do setor de mineração no estado procuraram demonstrar, de forma simplificada, como a mineração está presente na vida cotidiana da população gaúcha. Possuímos uma grande riqueza mineral que vem sendo subaproveitada. A indústria do setor emprega diretamente 12.141 trabalhadores formais em 1.669 empreendimentos referentes à extração mineral no Estado (DNPM, 2018a), mas a sua abrangência é muito superior a este quantitativo. Há multiplicação de empregos diretos quando consideradas as etapas de transformação e fornecedores, além dos empregos informais na extração e dos empregos indiretos associados à sua cadeia produtiva. Essas atividades auferem divisas aos municípios, Estado e União por meio de tributos, sendo alguns específicos do setor. Mais do que isso, substâncias minerais estão presentes em componentes da grande maioria dos itens com que interagimos no dia-a-dia. O desafio que se coloca, portanto, é como fortalecer o setor e desenvolver o potencial mineral do estado de maneira técnica, econômica e ambientalmente sustentável.

A atualização do marco legal da mineração por meio do Decreto nº 9.406, de 12 de junho de 2018, que regulamenta o Código de Mineração em vigor (criado pelo Decreto-Lei nº. 227 de 28 de fevereiro de 1967), compreende um avanço importante relativo à legislação, que certamente abre caminho para um novo Marco Legal da Mineração em substituição ao Código de Mineração; dispondo sobre a administração dos recursos minerais pela União, a indústria de produção e a distribuição, comércio e consumo dos produtos minerais. Aspectos referentes à incidência de tributos, às particularidades inerentes a cada grupo de substâncias minerais e ao próprio regime das concessões minerais não se encontram alinhados ao que dispõe a Constituição Federal de 1988, por exemplo.

O próprio sistema de gestão do setor mineral precisa ser revisto à luz da sua dinâmica atual, considerando as inovações tecnológicas do setor e os novos conceitos empregados no mercado, que abrangem o setor em todas as suas escalas. Setores como energia elétrica, transportes, aviação civil, petróleo, água e telecomunicações, por exemplo, possuem agências reguladoras específicas que permitem uma melhor governança. Neste sentido, foi sancionada a Lei 13.575/2017 que cria a Agência Nacional de

Mineração - ANM em substituição ao Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM, trazendo um novo modelo de governança e fiscalização dos processos relacionados ao setor mineral. Ademais, a Lei 13.540/2017 e o Decreto 9.407/2018 tratam, respectivamente, da alteração dos valores percentuais das alíquotas da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM), os chamados "royalties" da mineração, e da sua distribuição frente à União, Estados e Municípios. Já o Decreto nº 9.406/2018, dentre outras coisas, prevê ações que visam estimular a preservação ambiental, como aproveitamento de rejeitos, envolvendo materiais considerados estéreis e os resíduos da mineração, responsabilização por eventuais infrações ambientais, e a inclusão do fechamento da mina, com a recuperação ambiental da área degradada por meio de um plano, como parte integrante da atividade de mineração; além de dispor sobre o direito de prioridade para obtenção de título minerário. Essas legislações recentes modernizam aspectos do atual Código de Mineração de 1967 e trazem um caráter de atualização do mesmo, sendo importante para destravar investimentos e impulsionar o setor, ainda que outras questões permaneçam em aberto.

Pesquisas geológicas mais detalhadas e aprofundadas quanto à localização e particularidades dos recursos de substâncias minerais também são demandas permanentes que acabam restringindo o crescimento do setor em função da falta de financiamentos específicos ao pequeno empreendedor.

Por meio de diagnóstico do setor mineral e do Comergs foi possível identificar outras dificuldades conforme as impressões coletadas junto ao setor privado. Apesar de haver uma dificuldade histórica na questão do prazo para emissão das licenças ambientais e de que ainda haja oportunidades de otimização, foram constatados avanços a partir da adoção de algumas medidas adotadas nos últimos anos. A atual gestão priorizou e conseguiu reduzir para aproximadamente seis meses o prazo para emissão das licenças ambientais na FEPAM, processo este que, anteriormente, demandava anos. Essa melhoria foi possível em razão do aumento do quadro técnico com a contratação de novos funcionários, da comunicação mais precisa das exigências técnicas, incluindo discussões multidisciplinares na Sala do Investidor com os empresários a fim de identificar gargalos e empreender soluções

com celeridade, bem como da criação de um novo sistema online de solicitação de licenças ambientais (SOL), agilizando e facilitando os processos de licenciamento.

Outro aspecto importante refere-se a desafios atinentes ao setor de infraestrutura. Por meio do Copergs e de sua estrutura interna, a Secretaria de Minas e Energia vem buscando fortalecer o setor de energia, especialmente buscando ampliar o acesso à rede trifásica, a capacidade instalada de geração de energia elétrica, a sua transmissão e distribuição nas diferentes zonas. O governo estadual também elaborou e vem buscando executar o Plano Estadual de Logística e Transportes (PELT). O PELT realiza um diagnóstico aprofundado dos diferentes modais de transporte e define estratégias para intervenção pública e privada no setor dos transportes e da logística visando apoiar o crescimento da economia estadual no longo prazo. Alternativas para receber insumos e escoar a produção, através da melhoria de rodovias e ampliação do alcance de hidrovias e ferrovias, têm sido mencionadas como pontos importantes para impulsionar o setor mineral no Estado. A qualidade referente a telecomunicações (telefonia móvel, internet) também foi referida como sendo uma oportunidade de melhoria.

Outro importante desafio associa-se a eventos como o rompimento de barragem de Fundão, que ocasionou o desastre ambiental em Mariana-MG, na bacia do rio Doce, em 2015. Há legislação específica aplicável à mineração para

fins de segurança da atividade e para mitigar ou minimizar impactos ambientais decorrentes das suas atividades. Por exemplo, cita-se a Política Nacional de Segurança em Barragens (Lei nº 12.334/2010). Por meio da atuação do DNPM/ ANM, a qual detém as atribuições de fiscalização da adequação das atividades à legislação em vigor, espera-se que haja uma diminuição das não-conformidades e, com isso, significativa redução da possibilidade de que eventos similares se repitam. As empresas devem buscar a melhoria contínua dos seus processos e isso se aplica também à indústria do setor mineral, uma vez que a imagem da atividade mineral passou a ficar ainda mais maculada e associada a impactos ambientais a partir do evento ocorrido em Mariana - MG.

Esses fatores demonstram a necessidade de discutir a mineração com a sociedade de maneira mais abrangente, que considere todos os aspectos referentes aos seus prós e contras e o estágio atual em relação às tecnologias e processos empregados no setor. O fato de muitas das reservas localizarem-se em regiões economicamente deprimidas no Rio Grande do Sul é mais um fator relevante, tendo em vista o potencial do setor mineral enquanto vetor de desenvolvimento socioeconômico. Talvez este seja o maior desafio do setor, e ao qual o avanço nos requisitos supramencionados tem muito a agregar por meio do avanço tecnológico, do aprofundamento de pesquisas geológicas, da melhoria de processos e infraestrutura, e da atualização do marco regulatório da mineração.



Novo marco regulatório atualiza a legislação aplicável à mineração



Investir em pesquisa e desenvolvimento é fundamental para aumentar a competitividade do setor



termo "visão de futuro" pode ser conceituado como uma perspectiva em relação ao que se espera/onde se quer chegar, dentro de um horizonte de tempo futuro; considerando as condições e características deste determinado horizonte. A exploração e pesquisa mineral são atividades que movimentam uma expressiva quantidade de capital. O Brasil é um país que se destaca como captador de investimentos devido à sua riqueza geológica e mineral. Em uma visão de futuro, a captação destes recursos ocorrerá de maneira crescente. Apesar dos maiores riscos decorrentes das incertezas quanto à complexidade dos jazimentos minerais, a exploração é o setor da indústria mineral cujos investimentos podem proporcionar o maior retorno ao empreendedor se descoberto um depósito mineral economicamente viável (CETEM, 2007).

Considerando: I) a crescente demanda da sociedade por bens cuja composição possui materiais de origem mineral; II) a expansão e evolução da indústria tecnológica que requer minérios de disponibilidade limitada; e III) a tendência estratégica em se aumentar o consumo interno de insumos locais e elevar a gama e volume dos produtos de exportação; é de extrema importância que se tenha um olhar direcionado às particularidades do setor de mineração no

estado e que se busque ações a fim de promover o mesmo, aproximando empresas que possam agregar valor ao RS e desenvolver socioeconomicamente suas regiões.

Com base nos levantamentos relativos aos diferentes setores da mineração no estado, juntamente com os relatórios de projetos e pesquisa, atividades de prospecção realizadas pela CPRM e de informações coletadas junto aos bancos de dados públicos do DNPM/ANM, de atividades de prospecção mineral realizadas pela CPRM e de publicações disponíveis sobre os principais projetos de pesquisa em desenvolvimento no estado (PIRES et al., 2016) é possível fazer uma análise das perspectivas de futuro da mineração no RS. O setor, neste caso, foi dividido nas categorias: Minerais Estratégicos, Empreendimentos Previstos, Potenciais Depósitos e Utilizações, e Resíduos como Recursos, de maneira a se realizar uma análise direcionada das potencialidades e dos empreendimentos que germinarão a curto ou médio prazo. A exemplo do programa Prócarvão-RS, que busca incentivar o uso sustentável e diversificado do carvão mineral do Rio Grande do Sul, a Secretaria de Minas e Energia propõe criar programas e ações que busquem dar apoio e dinamizar o setor da mineração direcionadas aos minerais estratégicos e aos minerais portadores de futuro.

4.1 Minerais Estratégicos

O conceito de minerais estratégicos é associado historicamente àqueles minérios que apresentem riscos de suprimento e que necessitem da manutenção de estoques estratégicos por países que exerçam influência sobre o cenário político mundial, uma vez que suas economias apresentam extrema dependência destes ou por serem empregados em materiais e equipamentos de defesa (BRASIL, 2010). Em seu sentido mais amplo, o termo destina-se àqueles recursos minerais escassos, essenciais para determinados setores econômicos considerados críticos ou de importância fundamental para um país ou nação. De acordo com o Plano Nacional de Mineração (2010), alguns exemplos que podem ser citados são:

I Minerais de baixo valor comercial, porém, de elevado consumo, determinantes para alguns setores da economia, como é o caso dos materiais para a construção civil; de importância elevada por caracterizar-se como um indicador de desenvolvimento nacional, elevada taxa de empregabilidade e movimentação econômica;

Minerais de farta disponibilidade e essenciais para o controle da balança comercial nacional. Entre esses minerais, no caso brasileiro, podem ser citados a bauxita (minério de alumínio), o minério de ferro e o minério de manganês; Minerais com vantagens competitivas naturais e liderança internacional em reservas e produção. Como exemplo, cita-se o nióbio, minério de que o Brasil detém as maiores reservas e produção mundiais;

I Minerais que apresentam elevada dependência externa, os quais o país importa em grande escala e são imprescindíveis para setores vitais da economia. No caso brasileiro, os minerais necessários à elaboração de fertilizantes do solo (agrominerais), tais como o nitrogênio, o fósforo e o potássio, são importados;

Minerais considerados portadores de futuro, que são aqueles elementos ou substâncias minerais cuja demanda mostra-se crescente e que se vislumbra uma expansão de seu consumo nos próximos anos, tais como os metais lítio e tântalo, bem como as terras raras, e atualmente o cobalto, utilizados em produtos de alta tecnologia.

4.1.1 Insumos Agrícolas (agrominerais)

Os bens minerais agrupados e denominados "insumos agrícolas" ou "agrominerais" são aqueles considerados estratégicos por integrarem o grupo dos nutrientes minerais mais importantes para o crescimento das plantas (nitrogênio, fosforo e potássio) e, por conseguinte, para a produção de alimentos e demais produtos da agroindústria. Conforme ilustra a Figura 11, os nutrientes podem ser classificados segundo a sua importância no processo de desenvolvimento das plantas em: macronutrientes primários; macronutrientes secundários e micronutrientes (KULAIF E GÓES, 2016).

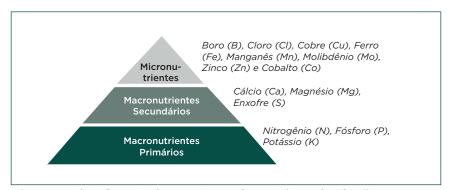


Figura 11. Classificação dos nutrientes fornecidos pelos fertilizantes.

O potássio é um produto comercializado internacionalmente por um número limitado de países como o Canadá, Bielorrússia, Rússia e Estados Unidos (KULAIF, 2009). China, Brasil, Estados Unidos e Índia (grandes produtores de commodities agrícolas) tem sido responsáveis pelo consumo de 60% do potássio utilizado como fertilizante no mundo. Além disso, destaca-se a alta taxa de crescimento no consumo anual destes países, especialmente do Brasil (KULAIF e GÓES, 2016).

No ano de 2016, as importações brasileiras de potássio somaram US\$ 1,99 bilhões. Este montante, que corresponde a aproximadamente 40% do total de importação de produtos da indústria mineral, continua a impactar fortemente tanto a balança comercial quanto o custo da agricultura brasileira (MME, 2017; KULAIF e GÓES, 2016). No mesmo ano, o Brasil importou US\$ 2,66 bilhões de rocha fosfática e de produtos intermediários para fertilizantes fosfatados e US\$ 1,52 bilhões

de fertilizantes nitrogenados (MME, 2017).

A ocorrência de depósitos minerais/jazidas de fosfato no Escudo Sul-Riograndense, com volumes e teores que permitam a conversão de recursos em reservas lavráveis, e outras ocorrências e áreas anômalas com potencial para a delimitação de novos depósitos/jazidas, além do incentivo à instalação de unidades de processamento desses minerais, caracteriza-se como uma potencialidade importante para o desenvolvimento socioeconômico do estado, assim como para o atendimento à demanda interna.

Além dos fosfatos, a produção de nitrogenados também se mostra como uma atividade promissora, especialmente por meio da gaseificação do carvão mineral, haja vista a abundância deste recurso e a previsão de instalação do Polo Carboquímico do Estado. Para aumentar a viabilidade econômica de empreendimentos desse tipo no Brasil, investimentos nas áreas de infraestrutura, tais como ferrovias, hidrovias e rodovias se fazem necessários.

A Figura 12 apresenta a distribuição percentual entre a produção e importação brasileira de rocha fosfática, potássio e nitrogênio (macronutrientes primários) em termos mássicos, o que ilustra a atual dependência quanto ao

fornecimento externo, internacional destes insumos agrícolas (agrominerais). A dependência estadual e nacional destes minerais, bem como o seu alto valor agregado e a disponibilidade dos mesmos em jazidas brasileiras ressaltam sua importância estratégica e a necessidade da tomada de ações para incremento da produção nacional.

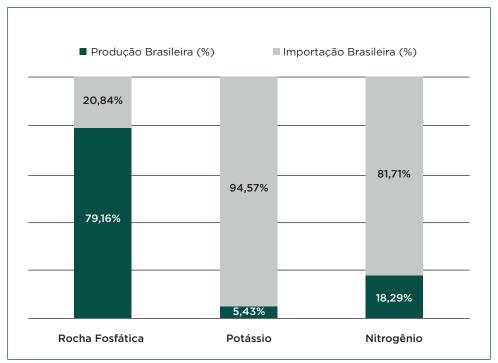


Figura 12: Perfil da dependência externa de matérias primas para fertilizantes. Fonte: Modificado de MME (2017).

4.1.2 Insumos para a Construção Civil

A construção civil é reconhecidamente um segmento da indústria que gera desenvolvimento regional e estímulos de investimentos para o crescimento urbano. O desenvolvimento das cidades causado pela necessidade de urbanização, maior demanda por bem-estar social e liberação de financiamentos imobiliários, além do crescimento populacional urbano-regional, representam importante fenômeno de análises sociais e econômicas. Dentro da economia gaúcha, a indústria da construção civil representa um dos setores mais importantes, com participação de 29% em 2010 (FEE, 2014).

A indústria da construção abrange os segmentos de construção de edifícios, obras de infraestrutura e serviços especializados para construção (IBGE, 1990). A Pesquisa Anual da Indústria da Construção (PAIC-IBGE) revela que, em 2009, pouco mais da metade das empresas formais atuavam na construção de edifícios e 36% eram prestadoras de serviços especializados para construção. Já no segmento de infraestrutura, as empresas responderam por 43,5% do

valor adicionado da construção, seguido pelas empresas de edificações, com 39,6%. As empresas de infraestrutura, de edificações e de serviços especializados empregaram, cada uma, uma média de 93, 28 e 24 trabalhadores em 2009, respectivamente. Pode-se dizer que a construção civil é uma espécie de "termômetro" da economia, variando positiva ou negativamente de acordo com as taxas do PIB e, com ela, a produção de insumos (FEE, 2014). Dados de 2016 apontam para a existência de 127.332 empresas ativas na construção civil no Brasil, com receita líquida de R\$ 292,7 bilhões e empregando mais de 2 milhões de trabalhadores (IBGE, 2018).

Analisando o desempenho da indústria da construção civil em anos recentes, foi possível observar taxas de crescimento negativos de -5% em 2016 e de -2,5% em 2017. Para 2018, a previsão é de expansão dos negócios (SIN-DUSCON-RS, 2018). Ressalta-se que o setor da construção civil é bastante sensível às questões econômicas, sendo o primeiro a sofrer quando da ocorrência de quedas na economia.

Com base no exposto, identifica-se que a construção civil é parte de uma cadeia importante, de alta empregabilidade de pessoas e responsável pela elevação do IDH e da qualidade de vida geral da população, em termos de moradia e infraestrutura. No Rio Grande do Sul,

este setor é beneficiado pela riqueza de ambientes geológicos capazes de fornecer materiais adequados e de qualidade, em quantidade e custo, para o apropriado abastecimento da indústria em tela. Fatores econômicos e regionais são os principais condicionantes do setor.

4.1.3 Carvão Mineral

O carvão mineral é reconhecidamente a maior riqueza mineral do RS. O estado possui expressivas reservas que correspondem a aproximadamente 90% do total do país. Este bem mineral tem grande representatividade na geração de eletricidade, sendo parte importante na matriz elétrica mundial. Ainda que o Brasil possua a 14ª reserva de carvão do mundo, o país é apenas o 26º maior produtor de carvão, recurso este que vem contribuindo com menos de 4% da matriz elétrica nacional nos últimos anos.

Visando promover o desenvolvimento socioeconômico a partir do uso deste bem mineral, abundante no estado, o governo do Rio Grande do Sul tem proposto ações para diminuir a dependência externa de insumos estratégicos a partir do uso do carvão sem limitar-se à geração de energia elétrica.

A Lei nº. 15.047, de 29 de novembro de 2017, criou a Política Estadual do Carvão Mineral e instituiu o Polo Carboquímico do Estado, com o objetivo de apoiar o desenvolvimento da cadeia carboquímica. Foram instituídos dois complexos (Baixo Jacuí e Campanha) para a instalação de indústrias do segmento da carboquímica, voltadas ao conjunto de processos e produtos cuja matéria-prima é o carvão mi-

neral. A transformação do carvão tem seu foco principal na produção de energia e/ou gás de síntese; além da possibilidade de serem gerados produtos como amônia, nafta, ureia, metanol e gás natural sintético (GNS). O gás de síntese (syngas) pode ser definido como uma mistura gasosa contendo elevadas quantidades de monóxido de carbono e hidrogênio, podendo ser gerada a partir da gaseificação do carvão mineral. O syngas pode ser matéria--prima para a obtenção de produtos químicos diversos desta cadeia (RIO GRANDE DO SUL, 2017). A concretização dos empreendimentos no Polo Carboquímico do Estado será importante para a preservação do interesse estadual, a cooperação público-privada, a promoção da livre concorrência e o desenvolvimento socioeconômico. Ao propor outro uso do carvão mineral, será possível ampliar e diversificar a sua aplicação com minimização dos impactos ambientais, além de aumentar seu aproveitamento e seu retorno financeiro. Estimativas do desvio positivo acumulado sobre as variáveis econômicas de um complexo carboquímico integrado no Rio Grande do Sul de 2019 a 2042 podem ser vistos na Tabela 12, a qual revela como um empreendimento no Polo Carboquímico pode impactar fortemente na economia das regiões onde localizam-se os complexos.

Tabela 12: Estimativa do impacto acumulado sobre as variáveis econômicas de um complexo carboquímico integrado no Rio Grande do Sul de 2019 a 2042.

Variáveis	GNS	GNS + Ureia	GNS + Ureia + Amônia	GNS + Ureia + Amônia + Metanol
PIB (R\$ milhões)	12.489	17.472	19.837	23.400
ICMS (R\$ milhões)	1.121	15.65	1.773	2.085
Empregos diretos	2.000	2.798	3.177	3.747
Empregos indiretos	2.180	2.798	3.177	3.747
Empregos totais	4.180	5.596	6.353	7.495
IPI (R\$ milhões)	470	708	820	988
Investimento (US\$ milhões)	1.500	-	-	4.400

Fonte: FIERGS (2018).

Portanto, pode-se dizer que este mineral é estratégico pelo expressivo volume de reservas estaduais, por oferecer segurança energética, poder impulsionar economicamente a região carbonífera e da campanha e reduzir a dependência do petróleo, ainda que ambos

sejam fontes fósseis. Exemplos bem-sucedidos do uso do carvão para obtenção de produtos de alto valor agregado usando tecnologias avançadas incluem plantas no Japão, Estados Unidos, Austrália, China, África do Sul, dentre outros.

O emprego de tecnologias de baixo potencial de impacto ambiental através da cadeia carboquímica, da gaseificação, de minas a céu aberto, da recuperação de áreas degradadas, aliados à significativa diminuição do impacto

direto da mineração sobre o meio ambiente e os trabalhadores, são fatores que proporcionam a redução dos efeitos negativos da exploração deste bem mineral, oferendo, assim, alternativas para o uso "mais limpo" do carvão.

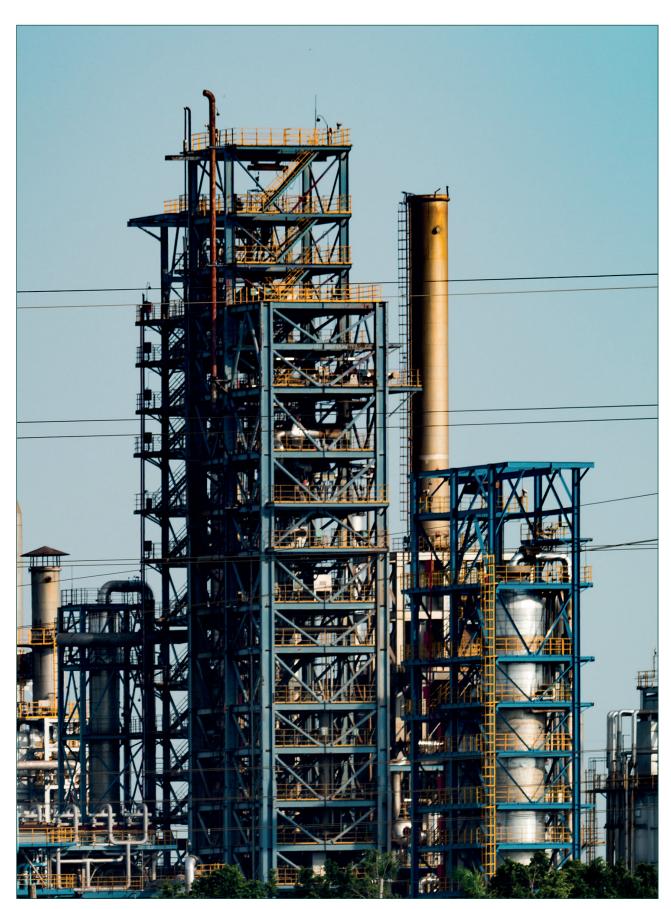


Imagem de uma planta carboquímica

4.1.4 Minerais metálicos

As substâncias metálicas são de suma importância na indústria mineral brasileira. A sua extração ocorre desde os tempos do Brasil-Colônia, iniciada pela exploração de ouro na região de Minas Gerais. O desenvolvimento econômico do país e a expansão da área urbana, aliados ao crescimento tecnológico, têm aumentado cada vez mais a demanda por substâncias advindas de depósitos de minerais metálicos, tais como manganês e ferro. Essas descobertas tiveram impacto relevante na economia nacional e no processo de industrialização brasileiro.

Atualmente, no Brasil, existem cadastrados títulos ativos de pesquisa e lavra para 37 substâncias metálicas junto ao banco de dados público do DNPM/ANM. Em 2016, as substâncias metálicas corresponderam a aproximadamente 77% do valor total da produção mineral comercializada.

Destas, alumínio, cobre, estanho, ferro, manganês, nióbio, níquel e ouro corresponderam a 98,6% do valor da produção comercializada da classe, totalizando R\$ 71,9 bilhões, com destaque para o ferro (Figura 13).

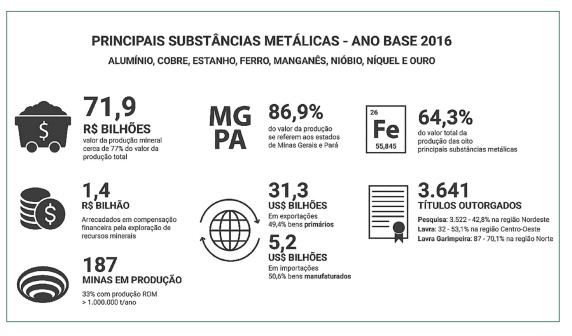


Figura 13: Dados gerais sobre as principais substâncias metálicas - ano base 2016 Fonte: DNPM/MME, 2018.

Os minerais metálicos necessitam de elevados investimentos e tecnologia para seu descobrimento e extração quando comparados a outras substâncias. São estratégicos por possuírem alto valor agregado, considerando a elevada demanda, além do aspecto de que a rigidez locacional e número limitado de depósitos/jazidas ocasiona uma oferta igualmente limitada.

No Rio Grande do Sul, os minerais metálicos possuem grande potencial para a exploração, haja vista os levantamentos geológicos e pesquisas realizadas por diversas empresas que identificaram ocorrências, além da delimitação de recursos metálicos em depósitos/jazidas que não estão sendo minerados em função de fatores ou externalidades que inviabilizam a conversão dos recursos em reservas lavráveis.

A localização desses depósitos em regiões deprimidas socioeconomicamente compreende um ponto relevante para a implantação de políticas públicas e ações que promovam apoio ao desenvolvimento destes projetos a fim de proporcionar maior desenvolvimento para estas localidades e regiões. A região que envolve os municípios de Caçapava do Sul e Lavras do Sul já hospedou, no passado, áreas de extração de ouro e cobre podendo-se, com os novos projetos de pesquisa mineral em desenvolvimento, vislumbrar a geração de novos empregos e consequente arrecadação de impostos, bem como diversificar a economia mineral gaúcha e aumentar o conhecimento a respeito do subsolo local. A Figura 14 mostra a localização das principais reservas de substâncias minerais metálicas e energéticas no estado.

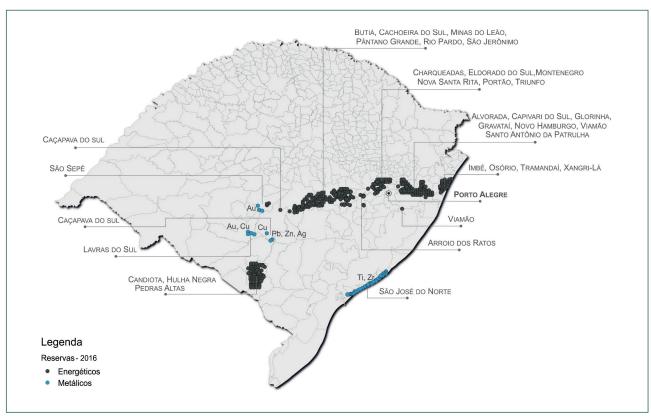


Figura 14: Cartograma com a localização das reservas de metálicos e carvão mineral do Rio Grande do Sul. Fonte: DNPM/MME, 2018b.

4.2 Empreendimentos Previstos

4.2.1 Projeto Fosfato Três Estradas

O Projeto Fosfato Três Estradas da empresa Águia Fertilizantes tem por objetivo realizar a extração, beneficiamento e comercialização do minério de fosfato, identificado na localidade de Três Estradas, município de Lavras do Sul -RS. Desde 2011, a empresa vem realizando pesquisas minerais com o objetivo de quantificar a ocorrência mineral existente no local. O Projeto prevê a operação pelo período de 50 anos, em três fases. A primeira fase refere-se aos primeiros 4 anos, quando somente o minério oxidado será beneficiado; na segunda fase, com tempo estimado de 19 anos, o minério em rocha fresca será beneficiado, havendo, paralelamente, a produção de calcário agrícola e; na terceira fase, de 27 anos, durante a qual acontecerá o reprocessamento do calcário agrícola depositado na barragem de rejeitos, através da secagem e comercialização do produto. Na última fase de operação, não será produzido o minério de fosfato, apenas o calcário agrícola.

O projeto representa uma oportunidade de

aproveitamento de uma reserva geológica existente na região de Lavras do Sul (6,5 Mt de concentrado de fosfato (P_2O_5), com teor de 30% e 48 Mt de calcário agrícola ($CaCO_3$) ao longo da vida útil do projeto), com capacidade de fornecer localmente uma parte do fosfato necessário à indústria de fertilizantes do estado. Além disso, o empreendimento terá capacidade para produzir calcário agrícola com qualidade adequada ao atendimento do mercado existente e, até mesmo, para outros setores industriais.

Um projeto deste tipo na região representa um elevado potencial de transformação socioeconômica do município de Lavras do Sul e municípios vizinhos em função da diversificação da economia local, somada à geração de emprego e renda. Durante o período de instalação, serão empregados 700 trabalhadores temporários e, após, na fase de operação, deverá empregar em torno de 350 trabalhadores permanentes. O investimento inicial do projeto é da ordem de R\$ 184 milhões.



Representação da planta de beneficiamento do fosfato

4.2.2 Projeto Retiro

A ocorrência de minerais pesados que se estendem por vasta área da costa litorânea do Rio Grande do Sul é conhecida por pesquisadores desde a década de 1970. A Rio Grande Mineração - RGM é detentora de direitos minerários ao longo da faixa de terras situada entre o Oceano Atlântico e a Lagoa dos Patos, no município de São José do Norte. Tais direitos, contendo depósitos de minerais pesados como ilmenita e rutilo (minérios de titânio) e Zirconita (minério de zircônio), constituem o intitulado "Complexo Minerário Atlântico Sul" que, devido à sua grande extensão, foi dividido em três setores distintos, com projetos independentes de exploração mineral. Os diferentes projetos são denominados por: Retiro (área sul); Estreito/Capão do Meio (área central) e Bojuru (área norte). Até o presente ano (2018), o único projeto com processos de licenciamento minerário e ambiental é o Projeto Retiro, sítio mais próximo da cidade de São José do Norte. O depósito mineral do Projeto Retiro contém reservas de 531,2 milhões de toneladas de minério, contendo aproximadamente 17 milhões de toneladas de minerais pesados que poderão ser lavrados e beneficiados. O investimento estimado no projeto é da ordem de R\$ 800 milhões em duas etapas (RIMA - Projeto Retiro, 2014).

Na exploração dos depósitos de minério

do Projeto Retiro, quanto ao processo adotado pela empresa, está prevista a utilização de duas frentes de lavra, inicialmente, operando ao mesmo tempo. Em cada uma das lagoas abertas serão instalados e funcionarão equipamentos de dragagem (draga convencional) e planta flutuante de concentração inicial do minério (Planta de Concentração Primária -PCP), que estarão interligados e se deslocarão ao longo do tempo realizando a lavra e, em seguida, executando a recuperação dos terrenos.

O minério extraído na lagoa e pré-concentrado na planta flutuante será encaminhado para a Planta de Separação Mineral (PSM), onde será realizada a separação e o armazenamento dos minerais pesados (5% do volume). Destaca-se que toda a separação será realizada por meio de processos físicos (densidade, magnetismo, resposta à corrente magnética). Uma vez separados, os produtos terão sua destinação de acordo com o mercado consumidor, seja ele interno ou internacional.

O Projeto Retiro tem como perspectiva a produção anual de 320 mil toneladas de produtos (ilmenita, rutilo e zirconita) (RIMA-Projeto Retiro, 2014). Durante a implantação do projeto serão gerados cerca de 1500 postos de trabalho e, em operação, deverá empregar diretamente 350 pessoas (KLEIN, 2016).



Imagem ilustrativa do tipo de depósito de ilmenita/minerais pesados

4.2.3 Projeto Caçapava do Sul

O Projeto Caçapava do Sul (Depósito Santa Maria) é o primeiro projeto polimetálico da Nexa Resources (ex-Votorantim Metais) no Rio Grande do Sul. Moderno e inovador, prevê a instalação de uma planta industrial para a extração de minérios de zinco, chumbo e cobre e empregará as melhores práticas ambientais disponíveis internacionalmente. Entre essas práticas, está a de não utilização de barragens (rejeitos e água), evitando, assim, o descarte de resíduos ou subprodutos no entorno da área de desenvolvimento do projeto. O projeto prevê, ainda, um sistema de drenagem das áreas industriais em circuito fechado, conectado a um outro sistema de tratamento e recirculação, para o reaproveitamento de 100% das águas. Também foi desenhado para minimizar o impacto visual ao meio ambiente. As pilhas de rejeito foram projetadas para acompanhar a topografia local e ao longo da operação será feita a revegetação das áreas liberadas, com espécies da região.

A localidade de Minas do Camaquã possui

forte tradição em mineração, uma vez que houve a exploração de cobre até 1996. O interesse na região teve novo fôlego a partir do ano de 2008, quando a empresa Nexa Resources iniciou novas atividades de pesquisa e sondagens no distrito. Em 2016, após a obtenção de resultados positivos e promissores, iniciou o processo de licenciamento ambiental para o Projeto Caçapava do Sul. O depósito mineral indica 29 milhões de toneladas de minério, passível de ser explorado por meio do processo de mina a céu aberto e com previsão de 20 anos de operação. Até 2019, a companhia estima investir R\$ 371 milhões.

A área do Projeto Caçapava do Sul concentra um depósito mineral rico em zinco, cobre e chumbo, minérios muito úteis no nosso dia-a-dia. Está localizada no Passo do Cação, a cinco quilômetros da Vila de Minas do Camaquã. Possui cerca de 390 hectares e, quando em operação, deverá gerar 450 empregos diretos (NEXA, 2018).



Amostras de rochas contendo ferro e cobre

4.3 Potenciais Depósitos e Utilizações

4.3.1 Hidratos de Metano - Bacia de Pelotas

Os hidratos de metano são sólidos cristalinos formados quando o metano é gerado pela decomposição anaeróbica de matéria orgânica em condições de elevadas pressões e baixas temperaturas, em que as moléculas de metano não se difundem em direção à superfície e acabam aprisionadas em agrupamentos de moléculas de água. Portanto, consistem em formas altamente concentradas de metano, em que 1 m³ de hidrato de metano possui 0,8 m³ de água e mais de 160 m³ de metano nas Condições Normais de Temperatura e Pressão (CNTP), sendo a maioria delas localizadas em sedimentos marinhos nas margens continentais (RUPPEL, 2011).

As estimativas mais recentes apontam para a existência de 2,83x10¹⁵ m³ de metano na forma de gás de hidrato no mundo (BOSWELL E COLLETT, 2011 apud RUPPEL, 2011), enquanto que as reservas provadas de gás natural foram de 1,94·10¹⁴ m³ em 2017 (BP, 2018). Portanto, os quantitativos indicam o potencial deste recurso que o qualificam como um importante energético para atender a demanda global de energia.

Há evidências da ocorrência de hidratos de metano no Brasil, especialmente na Bacia da Foz do Rio Amazonas e na Bacia de Pelotas (Figura 15). Estudo recente da Empresa de Pesquisas Energéticas - EPE mostrou que há evidências diretas da presença de hidrocarbonetos na região da Bacia de Pelotas, predominantemente na forma gás ou gás e petróleo, embora também aponte para a necessidade de serem obtidos maiores conhecimentos da região para melhor estimativa do seu potencial (EPE, 2018).



Figura 15: Recursos não convencionais - Hidratos de metano. Fonte: EPE/MME (2016).

Dados inferidos da ocorrência off-shore no Cone do Rio Grande na Bacia de Pelotas estimam, para uma área de 45.000 km² e com espessura do pacote sedimentar que contém hidratos de gás em 600 m, um volume de aproximadamente 0,22x10¹⁴ m³ de metano na superfície (EPE/MME, 2016). Na medida em que se avançar no conhecimento das reservas dispo-

níveis neste reservatório, sendo comprovado o potencial inferido, e com o incremento da viabilidade técnico-econômica da sua exploração que permita haver interessados por lotes ofertados pela ANP, este ativo energético mineral poderá ser convertido em desenvolvimento econômico para o Rio Grande do Sul.

4.3.2 Ocorrência de Pb-Zn-Cd (Ag)

Chumbo, zinco, cádmio e prata são elementos químicos de alto valor agregado e ampla aplicação na indústria. Estudos recentes conduzidos pela CPRM no estado identificaram a ocorrência inédita de Pb-Zn-Cd (Ag) na região denominada Cabeceiras do Lajeado, no Terreno São Gabriel, a partir de verificação em campo de anomalias aerogeofísicas caracterizadas por forte assinatura magnética e baixa radiação gamaespectrométrica (CPRM, 2016). A ocorrência localiza-se entre os municípios de São Gabriel e Santa Margarida do Sul.

Conforme o estudo (CPRM, 2016), análises de

óxidos maiores e outros elementos por espectrometria de massa com plasma acoplado indutivamente (ICP-MS) de amostra coletada no local indicaram a presença dos elementos Pb (>1%), Zn (>1%), Se (>100 ppm) e Cd (>2000 ppm), em teores que superaram o limite máximo de detecção do equipamento, além de elevados teores de Ag (60,5 ppm) e anômalos em Au (53,5 ppb).

Considerando o elevado valor destes elementos químicos, as evidências poderão subsidiar a iniciativa privada no sentido de viabilizar financeiramente a exploração dessas substâncias.

4.3.3 Cobre (Minas do Camaquã e Jazida Santa Maria)

A área mineralizada no domínio das Minas do Camaquã, em Caçapava do Sul, sob titularidade da Companhia Brasileira do Cobre (CBC), atualmente desativada, contabiliza reservas remanescentes de minério sulfetado de 2,2 milhões de toneladas, com teor médio de 0,97% de cobre, equivalentes a 25.201 toneladas de cobre con-

tido (DNPM, 2009). Em 1996, deixou-se de explorar em função do esgotamento das reservas economicamente viáveis conhecidas à época. Entretanto, o avanço tecnológico para pesquisa e exploração mineral e o arranjo econômico atual poderão novamente viabilizar desenvolvimentos do cobre a partir das reservas na região.



Descrição e interpretação de testemunhos de sondagem: atividade importante na pesquisa mineral

Outras Ocorrências Minerais no Estado - Metálicos (Serra Geral) e Terras Raras

Recente estudo de pesquisadores da CPRM (WILDNER et al., 2017), cujo projeto foi denominado Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil: Porção Sul da Bacia do Paraná, originou-se pela "possibilidade da ocorrência de depósitos minerais de Ni-Cu (Elementos do Grupo da Platina - EGP) associados à Grande Província Ígnea Serra Geral (Large Igneous Province Serra Geral - LIP)". A existência de indícios geológicos-geoquímicos da presença de metais-base - na forma de sulfetos de níquel, cobre, cobalto, selênio, antimônio, mercúrio, bismuto, ouro e prata, bem como de óxidos de cromo, titânio e vanádio, além de traços de EGP - com características semelhantes a grandes depósitos mundiais como Emeishan (China), Noril'sk-Talnakh (Sibéria) e Musckox (Canadá) foi o principal motivador do estudo. Destaca-se a ocorrência dos metais Ni-Cu (níquel-cobre), por serem empregados em diversos setores e pelo fato do Brasil ser dependente dos mercados externos.

Foram realizadas mais de 2 mil análises geoquímicas obtidas em sedimentos ativos de drenagem da Bacia do Paraná, a fim de caracterizar as fontes de anomalias geoquímicas regionais e suas associações com o substrato geológico LIP Serra Geral. Por meio dos levantamentos geológicos-geoquímicos e da análise de seus resultados por tratamento estatístico, as análises geoquímicas obtidas demonstraram a presença de um diversificado conjunto de áreas anômalas, sendo o cobre como elemento principal, com afinidades menores para elementos como o ferro, níquel, cromo, titânio, vanádio e zinco. As porções intrusivas máficas-ultramáficas apresentam os maiores valores para níquel e cromo; as porções basálticas apresentam enriquecimento em vanádio e os sedimentos encaixantes de diques e sills possuem teores intermediários de cromo, níquel e vanádio. Mais informações podem ser encontradas no produto cartográfico do relatório supracitado, intitulado "Mapa Síntese de Anomalias Geoquímicas da LIP Serra Geral".

Mesmo que a escala do levantamento geoquímico tenha sido regional, a identificação das anomalias e dos elementos farejadores indicadores da potencialidade de mineralizações parecem evidentes. É necessário, portanto, que sejam realizados estudos de maior detalhe para que as potencialidades dos elementos em tela sejam melhor avaliadas (WILDNER, 2017).

Com relação ao níquel, este é um elemento amplamente utilizado em milhares de produtos para o consumidor e em aplicações industriais, militares, aeroespaciais, entre outras, essencialmente na fabricação de aços inoxidáveis. Em média, seu uso vem crescendo 4% ao ano em países industrializados. O Brasil é o sétimo maior produtor mundial de níquel, com distribuição nos estados de Goiás, Bahia, Pará e Minas Gerais.

No grupo dos minerais metálicos, merecem destaque os elementos denominados terras-ra-ras, conjunto de dezessete elementos químicos da tabela periódica formado pelos quinze lantanídeos mais o escândio e o ítrio, que também são considerados terras-raras por ocorrerem, normalmente, nos mesmos depósitos minerais que os lantanídeos e exibirem propriedades químicas similares (BRASIL, 2014).

Os ETR (Elementos Terras Raras) são considerados elementos portadores de futuro com riscos de oferta nos próximos anos, segundo relatórios publicados por diferentes órgãos americanos e europeus. O Brasil contém reservas e ocorrências de ETR distribuídos no território nacional, com depósitos de mineralizações primárias (carbonatitos, alcalinas e granito) e secundárias (enriquecimento residual e supergênico e placers fluvial e marinho). O depósito secundário tipo placer foi a maior fonte de monazita, colocando o Brasil entre os maiores produtores mundiais até a década de 1950. O Brasil produziu compostos de ETR, a partir desta fonte, até o início dos anos 2000, momento em que foi encerrado seu processamento. Porém a monazita dos placers marinhos brasileiros é rica em tório, material radioativo, de difícil manuseio e descarte (TAKEHARA, 2015).

Conforme Takehara et al. (2015), há algumas ocorrências conhecidas de monazita (fosfato de terras raras, urânio e tório (CETEM, 2012) no estado do Rio Grande do Sul. Apesar disso, o potencial de exploração é desconhecido; uma vez que são necessários estudos mais detalhados para verificar se há reservas economicamente vantajosas e viáveis destes minerais, mas que são importantes dada a crescente demanda nacional e internacional desses elementos estratégicos.

4.3.5 Turfa da Região de Itapuã

A turfa "in situ" contém, em geral, 90% ou mais de água; quando recolhida e seca ao ar, esse teor pode ser reduzido a valores médios próximos de 40%.

Segundo Süffert (1998), as áreas com depó-

sitos comprovados de turfa no estado do Rio Grande do Sul situam-se próximas à região metropolitana de Porto Alegre. A caracterização físico-química média das amostras de turfa das quatro jazidas localizadas na região é apresentada na Tabela 13.

Tabela 13: Caracterização das turfas da região de Itapuã.

Umidade a 105/110°C (%)	90,7
Teor de Cinzas b.s. (%)	18,2
Poder Calorífico Superior b.s. (kCal/kg)	4.528
Teor de Enxofre b.s. (%)	0,7
Matérias Voláteis b.s. isenta de cinzas	60,7
Massa Específica <i>"in situ"</i> (kg/m³)	1003

* b.s. = base seca Fonte: SÜFFERT (1998).

As reservas medidas somam 15,7 milhões de toneladas de turfa total jacente, correspondendo a 2,9 mil toneladas de turfa com umidade de 50%. A turfa pode ser considerada de boa qualidade, apresentando média geral do teor de cinzas na ordem de 18,2%, porém há frações com teores inferiores a 15%. A fração superficial, quantificada em 4,3 milhões de toneladas "in situ" ou 822 mil toneladas a 50% de umidade, apresenta-se como turfa fibrosa, mais adequada a aplicações agrícolas. A espessura média das camadas de turfa é de 1,4 m e, a máxima, de

3,6 m, inexistindo capeamento em quase todas as suas extensões.

As quatro turfeiras da região de Itapuã apresentam qualidade, situação geográfica e condições de acesso adequadas ao seu aproveitamento econômico (SÜFFERT, 1998). Segundo o DNPM (2018), a mineração de turfa no estado foi mínima e atualmente não há produção, caracterizando este ativo mineral como sendo de elevado potencial para exploração futura.

4.4 Resíduos como Recursos

A transformação de resíduos oriundos do setor mineral em subprodutos da cadeia produtiva é fundamental para incrementar a sustentabilidade ambiental e econômica das indústrias da mineração. O conceito de economia circular prevê a busca pela utilização de

resíduos da atividade minerária como recursos, seja pelo seu reaproveitamento ou através do desenvolvimento de novos usos para os, agora, subprodutos. As Figuras 16 e 17 ilustram os processos de economia linear e circular, respectivamente.



Figura 16: Conceito de economia linear com geração de resíduos ao final do processo. Adaptado de: Luz e Echevengua (2015).

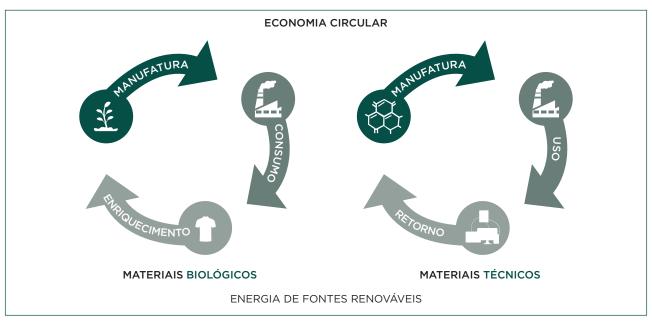


Figura 17: Conceito de economia circular com seu foco no reaproveitamento e na reciclagem. Adaptado de: Luz e Echevengua (2015).

A importância do uso de resíduos como recursos se dá, fundamentalmente, através das seguintes decorrências desta nova forma de produção:

- Diminuição da área destinada a aterros;
- ☑ Conservação de recursos naturais;
- Maior desenvolvimento econômico (ecoeficiência); e
- Redução dos custos industriais.

Analisando os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável - ODS (PNUD), observa-se como este conceito permeia muitos deles, inclusive na sua aplicação à mineração. Neste caso, requer a avaliação dos potenciais resíduos como recur-

sos conduzindo a exemplos significativos para o contexto do estado do Rio Grande do Sul, podendo ser aplicados à extração e uso do carvão mineral (argilas e cinzas), pó de britagem (ou areia artificial) e remineralizador de solo.

4.4.1 Cinzas de Carvão Mineral

A fração inorgânica associada ao carvão mineral, que não é passível de separação no decorrer do processo de beneficiamento, constitui-se em uma mistura de materiais inertes resultantes da conversão térmica do carvão (aproveitamento energético) em processos de combustão ou gaseificação. Tais materiais são comumente denominados de cinzas e, conforme as características do processo empregado na gaseificação ou combustão do carvão, podem ser diferenciadas conforme suas características físicas, a saber: cinzas de fundo (bottom ash) e cinzas volantes (fly ash).

As cinzas de fundo (bottom ash) são caracterizadas por uma granulometria maior (mais grossa) e recolhidas na parte inferior das fornalhas dos geradores de vapor, em usinas termelétricas e centrais de vapor que empregam

as tecnologias de carvão pulverizado e de leito fluidizado, apresentando teores de carbono incombusto (não queimado) de 5 a 10%. Cinzas volantes (fly ash) são constituídas de partículas extremamente finas e leves, que são arrastadas pelos gases de combustão em fornalhas de combustores ou pelos gases gerados em fornalhas de gaseificadores, sendo recolhidos em sistemas de tratamento de emissões atmosféricas.

As formas mais comuns de utilização das cinzas de carvão mineral podem ser divididas em três categorias: construção civil, fabricação de artefatos e estabilização química (de resíduos). A construção civil é responsável pelo maior consumo desses subprodutos da queima do carvão, merecendo destaque as seguintes aplicações: aplicação em concreto e argamassas; fabricação de cimento Portland pozolâ-

nico (Cimento CP IV, ABNT/EB 758); blocos/ artefatos estabilizados sob pressão e temperatura; aterros estruturais; aterros sem funções estruturais (enchimento ou alteração de cota topográfica); bases e sub-bases estabilizadas para rodovias, pistas e edificações; e filler em misturas betuminosas.

Na categoria fabricação de artefatos apresenta, provavelmente, seu maior potencial de aplicação está relacionado à construção civil. Alguns exemplos de aplicações seguem os seguintes ramos: artefatos de cinza-cal (sílico-calcários) autoclavados; artefatos de cimento Portland; artefatos cerâmicos de cinza com incorporação de argila; artefatos sinterizados; agregados para concretos leves; e filler em termoplásticos (ROHDE et al., 2006). A Figura 18 apresenta artefatos produzidos a partir de cinzas de carvão mineral.

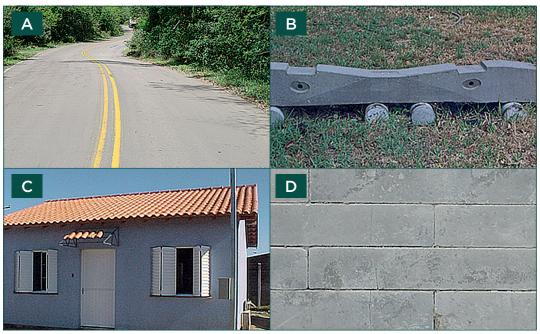


Figura 18: Artefatos construídos com uso de cinzas: (a) bases e sub-bases para rodovias, (b) dormentes para ferrovias, (c) residências, (d) tijolos. Fonte: ROHDE et al. (2006).

Quanto à estabilização de resíduos, são conhecidas aplicações em imobilização de resíduos tóxicos, tipicamente inorgânicos, pelo enclausuramento do resíduo no artefato final (material sólido obtido). Empregam-se as cinzas volantes em meio aquoso juntamente com produtos aglomerantes (cal, cimento Portland e gipsita). Outros aditivos podem, também, ser utilizados para tornar resíduos específicos insolúveis.

Portanto, é possível dizer que a utilização das cinzas de carvão como subproduto resulta em numerosos benefícios, entre os quais: diminuição significativa da necessidade de áreas destinadas aos aterros, conservação de recursos naturais, ambiente mais limpo e seguro, promoção do desenvolvimento econômico e redução geral no custo de eletricidade e de outros produtos relacionados ao mesmo (ROHDE, 2013).

4.4.2 Argilas Intermediárias de Candiota (subproduto da extração de carvão mineral)

A utilização ou aproveitamento industrial das argilas associadas ao carvão da área de Candiota, material presente entre as camadas de carvão mineral, seguem duas linhas de processo: (i) produção de materiais e artefatos cerâmicos - fabricação de tijolos refratários sílico-aluminosos, cerâmica industrial e cerâmica fina e; (ii) produção de artefatos de borracha - como carga. As argilas de Candiota possuem as características essenciais para uso na indústria

de refratários devido à sua composição mineralógica, constituída de caulinita, ilita e quartzo. O alto teor de caulinita e a percentagem elevada de finos permite também o emprego dessa argila como carga na indústria da borracha.

A composição mineralógica das duas principais argilas presentes entre as camadas de carvão de Candiota foi determinada por difração de raios-x para a fração com diâmetros de partícula inferiores a 2 μ m (ROHDE, 2013). A argila cinza-claro é predominantemente constituída por caulinita, ilita, montmorilonita e quartzo. A argila cinza-escuro apresenta a mesma constituição

da argila cinza-claro, porém apresenta conteúdo de matéria carbonosa, o que lhe confere um aumento de plasticidade. A Figura 19 exibe um registro fotográfico de argilas de Candiota.



Figura 19: Perfil típico das argilas entre as camadas de carvão extraídas na mineração de Candiota

O custo de extração destas argilas, para fins cerâmicos, é significativamente baixo devido à mineração de carvão (extração das camadas de carvão) que, atualmente, alimenta o Complexo Termelétrico de Candiota (UTE Presidente Médici). A relação de disponibilidade de argilas comparada à produção de carvão mineral é da ordem de 25.000 m³ de argila a cada 150.000 toneladas de carvão extraído da mina (MELLO, 2001).

A aplicação das argilas associadas ao carvão de Candiota foi estudada pela Fundação de Ciência e Tecnologia - Cientec na década de 1990, e estabeleceu diversas possibilidades de utilização na construção civil. Além disso, foram estudadas misturas com cinzas volantes e pesadas, incluindo a fabricação de produtos de cerâmica vermelha estrutural como tijolos, blocos e telhas. Os ensaios indicaram que as características físico-químicas de tais argilas possibilitam usos variados, na construção civil e indústria cerâmica, com pequenas alterações no esquema tecnológico dos processos de fabricação (SIL-VA, 1998; SILVA, CALARGE e MELLO, 1999).

4.4.3 Subprodutos da Britagem (areia artificial)

Subprodutos dos processos de britagem (areia de britagem), ou mesmo da produção de rochas ornamentais, podem ser, em certos casos, utilizados em substituição à areia detrítica por areia resultante da cominuição de rochas. A utilização destes materiais como agregado miúdo para a construção civil depende de sua adequação às classes de distribuição granulométrica e demais ensaios tecnológi-

cos padronizados para insumos da construção civil. Uma vez comprovado que suas características atendem ao uso pretendido, têm-se a vantagem de proporcionar um uso sustentável e econômico para resíduos da indústria que utiliza rochas brutas (consolidadas) como matéria-prima. Desta forma, evita-se a necessidade da retirada de areia e agregado miúdo de ambientes naturais.



Areia artificial: uma alternativa ao uso da areia natural

4.4.4 Remineralizadores (rochagem)

Em 2013, o Brasil passou a incluir os remineralizadores de solo (pós de rocha) como uma categoria de insumo destinado à agricultura. Trata-se da técnica de remineralização do solo utilizando o pó de rocha (BRASIL, 2014).

A Instrução Normativa nº 5, de 10 de março de 2016, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, trouxe uma

série de exigências quanto às definições, classificação, especificações e garantias, tolerâncias, registro, embalagem, rotulagem e propaganda de materiais considerados remineralizadores e substratos para plantas, destinados à agricultura. A Tabela 14 apresenta as principais aplicações de pós de rocha como remineralizadores de solo, bem como seus pré-requisitos.

Tabela 14: Aplicação dos resíduos como remineralizadores e características necessárias.

Tipo/Materiais	Ação esperada	Características	Processamento
Carbonáticos	- Correção de pH do solo - calagem;	- Elevada área superficial;	
	- Redução do efeito do alumínio	- PN1 > 67%;	
	e manganês;	- PRNT2 > 45%;	- Britagem;
	- Suprir nutrientes do solo.	- CaO + MgO > 38%;	- Moagem;
		- Teor de Magnésio > 10%;	- Peneiramento;
		- Teor de alumínio < 1%.	- Separação
Silicáticos	Suprir nutrientes do solo - Rochagem.	- Elevada área superficial;	Magnética.
		- Teor de alumínio < 1%;	
		- Elevados teores de potássio.	

Fonte: VIDAL et al. (2013).



Remineralizadores (pó de rocha) são eficientes como corretivo de solo



riar um ambiente favorável para agregar valor e fortalecer a competitividade das indústrias do setor mineral, além de atrair novos investimentos de forma alinhada às exigências ambientais, requer a elaboração de estratégias específicas por parte do Poder Executivo.

Após a realização de um diagnóstico do setor no estado, reconhecendo fortalezas e fragilidades e analisando externamente as oportunidades e ameaças, foi possível propor estratégias para impulsionar o setor mineral no Rio Grande do Sul (ver Figura 20).

Macro-objetivo:

Apoiar o planejamento e a gestão sustentável dos recursos minerais, promovendo a competitividade do setor e a geração de valor, riqueza e emprego para o desenvolvimento socioeconômico do Rio Grande do Sul.

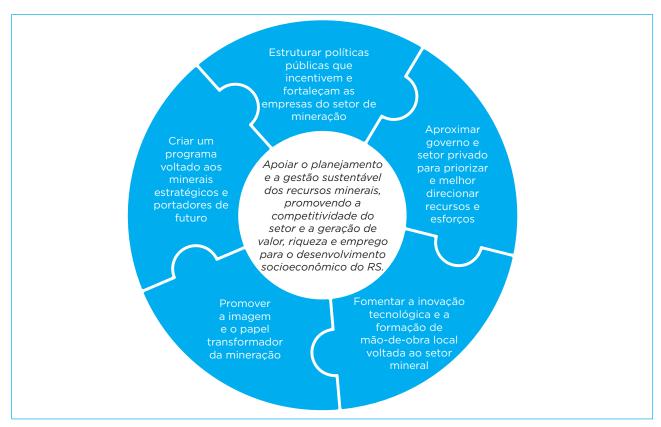


Figura 20: Objetivo e estratégias para a promoção do setor mineral.

Estratégia 1:

Estruturar políticas públicas que incentivem e fortaleçam as empresas do setor de mineração.

Plano geral de ações da Estratégia 1:

☑ Com vistas à criação de um ambiente mais favorável para atração de novos investimentos e buscando impulsionar empreendimentos no setor, o Poder Executivo deve avaliar a possibilidade de oferecer incentivos fiscais e creditícios especiais dentro de um programa ou política específica para o setor. Através do seu sistema de crédito, deve oferecer linhas de financiamento com condições atrativas, bem como estudar incentivos fiscais e reduções de alíquotas de impostos

estaduais sobre recursos minerais presentes no subsolo gaúcho que apresentam potencial por serem estratégicos e/ou portadores de futuro. Também, a celeridade na análise dos processos de licenciamento ambiental pode ser apontada como ação importante para catalisar os investimentos em mineração. Em acréscimo aos benefícios associados à geração de empregos e na cadeia como um todo, as isenções fiscais também seriam equilibradas por maior fiscalização sobre a efetiva produção mineral. A Lei 15.047, de 29 de novembro de 2017, que instituiu a Política Estadual do Carvão Mineral, o Polo Carboquímico do RS e o Programa de Incentivo ao Uso Sustentável e Diversificado do Carvão Mineral do Rio Grande do Sul (Prócarvão-RS) pode ser visto como uma primeira ação neste nível e contexto.

Estratégia 2:

Aproximar governo e setor privado para priorizar e melhor direcionar recursos e esforços.

Plano geral de ações da Estratégia 2:

I Através do Comergs e em caráter regular e permanente, congregando indústria, academia e governos estadual e federal, receber as principais demandas e dificuldades que impactam negativamente a competitividade das empresas de mineração do RS. A aproximação do Estado ao setor privado e às entidades representativas mostra-se fundamental para o projeto de ações e dinamização dos recursos e para que estes sejam efetivos em termos de incremento da produtividade e agregação de valor dos processos e produtos. Tal aproximação permite ainda um incremento na interlocução entre os agentes do setor minerário, determinando priorização de processos e redução de entraves burocráticos catalisando investimentos em mineração.

Estratégia 3:

Fomentar a inovação tecnológica e a formação de mão-de-obra local voltada ao setor mineral.

Plano geral de ações da Estratégia 3:

Aproveitando os grupos de P&DI de ponta que o Estado possui e a formação qualificada ao nível técnico (principalmente Sistema S - SENAI, SESI, SEBRAE e outros - e Institutos Federais) e superior (Universidades Federais e Privadas Comunitárias), direcionar a formação de pessoal para atuar na extração, processamento e transformação mineral. Além disso, incentivar que os grupos de pesquisa já existentes nessas instituições busquem por soluções tecnológicas que considerem as particularidades regionais, o incremento da competitividade e a minimização de impactos ambientais decorrentes das atividades de mineração. No contexto da tríplice hélice da inovação, o Estado deve aproximar demandantes (empresas) dos provedores de soluções tecnológicas (Institutos de Ciência e Tecnologia - ICTs), catalisando a pesquisa aplicada às necessidades do setor e fomentando diretamente os ICTs, através da sua Fundação de Amparo à Pesquisa e de programas de incentivo à P&DI (fundos, leis de incentivo).

Estratégia 4:

Promover a imagem e o papel transformador da mineração.

Plano geral de ações da Estratégia 4:

Estruturação de ações que busquem destacar a importância da mineração para os gaúchos, criando e dando publicidade a uma agenda mais positiva e menos parcial do setor. São milhares as famílias que possuem a sua subsistência diretamente relacionada à extração e processamento mineral no RS. Além disso, o potencial de geração de empregos, renda e riqueza ao Estado, por meio de tributos que retornam à população como obras de infraestrutura, segurança pública, escolas, hospitais. O fortalecimento dessa indústria, juntamente com a atração de novos empreendimentos, precisa ser ponderado e avaliado. Por outro lado, a evolução tecnológica dos últimos anos, as pesquisas locais e os cases de sucesso na exploração em países da OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico) precisam ser destacados por ações de

marketing específicas, pois revelam que é possível a exploração das substâncias minerais com potenciais de impacto ambiental significativamente menores quando comparados às práticas de décadas atrás.

Estratégia 5:

Criar um programa voltado aos minerais estratégicos e portadores de futuro.

Plano geral de ações da Estratégia 5:

Z Criação de um programa estadual voltado aos minerais estratégicos e portadores de futuro, considerando as reservas locais e infraestrutura, concentrando esforços na atração de investimentos. Por minerais "portadores de futuro" foram consideradas aquelas substâncias minerais escassas, com aplicação em componentes de tecnologia avançada, e para as quais é prevista uma expressiva elevação na sua demanda (terras raras, titânio, cobalto, lítio, molibdênio, silício (grau solar), entre outros). O apoio técnico-institucional permitirá a priorização da destinação de recursos do Estado (marketing, infraestrutura e conhecimento especializado) para o aumento do potencial de materialização de investimentos que explorem substâncias minerais capazes de agregar valor em sua cadeia ou atender a demandas imediatas do Estado (energéticos, fertilizantes, materiais para a construção civil), impulsionando o desenvolvimento socioeconômico regional de forma inclusiva e sustentável.

A proposição de estratégias e plano geral de ações para consecução dos resultados almejados se alinha, portanto, ao que se identifica como fundamental para minimizar ameaças e maximizar as oportunidades para desenvolvimento do setor mineral. Há grande variedade e abundância de substâncias minerais no Rio Grande do Sul, e a sua exploração vem gerando milhares de empregos, riqueza e divisas ao Estado por meio do recolhimento de impostos. Algumas destas substâncias são consideradas estratégicas e vem sendo continuamente exploradas por serem essenciais para apoiar o desenvolvimento do Estado, como materiais empregados largamente na construção civil (portanto, vital para a infraestrutura), ou mesmo o carvão mineral para prover segurança energética à matriz elétrica estadual e nacional. Substâncias abundantes que possuem alto valor agregado, como ametistas e ágata, dentre outras, também podem ser consideradas possíveis vetores de desenvolvimento especialmente por suas reservas, em geral, localizarem-se em regiões deprimidas socioeconomicamente.

Há minerais que também podem ser considerados estratégicos por se constituírem em oportunidades para atender demandas internas e fortalecer diferentes cadeias produtivas. Insumos agrícolas são substâncias representativas considerando a possibilidade de ampliar e diversificar a sua produção no Estado, e a sua

grande demanda pelo agronegócio gaúcho; podendo-se, portanto, produzir internamente insumos que dependiam de importação - gerando emprego, renda e arrecadação de impostos no Estado - reduzindo a . O mesmo pode ser dito para a geração de produtos químicos do carvão mineral por meio da cadeia carboquímica. Além destas, há substâncias escassas que possuem alto valor agregado, empregadas em componentes de avançada tecnologia e que se projeta um crescente aumento pela sua procura. Catalisar a exploração de tais substâncias consideradas portadoras de futuro requer a ampliação do conhecimento sobre suas quantidades e qualidades e da viabilidade de exploração, estimulando iniciativas do setor público e privado. As estratégias propostas buscarão criar ambientes favoráveis para fortalecer e multiplicar as atividades de exploração e comercialização de maneira sustentável, estimulando, especialmente, substâncias que são estratégicas e/ou portadoras de futuro.

Informações mais detalhadas em relação às reservas de cada grupo de substâncias no Rio Grande do Sul, a sua produção e comercialização, tecnologias e recursos humanos empregados, aspectos atinentes ao meio-ambiente, potenciais e desafios para promover o setor serão apresentados no Volume II - Diagnóstico do Setor Mineral, documento que sucede o presente Sumário Executivo.



ABCERAM - Associação Brasileira de Cerâmica. Informações Técnicas - Definição e Classificação. Disponível em http://abceram.org.br/segmentos-ceramicos/>. Acesso em: 28 jun. 2018.

ABCM - Associação Brasileira do Carvão Mineral. Carvão Mineral: dados estatísticos de 2016. 2018. Disponível em: < http://www.siecesc.com.br/pdf/dados_estatisticos_ano_2016.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2018.

ABIQUIM - Associação Brasileira da Indústria Química. O Desempenho da Indústria Química em 2017. Disponível em < https://abiquim.org.br/uploads/guias_estudos/desempenho_industria quimica 2017.pdf>. Acesso em: 15 out. 2018.

ABNT NBR 13529:2013. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas — Terminologia. ABNT, 2013

ABNT NBR 16697:2018, Cimento Portland - Requisitos, ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2018.

AGEDAM, Associação Gaúcha dos Envasadores de Água Mineral. Mercado de água mineral gaúcho cresce 10% ao ano. AGEDAM: 2018. Disponível em: https://agedam.org/2018/04/26/mercado-de-agua-mineral-gaucho-cresce-10-ao-ano/>. Acesso em 11 out. 2018.

ÁGUIA - Águia Metais, disponível em: http://projetofosfato.com.br/wp-content/uplo-ads/2017/08/Press-Kit-O-Projeto.pdf, Jornalista Daiane Roldão da Silva - MTB 13.960. Acesso em: 28 set. 2018.

ALMEIDA, A. S. Métodos de Mineração. In: TAN-NO, L. C. (Coord.); SINTONI, A. (Coord.). Mineração & município: bases para planejamento e gestão dos recursos minerais. São Paulo: IPT, 2003. 177 p. (Publicação IPT, 2850).

ALMEIDA, F. F. M. de; HASUI, Y.; BRITO NEVES, B. B.; FUCK, R. A. Províncias estruturais brasileiras. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 8., 1977, Campina Grande, Atas... Campina Grande: SBG, 1977. p. 363-391.

AMAPÁ - Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá - IEPA. Diagnóstico do setor mineral do Estado do Amapá / coordenador, Marcelo José de Oliveira. - Macapá: Iepa, 2010. 148p.: il.; 21 x 29,7 cm.

ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. 14ª Rodada de Licitações - Bacia de Pelotas, 2017. Disponível em: http://www.anp.gov.br/exploracao-e-producao-de-oleo-e-gas/rodadas-de-licitacoes/14-rodada-de-licitacoes/bacia-de-pelotas>.

Acesso em: 27 dez. 2017.

ARAÚJO, E.M., CAMPOS, R.S., REMUS, M.V.D., PHILIPP, R.P., Dani, N. Variedades de rochas ornamentais do Rio Grande do Sul, Livro de resumos do 14º Salão de iniciação Científica, 2002, Pg. 2-6: UFRGS, Porto Alegre, RS.

BERGMANN, Magda; PARISI, Giovani Nunes; ROCHA, Paloma Gabriela. Modelo prospectivo para ametista e ágata na fronteira oeste do Rio Grande do Sul: mapa preliminar de associações tectono-estratigráficas e recursos minerais [edição preliminar - em revisão]. Porto Alegre: CPRM, 2015. Escala 1:250.000.

BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. Desafios da mineração: desenvolvimento e inovação para redução dos impactos ambientais e sociais. 2017. Disponível em: https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/noticias/noticia/inovacao-tecnologia-mineracao-metais. Acesso em: 02 jul. 2018.

BOSWELL, R.; COLLETT, T.S., 2011. Current perspectives on gas hydrate resources. Energy and Environmental Science, 4, 1206-1215.

BP - British Petroleum. 2018. Disponível em: https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/natural-gas/natural-gas-reserves. html>. Acesso em: 15 set. 2018.

BRANCO, P.M., Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, Serviço Geológico do Brasil. Minerais Argilosos, 2014. Disponível em: http://www.cprm.gov.br/publique/Redes-Institucionais/Rede-de-Bibliotecas---Rede-Ametista/Canal-Escola/Minerais-Argilosos-1255.html Acesso em: 18 set. 2018.

BRASIL - Ministério de Minas e Energia. Plano Nacional de Mineração 2030 (PNM - 2030). Brasília: MME, 2010, 178 p.1v.: il.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.

BRASIL. Decreto Nº 9.406, de 12 de junho de 2018. Regulamenta o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, a Lei nº 6.567, de 24 de setembro de 1978, a Lei nº 7.805, de 18 de julho de 1989, e a Lei nº 13.575, de 26 de dezembro de 2017.

___. Decreto Nº 9.407, de 12 de junho de 2018. Regulamenta o disposto no inciso VII do § 2º e no § 5º do art. 2º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990.

___. Decreto-Lei Nº 227, de 28 de fevereiro de

1967. Dá nova redação ao Decreto-lei nº 1.985, de 29 de janeiro de 1940. (Código de Minas).

____. Decreto-Lei Nº 7.841, de 08 de agosto de 1945. Código de Águas Minerais.

___. Lei Nº 12.334, de 20 de setembro de 2010. Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens.

___. Lei Nº 13.540, de 18 de dezembro de 2017. Altera as Leis nos 7.990, de 28 de dezembro de 1989, e 8.001, de 13 de março de 1990, para dispor sobre a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM).

___. Lei Nº 13.575, de 26 de dezembro de 2017. Cria a Agência Nacional de Mineração (ANM); extingue o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM).

____. Minerais estratégicos e terras-raras/relator Colbert Martins; Paulo César Ribeiro Lima et al. -Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2014. 241 p. (Série estudos estratégicos; n. 3).

____. Pesquisas indicam novas fontes para produção de gás natural no País. 2016. Disponível em: http://www.brasil.gov.br/economia-e-em-prego/2016/02/pesquisas-indicam-novas-fontes-para-producao-de-gas-natural-no-pais. Acesso em: 29 out. 2018.

____. Setor mineral representa 4% do PIB brasileiro. 2014. Disponível em: http://www.brasil.gov.br/noticias/infraestrutura/2014/12/setor-mineral-representa-4-por-cento-do-pib-brasileiro >. Acesso em: 02 jul. 2018.

CETEM - Centro de Tecnologia Mineral. Ministério da Ciência e da Tecnologia - MCT. Agrominerais para o Brasil/Eds. Francisco R. C. Fernandes, Adão B. da Luz, Zuleica C. Castilhos. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010. Disponível em: http://www.cetem.gov.br/agrominerais/novolivro/cap1.pdf>. Acesso em: 08 out. 2018.

____. Exploração de cobre em Minas do Camaquã (RS) provocou alterações na paisagem. Banco de dados de recursos minerais e territórios: impactos humanos, socioambientais e econômicos, 2012. Disponível em: http://verbetes.cetem.gov.br/verbetes/ExibeVerbete.aspx?verid=19>. Acesso em: 10 out. 2018.

____. Tendências Tecnológicas Brasil 2015: Geociências e Tecnologia Mineral/Eds. Francisco R. C. Fernandes, Adão B. da Luz, Gerson M. M. Matos, Zuleica C. Castilhos. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2007, 380 p.: il.

CETEM - Centro de Tecnologia Mineral. PEI-XOTO, R. H. C.; SANTOS, F. H. S. Lixiviação de

monazita visando a extração de elementos das terras-raras . In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 20., 2012, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: CETEM, 2012.

CHEMALE JR., Farid. Evolução geológica do Escudo Sul-rio-grandense. In: Holz, Michael, De Ros, Luiz Fernandes (Eds.) Geologia do Rio Grande do Sul, Edições CIGO/UFRGS, p. 13-52, 2000.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. BRANCO, P.M. Algumas Gemas Clássicas. Disponível em: http://www.cprm.gov.br/publique/Redes-Institucionais/Rede-de-Bibliotecas---Rede-Ametista/Canal-Escola/Algumas-Gemas-Classicas-1104.html?UserActiveTemplate=cprm&from_info_index=41. Acesso em: 25 out. 2018.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. João Angelo Toniolo, Giovani Nunes Parisi, Luiz Gustavo Rodrigues Pinto, Andrea Sander, Jorge Henrique Laux. Ocorrência de Pb-Zn-Cd (Ag) em Cabeceiras do Lajeado, Rio Grande do Sul - Brasil. Brasília, Informe Técnico, n. 5, maio 2016.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Mapa Gemológico do Estado do Rio Grande do Sul. 2ª ed. BRANCO, P.M., GIL, C.A. Porto Alegre:CPRM, 2002. 1v. II. Mapa.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Mapa Geodiversidade do Brasil: Influência da Geologia dos Grandes Geossistemas no Uso e Ocupação dos Terrenos. Brasília: CPRM, 2006. 68pp.

CRM - Companhia Rio-Grandense de Mineração. Fotografia de perfil típico das argilas entre as camadas de carvão extraídas na mineração de Candiota por Rodrigo José Pereira. 26 jul. 2017.

DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral. Mineral Negócios: Guia do Investidor no Brasil / Mineral Business: Investor's Guide in Brazil. Coordenação. Antonio Fernando da Silva Rodrigues. - Brasília-DF: DNPM, 2006.

DNPM, Departamento Nacional de Produção Mineral. Anuário Mineral Brasileiro: Principais Substâncias Metálicas / Coord. Geral Wagner Fernandes Pinheiro, Osvaldo Barbosa Ferreira Filho, Carlos Augusto Ramos Neves; Equipe Técnica por Marina Dalla Costa... [et. Al.]; - Brasília: DNPM, 2018b. 33 p.: il.

DNPM, Departamento Nacional de Produção Mineral. Anuário Mineral Estadual - Rio Grande do Sul - Ano Base 2016 / Coord. Técnica de José Eduardo da Costa Duarte... [et. al.]; Equipe Técnica por José Eduardo da Costa Duarte e Telmo Fernando Perez de Quadros - Brasília: DNPM, 2018a. 57 p.: il.

DNPM, Departamento Nacional de Produção Mineral. Economia Mineral do Brasil. Capt. 4.3. Mineração de Metais Não-Ferrosos: Cobre. Coordenação. Antonio Fernando da Silva Rodrigues. - Brasília-DF: DNPM, 2009. 764 p. Disponível em: https://sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostra_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=3982>. Acesso em: 02 abr. 2018.

DNPM/MME - Departamento Nacional de Produção Mineral. Economia Mineral do Brasil. Capt. 4.3. Mineração de Metais Não-Ferrosos: Cobre. Coordenação. Antonio Fernando da Silva Rodrigues. - Brasília-DF: DNPM, 2009.

EPE/MME - Empresa de Pesquisa Energética (Brasil). Balanço Energético Nacional 2017: Ano base 2016/Empresa de Pesquisa Energética. - Rio de Janeiro: EPE, 2017. 292 p.: 182 ill.: 23 cm

____. Hidratos de Metano: Aspectos técnicos, econômicos e ambientais. Rio de Janeiro. 12 dez. 2016.

____. NOTA TÉCNICA DPG-SPT Nº 01/2018. Estudo Regional da Porção Gaúcha da Bacia do Paraná Parte 1 - Análise do Zoneamento Nacional de Recursos de Óleo e Gás 2017. Rio de Janeiro. Janeiro de 2018

FEE - Fundação de Economia e Estatística. Siegfried Emanuel Heuser. Jean de Jesus Fernandes; Rosângela Viegas Maraschin. Análise dos Indicadores de localização das empresas de construção civil nas microrregiões do Rio Grande do Sul nos anos de 2005 e 2009. Disponível em: < https://www.fee.rs.gov.br/wp-content/uploads/2014/05/201405237eeg-mesa4-analiseindicadoreslocalizacaoempresasconstrucao.pdf>. Acesso em: 01 out. 2018.

FIERGS - Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul. Cenário de Política II com desagregação setorial e estadual. 2018.

FRAZÃO, E.B. 2002. Tecnologia de rochas na construção civil. ABGE, São Paulo, 132p.

GONZATTI, C., PHILIPP., R.P. Características Tecnológicas de Rochas Ornamentais do Estado do Rio Grande do Sul. Fundação de Ciência e Tecnologia - Cientec. Porto Alegre: CIENTEC, 2009. 74p.:il.

HARTMANN, L. A. Geologia da Riqueza do Rio Grande do Sul em geodos de ametista e ágata. In: Hinrichs, Ruth Técnicas Instrumentais não Destrutivas Aplicadas a Gemas do Rio Grande do Sul 2014.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Divisão do Brasil em Mesorregiões e Microrregiões Geográficas. Rio de Janeiro. 1990. Disponível em: http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/DRB/Divisao%20regional_v01.pdf. Acesso em: 11 out. 2018.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Anual da Indústria da Construção - PAIC. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/industria/9018-pesquisa-anual-da-industria-da-construcao.html?=&t=destaques. Acesso em: 11 out. 2018.

IBRAM - Instituto Brasileiro de Mineração, 2011. Informações e Análises da Economia Mineral Brasileira. 6ª ed. Brasília/DF, 2011. 28 p.

IBRAM - Instituto Brasileiro de Mineração, 2013. Gestão para a sustentabilidade na mineração: 20 anos de história / Instituto Brasileiro de Mineração; organizadores, Cláudia Franco de Salles Dias, Rinaldo César Mancin, Mª Sulema M. de Budin Pioli. 1.ed. - Brasília: IBRAM, 2013.

JUCHEM, P. L. Materiais Gemológicos do RS. In: Hinrichs, Ruth Técnicas Instrumentais não Destrutivas Aplicadas a Gemas do Rio Grande do Sul 2014.

KLEIN, Jefferson. Projeto Retiro espera obter licença neste semestre, Jornal do Comércio, edição de 04/03/2016, Porto Alegre - RS, 2016. Disponível em: https://www.jornaldocomercio.com/_conteudo/2016/03/economia/485386-projeto-retiro-espera-obter-licenca-neste-semestre.html. Acesso em: 02 out. 2018.

KONRAD, O. Atlas das biomassas do Rio Grande do Sul para produção de biogás e biometano / Odorico Konrad et al. (Org.) - Lajeado : Ed. da Univates, 2016.

KULAIF, Y. Perfil do potássio. Relatório técnico nº 52 do Projeto de Assistência Técnica ao Setor de Energia - Projeto Estal. Brasília: SGM/MME: BIRD, 2009. 48 p. Disponível em:http://www.mme.gov.br/documents/1138775/1256650/P29_RT52_Perfil_do_Potxssio.pdf/4971d20d-6612-4882-b131-450e15524ff8>. Acesso em 01 out. 2018.

KULAIF, Y.; GÓES, A. M., p. em Recursos Minerais no Brasil: problemas e desafios / Adolpho José Melfi, Aroldo Misi, Diogenes de Almeida Campos e Umberto Giuseppe Cordani (organizadores). - Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2016.

LUZ, Beatriz; ECHEVENGUA, Cláudia. Gestão Empresarial para a Sustentabilidade em Tempos de Mudança Climática. Barueri: Manole, 2015. il.

MACIEL, A. C.; CRUZ, P. R. Perfil analítico do tó-

rio e terras raras. Boletim DNPM, Rio de Janeiro, n. 28, 1973. 80 p.

MAPA - Ministério da Agricultura. Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 5, de 10 de março de 2016. Disponível em: < http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/legislacao >. Acesso em: 16 out. 2018.

MELLO, F. D. Relatório do Projeto sobre Pesquisa Tecnológica para Utilização Econômica da Argila e da Cinza de Carvão de Candiota, Rio Grande do Sul, Brasil. Porto Alegre: CRM, 2001. 136 p., il.

MME - Ministério de Minas e Energia. Anuário Estatístico do Setor de Transformação de Não Metálicos- 2017, Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, ano base 2016, Brasil, 2017.

NEXA - Nexa Resources, Projeto Caçapava do Sul, disponível em: <www.projetocacapavado-sul.com.br/>. Acesso em: 28 set. 2018.

PARÁ - Secretaria de Estado de Indústria, Comércio e Mineração - SEICOM. Plano de Mineração do Estado do Pará - 2014:2030. Belém - PA, 2014. 192 p.

PIRES, K. C. J. P.; MOSSMANN, R.; MACIEL, L. A. C. Potencial Mineral do estado do Rio Grande do Sul: principais projetos de exploração em desenvolvimento e potencialidade geológica para novos projetos. VII Simpósio Brasileiro de Exploração Mineral - Simexmin. Ouro Preto, 2016.

PMRG, RGM Mineração tem licença concedida para se instalar em São José do Norte, 04.06.2018, Site Oficial da Prefeitura Municipal de Rio Grande, RS, Disponível em: . Acesso: em 03 out. 2018.

RGM - Rio Grande Mineração, O Projeto Retiro. Disponível em: http://rgminer.com.br/o-projeto-retiro/. Acesso em: 28 set. 2018.

RIMA - PROJETO RETIRO, Relatório de Impacto Ambiental - RIMA, Projeto Retiro, Rio Grande Mineração S.A. (RGM), São José do Norte - RS, 2014. Disponível em: http://rgminer.com.br/wp-content/uploads/2014/09/rgm-2014-07-03-BAIXA.pdf Acesso em: 03 out. 2018.

RIO GRANDE DO SUL - Secretaria de Desenvolvimento e Promoção do Investimento - SDPI. Atlas eólico: Rio Grande do Sul / elaborado por Camargo Schubert Eng. Assoc., Eletrosul Centrais Elétricas S.A.; dados do modelo mesoes-

cala fornecidos por AWS TruePower. Porto Alegre: SDPI : AGDI, 2014. 116 p. : il., mapas 32.6 x 31,4 cm.

RIO GRANDE DO SUL - Secretaria de Minas e Energia - SME. Plano Energético do Estado do Rio Grande do Sul - 2016:2025. Porto Alegre--RS, 2016. 515 p.

RIO GRANDE DO SUL - Secretaria dos Transportes. Plano Estadual de Logística de Transportes (PELT-RS), 2018. Disponível em < https://transportes.rs.gov.br/pelt-rs>. Acesso em 10 set 2018.

RIO GRANDE DO SUL. Decreto N°. 52.282, de 05 de mar. de 2015. Porto Alegre-RS, mar. 2015.

____. Decreto N°. 52.582, de 01 de out. de 2015. Porto Alegre-RS, out. 2015.

____. Decreto N°. 52.964, de 30 de mar. de 2016. Porto Alegre-RS, mar. 2016.

____. Decreto N°. 53.160, de 03 de ago. de 2016. Porto Alegre-RS, ago. 2016.

____. Lei N°. 14.864, de 11 de maio de 2016. Porto Alegre-RS, maio 2016.

___. Lei N°. 15.047, de 29 de nov. de 2017. Porto Alegre-RS, nov. 2017.

ROHDE, G. M. Cinzas, a outra metade do carvão fóssil - nova estratégia para a termeletricidade. In: Anais do IV Congresso Brasileiro de Carvão Mineral; 2013 ago. 22-24; Gramado, Brasil.

ROHDE, G. M., ZWONOG, O., CHIES, F., SILVA, N.I.W. Cinzas de Carvão Fóssil no Brasil - Aspectos Técnicos e Ambientais, Porto Alegre - RS: Cientec, v.1 (202p.): 2006, il.

RUPPEL, Carolyn. MITEI Natural Gas Report, Supplementary Paper on Methane Hydrates: 4 - Methane Hydrates and the Future of Natural Gas, 2011.

SCHERER, Oscar Luis Bertoldo et al. Projeto materiais de construção civil da região metropolitana de Porto Alegre. CPRM, 2016. Disponível em: http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/17060>. Acesso em: 23 mai. 2017.

SILVA, C. R. da; MARQUES, V. J.; DANTAS, M. E.; SHINZATO, E. Aplicações múltiplas do conhecimento da geodiversidade. In: SILVA, C. R. da (Ed.). Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro. Rio de Janeiro: CPRM, 2008. 264 p. il. p. 181 - 202.

SILVA, N. I. W. Argilas de Candiota - Caracterização preliminar para uso em cerâmica ver-

melha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂ-MICA, 42, 1998, Poços de Caldas. Anais... São Paulo: ABC, 1998. p. 250-253.

SILVA, N. I. W.; CALARGE, L. M.; MELLO F. D. Estudo da aplicação da argila e cinzas de carvão como matérias-primas cerâmicas. In: CONGRES-SO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 43, 2-5 jun. 1999, Florianópolis. Anais... São Paulo: ABC, 1999.

SINDUSCON - RS - Sindicato das Indústrias da Construção Civil no Estado do Rio Grande do Sul. Indústria da Construção volta a crescer em 2018. Disponível em: < http://www.sinduscon-rs.com.br/industria-da-construcao-volta-a-crescer-em-2018/>. Acesso em: 01 out. 2018.

SÜFFERT, T. Turfa da Região de Itapuã, Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre-RS: CPRM, 1998.

TAKEHARA, LUCY. Avaliação do potencial de Terras Raras no Brasil. Organizado por Lucy Takehara. - Brasília: CPRM, 2015. 218 p.: il. - (Informe de Recursos Minerais, Série Minerais Estratégicos, 02).

TOMAZELLI, L. J.; DILLENBURG, S. R.; VILLWO-CK, J. A.; BARBOZA, E.G.; BACHI, F. A.; DEH-

NHARDT, B. A.; ROSA, M. L. C. C. Sistemas Deposicionais e Evolução Geológica da Planície Costeira do Rio Grande do Sul: uma síntese. In: IANNUZZI, R.; FRANTZ, J. C. (Ed.). 50 anos de geologia: Instituto de Geociências, contribuições. Porto Alegre: Comunicação e Identidade, 2007. p. 327-340.

VIDAL, Francisco W. H.; AZEVEDO, Hélio C. A.; CASTRO, Nuria F.; Tecnologia de rochas ornamentais: pesquisa, lavra e beneficiamento/Eds., Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2013, 700p.: il.

VIERO, A.C., SILVA, D.R.A. Geodiversidade do estado do Rio Grande do Sul/Organização Ana Cláudia Viero e Diogo Rodrigues Andrade da Silva. - Porto Alegre: CPRM, 2010. 250 p.;

WILDNER, Wilson. Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil: Porção sul da Bacia do Paraná, RS/Wilson; Raquel Barros Binotto; Viviane Carrilo Ferrari; Lucas Antunes. Porto Alegre; CPRM, 2017.

ZWIRTES, S., HAMMES, D.F. Projeto materiais para construção civil da região da grande Florianópolis/Simone Zwirtes; Daiane Flora Hammes. Porto Alegre: CPRM, 2016. 154 p.: il.



Nos Apêndices são apresentados os mapas georreferenciados elaborados a partir dos processos ativos em andamento no DNPM/ANM e do banco de dados da CPRM e FEPAM. Os mapas permitem inferir a disponibilidade de recursos das diferentes substâncias minerais que compõem cada grupo. Os dados referentes aos processos minerários cadastrados e suas fases, bem como as substâncias de interesse, foram obtidos do Sistema de Informação Geográficas da Mineração - SIGMINE - do DNPM/ ANM, no formato SHAPEFILE, Sistema Geodésico de Coordenadas (Datum) SIRGAS 2000. Os usos de cada substância/processo foram obtidos a partir do campo "USO" dos dados coletados do SIGMINE.

Foram consideradas as seguintes fases: 1) Autorização de Pesquisa; 2) Requerimento de Lavra; 3) Concessão de Lavra; 4) Lavra Garimpeira; 5) Licenciamento; e 6) Registro de Extração. As fases de requerimento (exceto o de lavra) não foram consideradas pois não têm o Relatório Final de Pesquisa aprovado, ou seja não são necessariamente alvos potenciais que caracterizam a presença de um depósito mineral; alguns processos da fase "Disponibilidade" foram considerados, nos casos em que antes de serem colocados em disponibilidade se encontravam em uma das 6 fases mencionadas acima.

Para fins de visualização dos mapas impressos, em função da escala, foi atribuído um ponto/símbolo que representa, cada um, o centro de uma poligonal no DNPM/ANM com sua respectiva substância mineral. O tamanho dos pontos/símbolos foi extrapolado para torná-los legíveis.

- 🗹 A. Materiais para Construção Civil.
- B. Minerais Metálicos.
- C. Recursos Energéticos.
- D. Águas Minerais.
- **E**. Indústria Cerâmica.
- F. Pedras Preciosas.
- G. Rochas Ornamentais.
- H. Insumos Agrícolas.



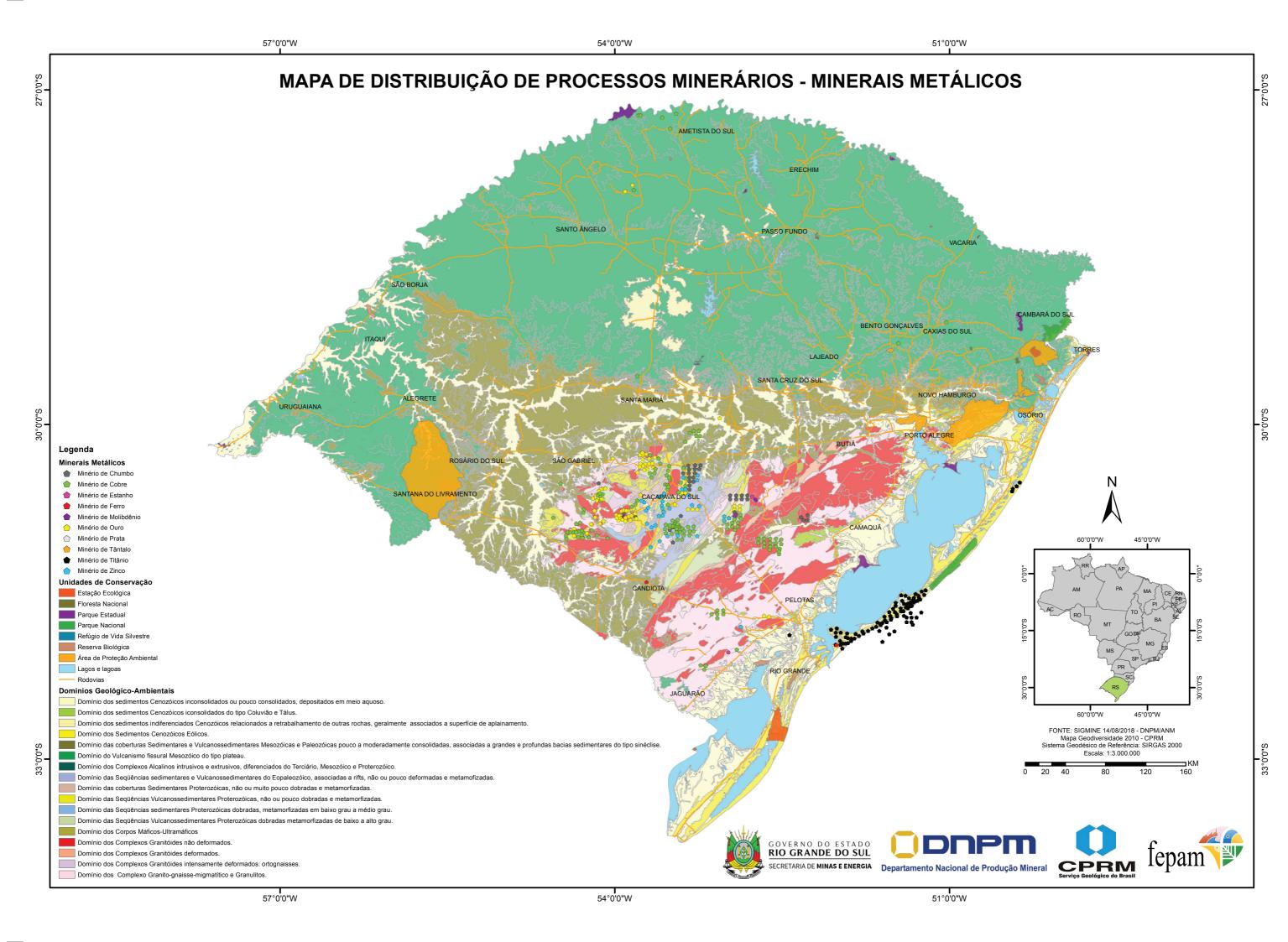
Materiais para Construção Civil.

Para fins de visualização dos mapas impressos, em função da escala, foi atribuído um ponto/símbolo que representa, cada um, o centro de uma poligonal no DNPM/ANM com sua respectiva substância mineral. O tamanho dos pontos/símbolos foi extrapolado para torná-los legíveis.

В

Minerais Metálicos.

Para fins de visualização dos mapas impressos, em função da escala, foi atribuído um ponto/símbolo que representa, cada um, o centro de uma poligonal no DNPM/ANM com sua respectiva substância mineral. O tamanho dos pontos/símbolos foi extrapolado para torná-los legíveis.

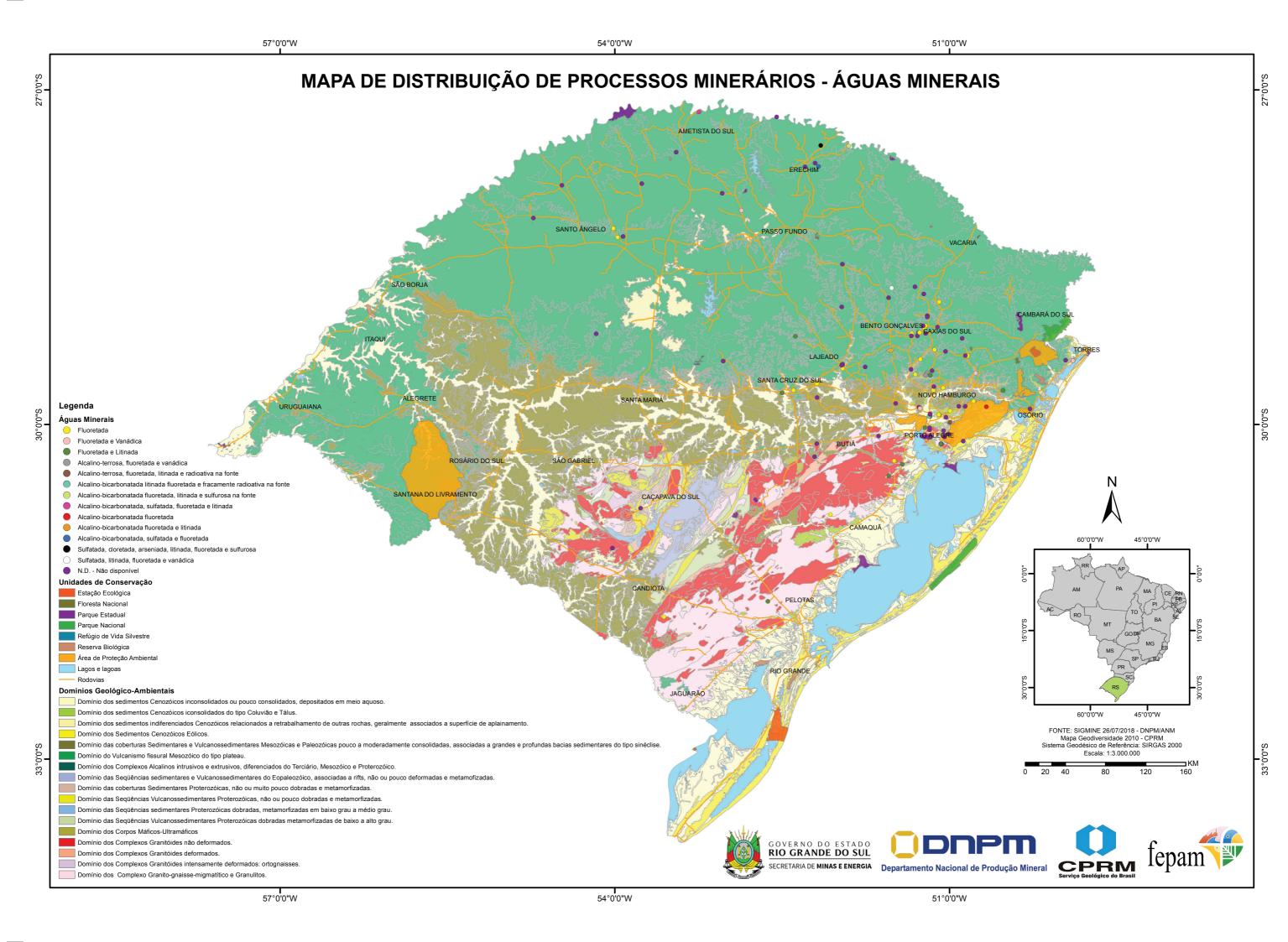


С

Recursos Energéticos.

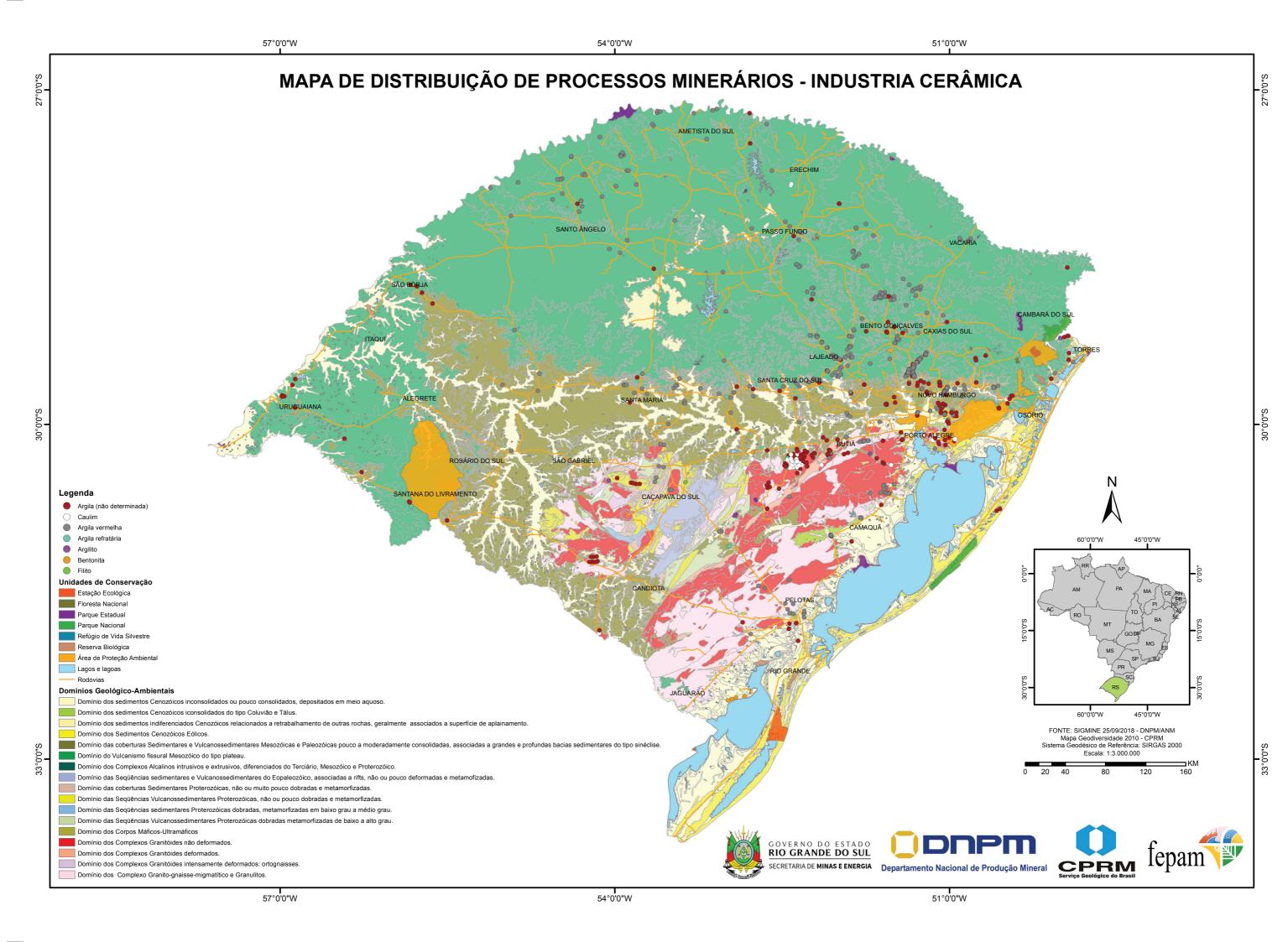
D

Águas Minerais.



E

Indústria Cerâmica.

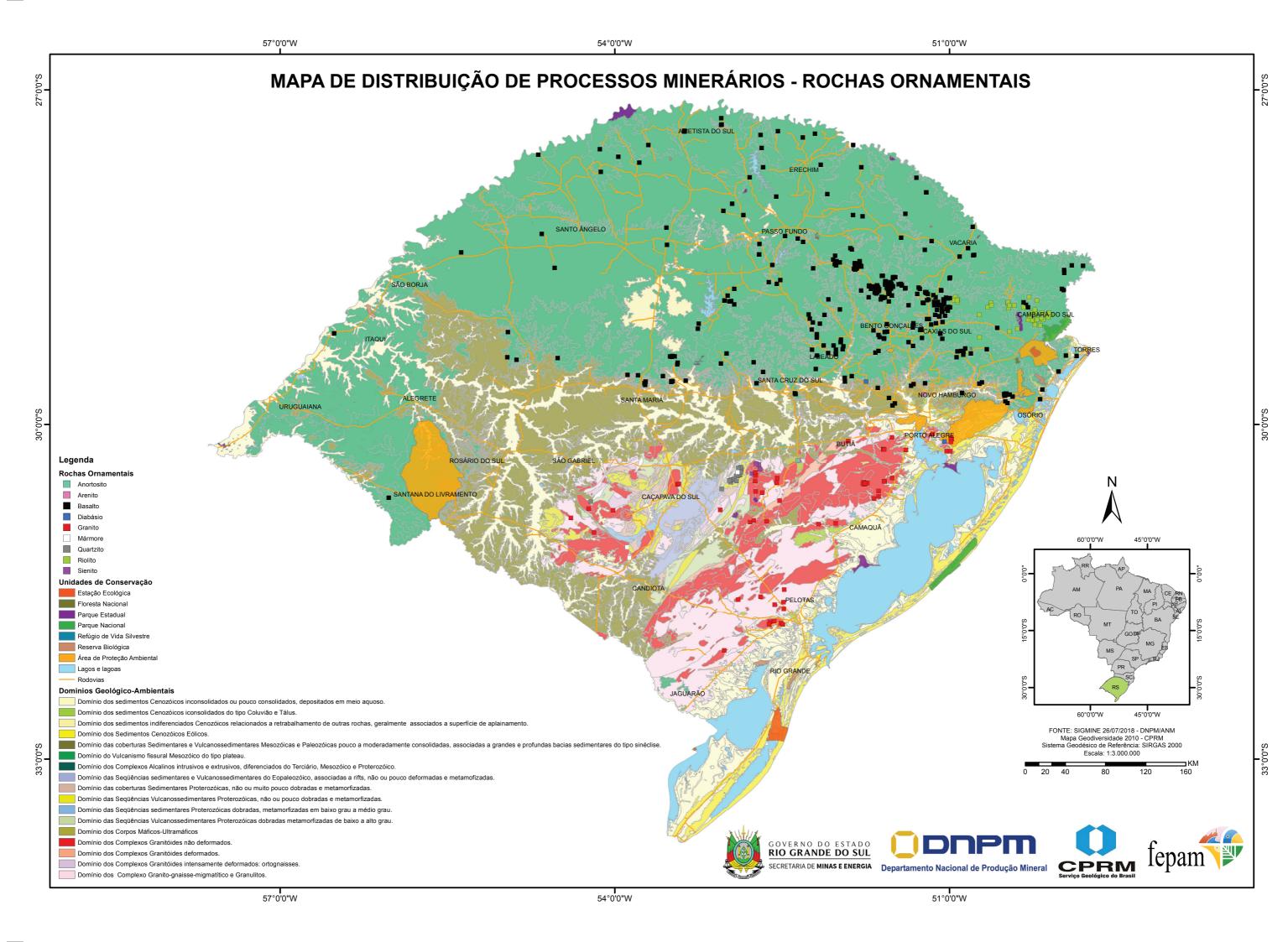


F

Pedras Preciosas.

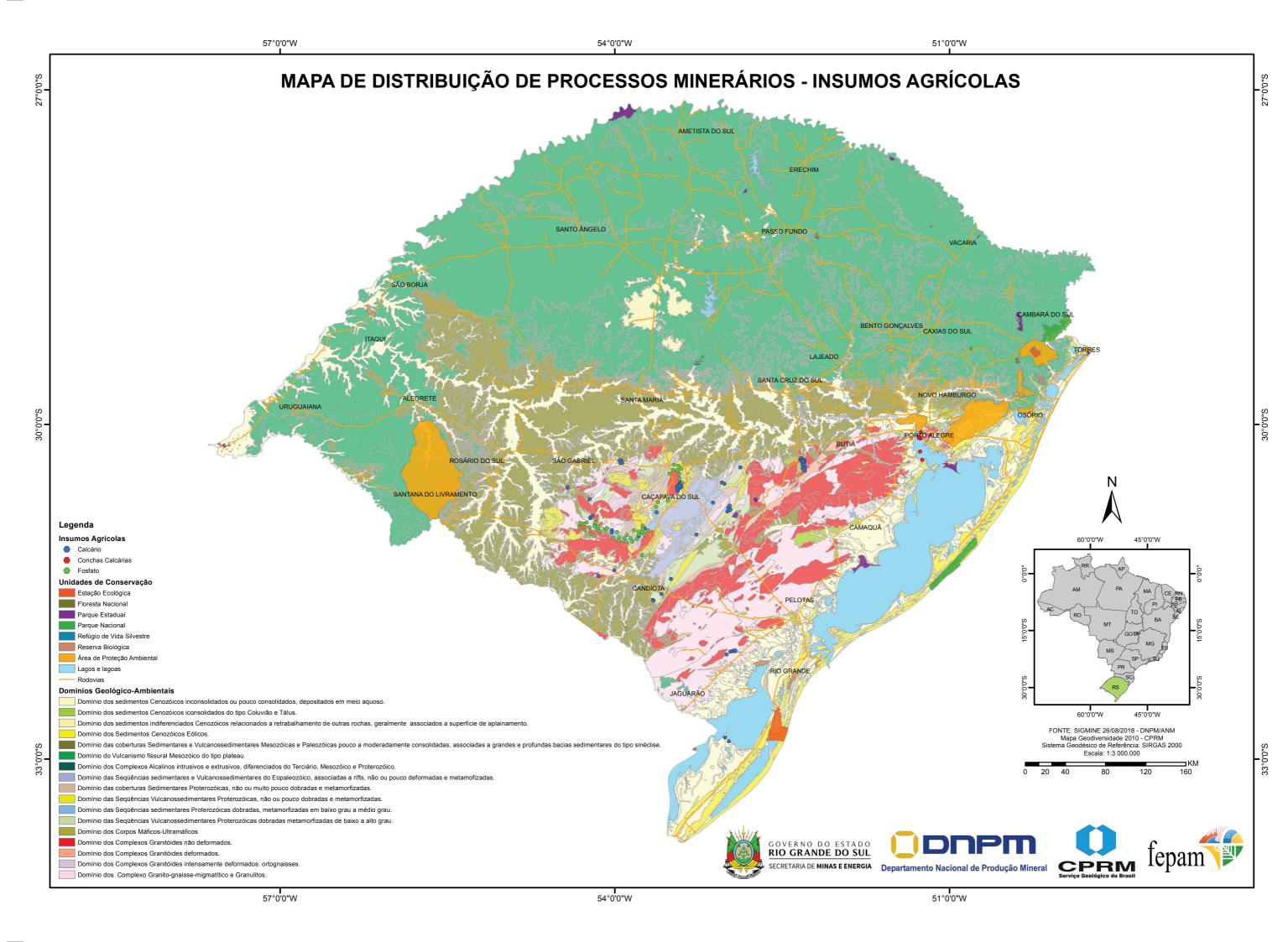
G

Rochas Ornamentais.





Insumos Agrícolas.







contato

- \odot Av. Borges de Medeiros, 1501 7° andar Porto Alegre/RS - CEP: 90020-020
- © (51) 3288-7449 / (51) 3288-7427
- gabinete@minasenergia.rs.gov.br

co-autores



