

# EXPLORAÇÃO DE BASALTO NA REGIÃO DAS MISSÕES DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL: UMA ABORDAGEM ÀS QUESTÕES AMBIENTAIS

Ibanor Gehlen [1]  
Luciana Brandli [2]  
Fernando Pugliero Gonçalves [3]

## RESUMO

Este trabalho tem como tema central a mineração, extração e o beneficiamento das pedreiras de basalto, e as questões ambientais que permeiam tais atividades. Para tal, apresenta-se uma discussão sobre os aspectos ambientais inerentes à atividade, descreve-se o processo da evolução da legislação ambiental no Brasil e os critérios de solicitação de regularização/liberação das áreas de extração de basalto. Faz-se, ainda, a quantificação do basalto existente nas pedreiras legalizadas em atividades na região das Missões do Estado do Rio Grande do Sul, com vistas à avaliação da reserva mineral atual e futura das jazidas. Os resultados obtidos apontam para uma larga disponibilidade de basalto na área de abrangência da região investigada.

Palavras-chave: Mineração. Basalto. Pedreiras. Regularização. Liberação. Extração.

## ABSTRACT

The central topic of this study is the mining, extraction and processing of basalt quarries and the environmental issues involved in these activities. Firstly, a discussion on the environmental aspects inherent to this activity is presented, as well as a report of the evolutionary process of Brazil's environmental legislation and the criteria for regulation/liberation petition of basalt extraction areas. Furthermore, a quantification of the existing basalt at legal quarries in activity in the north-west region of the state of Rio Grande do Sul is made, with the intention of evaluating the actual and future mineral reserve of the deposits. The results obtained indicate a large availability of basalt in the area included in the region investigated.

Key words: Mining. Basalt. Quarries. Regulation. Liberation. Extraction.

## INTRODUÇÃO

O crescimento populacional tem provocado o excessivo aumento na demanda por recursos minerais de emprego direto na construção civil, fomentando uma atividade extrativa altamente modificadora do meio ambiente e, normalmente, induzindo à sua total degradação. A região das Missões localizada a noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, sendo composta por

vinte e cinco municípios de pequeno e médio porte (Figura 1a), constitui uma das maiores reservas de basalto do Estado e vem sofrendo um rápido processo de degradação de seus recursos ambientais, em grande parte como consequência da exploração mineral.

Freqüentemente, surgem denúncias, nos meios de comunicação, sobre a forma clandestina como é exercida a atividade de exploração de recursos naturais no Brasil, e cujos extratores, em sua grande maioria, não dispõem de permissão legal para o exercício dessa atividade. A imagem um tanto negativa desse tipo de extração, junto à sociedade em geral, sobretudo nas últimas décadas, deve-se aos profundos impactos causados ao meio ambiente.

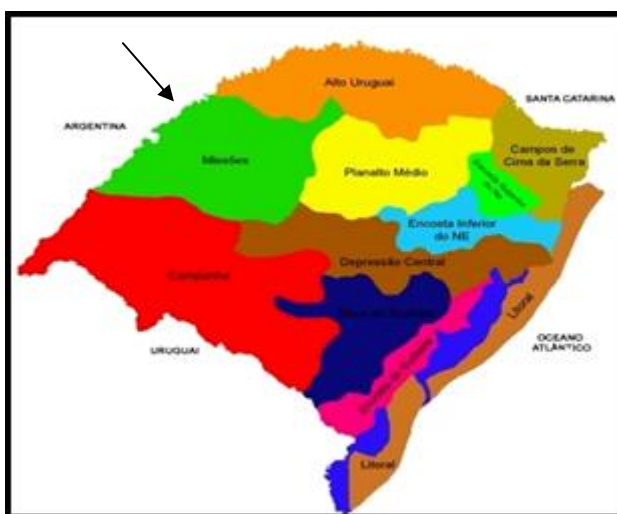
No século XIX, quando surgiram as primeiras pedreiras no Brasil, o processo de extração do basalto era executado de forma lenta e rudimentar. Naquela época pode ser descrito como tímido o desenvolvimento tecnológico que ocorria na extração das rochas para o emprego na construção civil, a fim de atender aos artífices trazidos pelos colonizadores. Os diversos materiais de construção eram retirados, principalmente, dos aluviões e, quando de afloramentos rochosos, eram cuidadosamente desagregados com cunhas, acompanhando-se as clivagens, amarrados ou cortados com ponteiros e marretas e, quando necessário, perfurados e detonados com pólvoras caseira (GERMANI, 2002).

Em 1955, na região das Missões, foi iniciada de forma rudimentar a extração de basalto nas pedreiras, com fins específicos de utilização do material extraído para uso e emprego na construção civil e em obras viárias. A região possui uma das maiores reservas de basalto do tipo fissural, sendo descrito que o derrame de lava basáltica da bacia do Paraná cobre cerca de 40% da superfície do Rio Grande do Sul, conforme ilustrado na (Figura 1b).

Até a década de 70, a extração de basalto era executada livremente sem qualquer legislação ambiental, e as áreas de exploração de basalto – as pedreiras – acabavam degradadas de forma abrupta, trazendo graves consequências de devastação ao meio ambiente (GOMES, 1984).

O processo de regularização/legalização das pedreiras de basalto foi instituído em Lei, em 1990, pelas Fundações Estaduais de Proteção Ambiental, exigindo das empresas mineradoras o cumprimento da legislação ambiental, para obtenção das licenças inicial, prévia e de operação das jazidas.

Em vista dessas alterações em relação à mineração, este artigo tem como tema central a própria mineração, extração e o beneficiamento de pedreiras de basalto e as questões ambientais que permeiam tais atividades. Para tal, apresenta-se uma discussão sobre os aspectos ambientais inerentes à atividade, descrevem-se o processo da evolução da legislação ambiental no Brasil, os critérios de solicitação de regularização/liberação das áreas de extração de basalto e identifica-se o potencial de basalto existente nas pedreiras em atividades/legalizadas na região das Missões.



a) Região das Missões a Norte do Estado/RS

b) ● Lava basáltica pontilhada no mapa

Figura 1: Mapa do estado do Rio Grande do Sul. Fonte: Arnold (1993)

## **MINERAÇÃO, EXTRAÇÃO E BENEFICIAMENTO DE PEDREIRAS DE BASALTO**

O processo de exploração das pedreiras de basalto é uma atividade complexa e de alto custo, tendo início com a localização de jazidas minerais, o que acontece por mero acaso ou, por vezes, cientificamente, através de estudos geológicos regionais, seguidos por mapeamento geológico de detalhe da área selecionada (ZUSMAN, 1977).

Uma vez confirmada a existência de jazimento mineral, passa-se a realizar a pesquisa mineral. Nessa fase, faz-se uso de vários trabalhos técnicos: sondagens, poços de pesquisa, trincheiras, entre outros, bem como a eventual aplicação de métodos de prospecção geofísicos e/ou geoquímicos (MORRISON, 1992).

Todo esse trabalho visa confirmar, com um nível razoável de segurança, a existência do jazimento, seu condicionamento geológico – extensão, comportamento estrutural, teores do basalto, entre outras características – e, sobretudo, calcular as reservas do minério em foco e sua economicidade.

A mineração é conceituada como sendo a ação de descobrir, avaliar e extrair as substâncias minerais úteis, existentes no interior ou na superfície do nosso planeta Terra. Todas as operações que envolvem a mineração comportam quatro etapas distintas: a prospecção; a exploração, o desenvolvimento e a lavra.

Segundo Morrison (1992), somente depois de qualificada e quantificada a reserva total de basalto na jazida e determinada a sua exeqüibilidade econômica é que se deve dar início à atividade de mineração propriamente dita: extração e beneficiamento do basalto.

Na Figura 2 está apresentada uma pedreira típica da região das Missões, localizada na cidade de Cerro Largo, onde são executados os trabalhos de desmonte de rochas a céu aberto.



Figura 2: Pedreira de basalto tipo fissural, situada em Cerro Largo região das Missões.  
Fonte: Gehlen (2007)

O basalto é uma rocha ígnea eruptiva, de granulação fina, afanítica, isto é, os cristais não são vistos à vista desarmada, podendo, ainda, conter grandes quantidades ou ser constituído integralmente de vidro (material amorfo). Essa rocha é constituída principalmente de plagioclásio e piroxênio e, em muitos casos, de olivina, (NEVES, 2004). O mesmo autor ainda aponta que, como minerais acessórios, se encontram, principalmente, vários minerais, sendo os óxidos de ferro e o titânio os mais freqüentes. A rocha basáltica geralmente possui cor escura acentuada (rocha máfica).

O basalto é produzido, principalmente, nas erupções que ocorrem: (a) nas cristas meso-oceânicas, que são o foco da expansão do assoalho oceânico e dão origem à chamada tectônica de placas; assim, a maior parte do embasamento oceânico é constituída de basaltos; (b) em enormes derrames que formaram grandes platôs continentais, como, por exemplo, da Bacia do Paraná, no sul do Brasil, no norte da Sibéria, no planalto de Decan, na Índia e (c) em menor volume, embora mais evidentes, em erupções vulcânicas como em algumas das ilhas do arquipélago do Havaí (LAMEGO, 1950).

## AS QUESTÕES AMBIENTAIS INERENTES À ATIVIDADE DA MINERAÇÃO

Em relação aos impactos causados pela mineração ao meio ambiente, formalmente tal atividade já está sujeita a regras e controles de órgãos competentes, tais como, o licenciamento ambiental e a recuperação de áreas degradadas, entre outros (SOUZA, 2001).

A questão conflitante entre a mineração e o meio ambiente reside na definição da disponibilidade do uso do solo pela mineração, ou seja, se a mineração pode ser realizada ou não em determinados locais ou em certas regiões, e, em caso positivo, quais as restrições impostas à sua realização.

Pela natureza do problema, a tendência é resolvê-lo de forma polarizada, permitindo ou não a atividade mineral, sem maiores esforços na regulamentação da atividade no local proposto, inclusive, geralmente com possibilidades de prejuízos para a própria comunidade (SOUZA, 2001). De forma geral, devem-se reduzir os impactos ambientais. A maneira racional de decidir e resolver os conflitos sobre o uso do solo pela mineração, seria o conceito de uso seqüencial do solo, o qual consiste em planejar sucessivas ocupações, de modo a que o primeiro uso não venha a produzir danos irreversíveis para fins do segundo aproveitamento e, assim, sucessivamente.

Em relação à recuperação das áreas degradadas pela mineração, cabe apresentar alguns conceitos básicos para um melhor entendimento dos termos, especificações e terminologia usada nos estudos e avaliação do impacto ambiental. Segundo Bitar (1995) *apud* Souza (2001), o primeiro conceito a ser considerado é o de degradação que, no contexto de alterações do meio físico, remete ao sentido de degradação do solo.

Segundo Souza (2001), o processo completo de avaliação do desempenho ambiental, realizado em uma base contínua e de forma sistemática periódica, permite às empresas verificar se os seus objetivos estão sendo atingidos. Além disso, permite fornecer um mecanismo para investigar e apresentar informações confiáveis e verificáveis, inclusive de natureza financeira, que podem ser relatadas às partes interessadas, como acionistas e usuários, órgãos financiadores, fiscalizadores e ambientais.

Portanto, o minerador tem a obrigação de implantar o plano de recuperação de área degradada pela atividade de mineração aprovada pelo órgão ambiental competente, que contempla o uso futuro da área de influência da mina, após o seu fechamento. (SOUZA, 2000, *apud* FARIAS, 2002).

A economia ambiental seria uma maneira de controlar a ação das atividades degradadoras, com a aplicação de instrumentos econômicos, os quais estabeleceriam soluções econômicas para o gerenciamento ambiental em conjunto com os instrumentos jurídicos. (LANNA, 1996, *apud* NETO; PETTER, 2006).

Na mineração, além desses descartes, há a degradação do meio físico devido à exploração dos minérios, gerando, portanto, uma segunda escassez, considerando que as jazidas minerais são como bens não-renováveis (NETO; PETTER, 2006). Assim, é preciso ter bem em mente qual é o objetivo inicial da recuperação, pois as áreas degradadas podem tanto ser “restauradas” como “reabilitadas” segundo Cairns (1988) e Viana (1990) *apud* Lott, Bessa e Vilela (2004).

A restauração refere-se à série de tratamentos que buscam recuperar a forma original do ecossistema, isto é, sua estrutura original, dinâmica e interações biológicas. Tal recuperação, recomendada para ecossistemas raros e ameaçados, geralmente demanda mais tempo e custos maiores. A reabilitação refere-se à série de tratamentos que buscam a recuperação de uma ou mais funções do ecossistema, funções essas que podem ser produção econômica e/ou ambiental (LOTT; BESSA; VILELA, 2004).

Geralmente, as principais justificativas para os reflorestamentos de proteção ambiental envolvem a recuperação imediata, tanto quanto possível, dos benefícios ambientais. Essa questão muitas vezes não é analisada coerentemente, e a restauração da forma – composição e diversidade de espécies, estrutura trófica, fisionomia, dinâmica, entre outras – torna-se prioritária frente à recuperação dos serviços do ecossistema, ou seja, de sua função ambiental (VIANA, 1990, *apud* LOTT; BESSA; VILELA, 2004).

O processo de extração de basalto proporciona mudanças na topografia do terreno e uma completa alteração da sua paisagem, cujas alterações da superfície se manifestam mais obviamente no aspecto estético, pelos elementos visuais da linha, forma, textura, escala, complexidade e cor que compõem a paisagem original. Conseqüentemente, causam impactos topográficos, edáficos, vegetativos e hídricos na área de influência direta do empreendimento. As recomposições topográficas das áreas, a drenagem e o plantio de espécies vegetais constituem medidas que minimizam esses impactos.

As estratégias de recuperação de áreas degradadas executadas pelas empresas de mineração, de maneira geral, são baseadas na colocação de um dossel de espécies adaptadas às condições adversas, para a recuperação do substrato atingido (solo). Tais procedimentos buscam auxiliar no desenvolvimento de espécies nativas, que compunham a vegetação local antes do processo de exploração (SOUZA, 1997, *apud* RIBEIRO, 2005).

A legislação brasileira, em especial a Constituição Federal, determina em seu texto que o empreendedor tem a obrigação de reabilitar as áreas degradadas. Tal obrigação já vem sendo atendida, parcialmente, durante a fase de exploração da mina, através da aplicação de recursos, ou seja, o custeio na contenção de taludes e tratamento das áreas adjacentes, como barragens e depósitos. Quando do encerramento da vida útil de uma mina, ou frente de lavra, deve ser realizada a reabilitação definitiva da área, que culmina com a sua devolução para o superficiário.



Um dos quesitos impostos ao minerador, para a obtenção da licença ambiental de operação, é a apresentação do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), que estabelece, em linhas gerais, os programas de recuperação a serem adotados durante a lavra e após a exaustão da jazida (LOTT; BESSA; VILELA, 2004). O plano de recuperação das áreas degradadas é fundamental ao setor de extração de basalto, para áreas de pequeno, médio e grande porte, devendo, essas mesmas áreas, estabelecer critérios básicos de extração do basalto em suas jazidas, e elaborarem um cronograma de recuperação para as áreas degradadas.

Hoje, o setor de exploração de basalto no território brasileiro pode ser avaliado como parte importante do sistema econômico global, capaz de transformar e aperfeiçoar uma perspectiva de desenvolvimento econômico, social e ecológico, sustentável, ante a atual realidade. Também, por motivos óbvios, não haverá desenvolvimento sustentável, enquanto grande parte da população viver em níveis de extrema pobreza (LOTT; BESSA; VILELA, 2004). Nesse contexto, conforme citam diversos autores, atualmente, é imprescindível propor um novo sistema econômico e uma nova estrutura para a sociedade, capaz de equilibrar suas necessidades atuais e, sobretudo, as necessidades futuras.

Por outro lado, também se faz necessário impor limites à expansão da produção e, ao mesmo tempo, que essa seja perfeitamente viável para produzir novas condições para a sustentabilidade, considerando-se que o desenvolvimento não deve apenas se harmonizar com o meio ambiente e a natureza, mas garantir-lhe condições ambientais adequadas (SOUZA, 2001). Segundo Souza (2001), o importante é que isso deve ser feito de modo a garantir a existência das futuras gerações, ou seja, a própria sobrevivência da humanidade, sendo possível explorar de forma planejada todo e qualquer tipo de extração mineral, mas com o princípio básico de respeito ao meio ambiente.

## **METODOLOGIA**

A pesquisa foi realizada na região das Missões, localizada a noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Composta por 25 municípios, possui uma população regional estimada em 261.782 habitantes, com uma área territorial de 13.026Km<sup>2</sup> (IBGE, 2006). A economia regional está baseada na agricultura, pecuária e no setor metal mecânico.

Partindo de uma visão ampla, abordando um levantamento do cronograma evolutivo da legislação ambiental no Brasil, o trabalho se fez através de pesquisa bibliográfica e levantamentos de campo nos seguintes órgãos: Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM), Delegacia Regional do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Renováveis (IBAMA), Secretarias Municipais de Meio Ambiente (SMME) dos municípios que compõem a região das Missões. Ainda foram consultadas empresas de consultoria e profissionais da área ambiental.

Na seqüência, foi construída a lógica necessária de atividades e licenças para a regularização e liberação de uma pedreira, enfatizando-se os aspectos ambientais. Elementos complementares para aquisição de informações foram buscados junto às seguintes fontes: Cartório de Notas, Registro de Imóveis, Prefeitura Municipal de Cerro Largo, Conselho Regional de Engenharia (CREA/RS), Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), Ministério do Exército (SFPC/ME), Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM), Departamento Estadual de Armas, Munições e Explosivos (DAME).

Na etapa posterior, a abordagem do tema se deu de forma mais específica, concentrando-se no levantamento do potencial de basalto nas pedreiras em atividade na região das Missões, considerando-se somente as legalizadas. A quantificação da extração foi estimada em volume/área, em cada uma das pedreiras da região, considerando-se o total já extraído de basalto e o período legal de concessão das áreas.

Os volumes iniciais foram obtidos junto ao Cadastro Mineiro do DNPM. Os volumes já extraídos mensais/ anuais de extração das jazidas foram obtidos através do somatório das guias das taxas de Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CEFEM), obtidas junto ao banco de dados das empresas relacionadas nos estudos. Os dados referentes à reserva extraída ou existente de basalto nas jazidas foram obtidos através do Relatório Anual de Lavras (RAL), junto ao banco de dados das mineradoras e do DNPM.

Na Figura 3, está apresentado o fluxograma com as etapas da pesquisa e os principais procedimentos adotados para obtenção dos dados acerca da exploração de basalto na região das Missões do estado do Rio Grande do Sul.

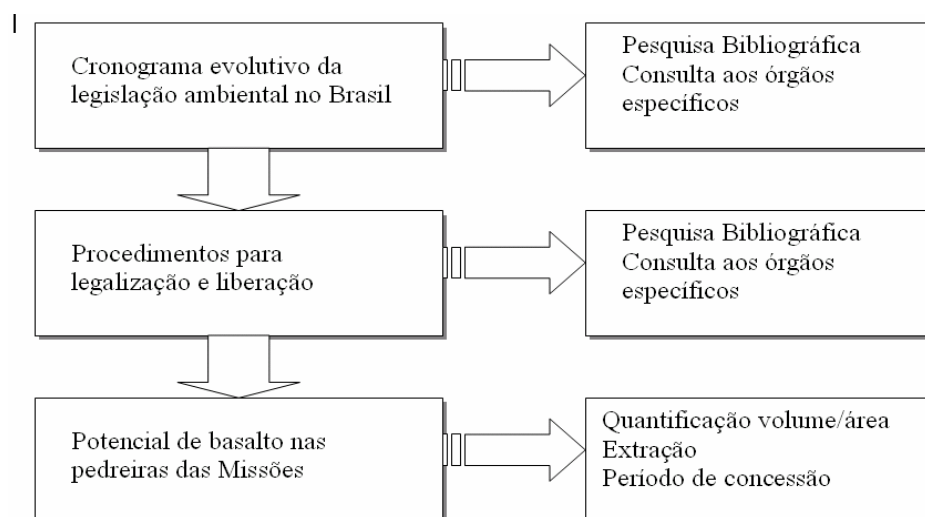


Figura 3: Etapas da pesquisa.

## RESULTADOS

### ***CRONOGRAMA EVOLUTIVO DA LEGISLAÇÃO AMBIENTAL NO BRASIL***

O presente trabalho buscou, em seu primeiro objetivo específico, descrever a evolução da legislação ambiental no Brasil. Nessa etapa, foram descritos os períodos de surgimento de órgãos ambientais e identificadas as suas datas de criação, seu poder de atuação/fiscalização junto às áreas de

extração de basalto em suas áreas de abrangência e atuação nas esferas municipal, estadual, e federal. O cronograma evolutivo da legislação ambiental no Brasil está ilustrado no Quadro 1.

O estudo da legislação ambiental no Brasil, em relação aos órgãos que tratam da área de extração de basalto, mostra que ocorreu uma evolução positiva, pois o primeiro órgão a ser instituído no Brasil foi o Código de Mineração, em 1934. Em 2007, setenta e três anos após, existem em atividade, e fazendo cumprir a legislação ambiental cinco órgãos, descritos e relacionados a seguir: A Constituição Federal, os Conselhos Estaduais de Meio Ambiente (Consema), as Fundações Estaduais de Proteção Ambiental (FEPAM), o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Renováveis (IBAMA), e o Ministério do Meio Ambiente (MMA).

Quadro 1: Cronograma evolutivo da legislação ambiental no Brasil (Evolução dos órgãos no período de 1934 a 2007).

Data de criação	Descrição específica dos órgãos ambientais
1934	Código de Mineração (CM)
1967	Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF)
1972	Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente (CNU)
1973	Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA)
1988	Constituição Federal (CF)
1989	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Produtos Renováveis (IBAMA)
1990	Fundações Estaduais de Proteção Ambiental (FEPAM)
1992	Ministério do Meio Ambiente (MMA)
2000	Conselhos Estaduais do Meio Ambiente (CONSEMA)
2007	* Órgãos Atividades (CF, CONSEMA, FEPAM, IBAMA, MMA)

Fonte: Gehlen (2007)

## **PROCEDIMENTOS PARA LEGALIZAÇÃO/LIBERAÇÃO DE ÁREAS DE BASALTO**

A seguir, estão listados os critérios adotados nas fases de regularização/liberação das áreas de extração de basalto para obtenção dos documentos de registro/legalização das áreas das pedreiras dessa rocha.. Os documentos a serem obtidos devem ser requeridos junto aos órgãos

competentes, através dos proprietários das áreas, de seus responsáveis técnicos e de empresas de consultoria, buscando seguir uma ordem cronológica para sua obtenção/solicitação conforme demonstrado no fluxograma ilustrado na Figura 4.

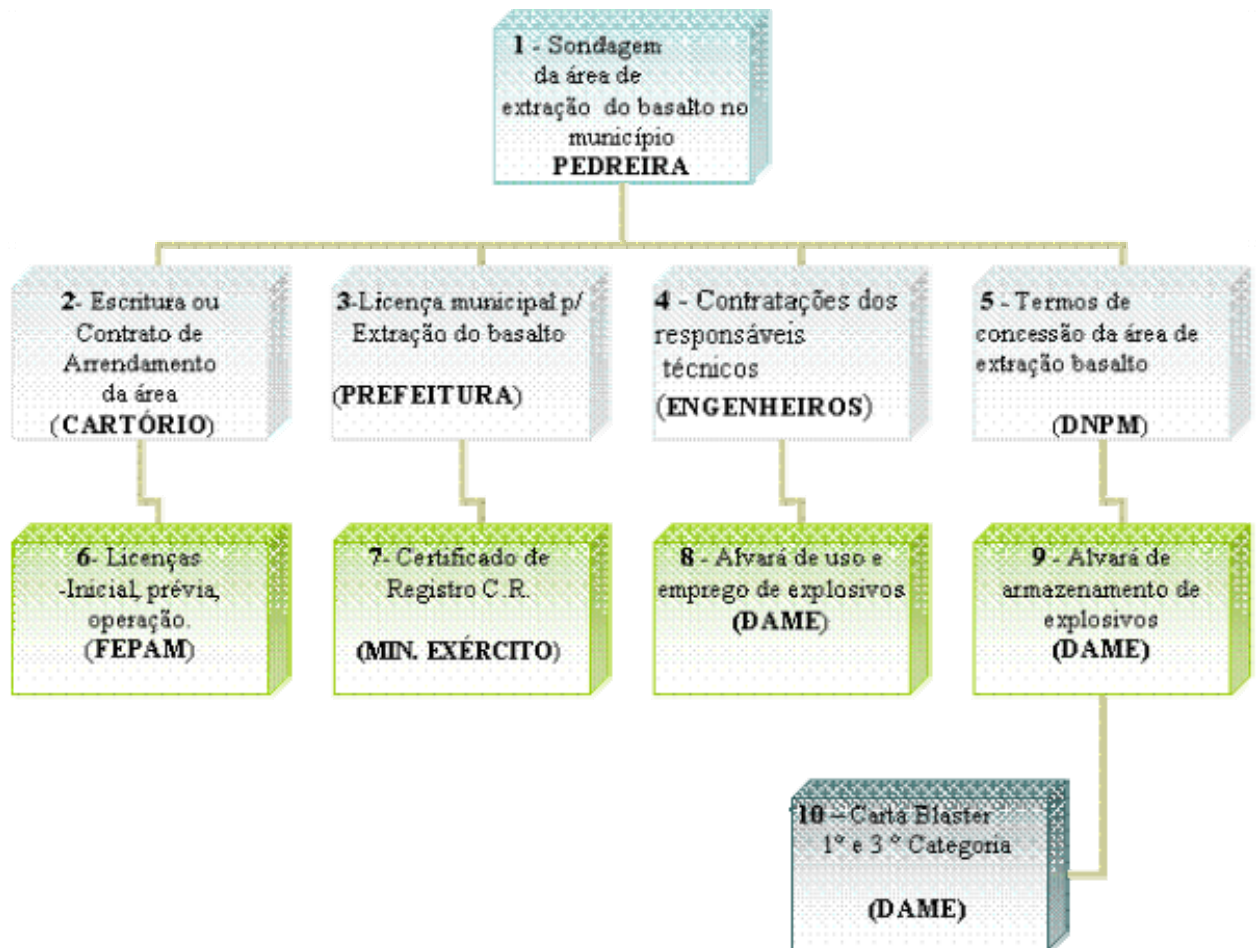


Figura 4: Fluxograma dos órgãos de legalização das áreas de basalto.  
Fonte: Gehlen (2007)

## **POTENCIAL DE BASALTO NAS PEDREIRAS EM ATIVIDADES/LEGALIZADAS NA REGIÃO DAS MISSÕES**

O potencial de basalto existente nas jazidas localizadas na região das Missões/RS foi relacionado através da quantificação individualizada e, depois, efetuado o somatório geral das áreas das pedreiras legalizadas/atividades. O

relatório descrevia sua identificação, o tempo de concessão do alvará de extração da jazida, a denominação do município sede de instalação de cada unidade, e a descrição individualizada do volume quantificado de basalto em cada jazida.

Na Tabela 1 está apresentada a quantidade identificada nas pedreiras de basalto na região das Missões do Rio Grande do Sul. A quantificação das jazidas de basalto na região das Missões mostra que o volume extraído de 1989 a 2007 está quantificado em um total de 2.642.080,00 m<sup>3</sup>, e o volume existente nas 05 jazidas em concessão até o ano de 2021 está estimado na ordem de 2.357.920,00 m<sup>3</sup> de reserva basáltica. Portanto, com base nas investigações feitas, pode-se estimar uma média de 9,00 m<sup>3</sup> de reserva basáltica excedente por habitante, já atendido o mercado consumidor da região das Missões do estado do Rio Grande do Sul.

Diante dos resultados quantificados nas pedreiras avaliadas (1, 2, 3, 4, 5) pode-se inferir que a capacidade de reserva mineral existente nas (5) jazidas é excelente, possuindo um potencial de atender à demanda do mercado consumidor da região das Missões, por um período de tempo estimado de 5 anos sem a necessidade de abertura de novas jazidas.

Tabela 1: Quadro do potencial de reserva basáltica nas Missões/RS.

Potencial de basalto nas pedreiras legalizadas na região da Missões/RS							
Jazida	Município	Empresas	Área total licenciada (m <sup>2</sup> )	Período licença (anos)	Volume extraído até 2007 (m <sup>3</sup> )	Volume disponível nas jazidas (m <sup>3</sup> )	Tempo de extração futura (anos)
J-1	Cerro Largo	Gehlen	500.000,00	20	1.21.4000,00	378.000,00	14,0
J-2	Cerro Largo	Gliber	600.000,00	20	141.680,00	458.320,00	13,0
J-3	Santo Ângelo	Pedreira S Ângelo	2.000.000,00	20	902.000,00	1.098.000,00	13,0
J-4	São Luiz Gonzaga	Dallaqua	1.200.000,00	20	1.011.000,00	149.000,00	2,0
J-5	Santo Antônio das Missões	Pedras São Rafael	700.000,00	20	466.000,00	234.000,00	4,0

Fonte: Gehlen (2007)

## CONCLUSÕES

Verificou-se, nos estudos realizados, que os baixos níveis de investimentos em pesquisa mineral, tanto básica quanto específica, foi um dos graves problemas da mineração brasileira na última década, fato que interrompeu o processo de geração de novas pedreiras no Brasil, sejam elas de pequeno, médio, ou de grande porte.

O processo de extração de basalto nas pedreiras provoca modificações no meio ambiente, as quais podem ser minimizadas, sendo necessário para tanto a recuperação da área degradada. Tal recuperação deve ser entendida como reincorporação da área à paisagem local e não como retorno da área à situação encontrada antes da mineração.

Os impactos derivados da exploração de pedreiras de basalto podem ser controlados por meio da adoção de medidas preventivas e corretivas. O primeiro caso reveste-se da maior importância, tendo em vista que a prevenção atenua a intensidade de determinados impactos inevitáveis na mineração e, economicamente, representa custos menores em relação às medidas de correção.

Quanto à exploração das pedreiras de basalto deve ser destacada a importância de adequação aos aspectos ambientais, indicando que é possível explorar as áreas de extração de basalto e, ao mesmo tempo, recuperá-las de forma ordenada para correta manutenção das reservas minerais existentes, as quais devem ser utilizadas pelas atuais e futuras gerações. Os procedimentos aplicáveis na recuperação de uma pedreira de basalto estão ilustrados nas Figuras (5,6 do anexo I).

A legislação ambiental na área de mineração no Brasil evoluiu, de forma significativa, no período de 1934 a 2007, iniciando com a criação do Código de Mineração em 1934, e a posterior em um período de 73 anos, ou seja, até 2007, obteve-se o surgimento de nove órgãos oficiais. Atualmente as regularizações/legalizações das áreas de extração de basalto estão condicionadas à responsabilidade de cinco órgãos atuantes junto à legislação ambiental.

A adoção dos procedimentos propostos para obtenção dos documentos de regularização/ legalização de jazidas junto aos órgãos de liberação possibilita a aquisição de maneira rápida dos documentos exigidos para regularização de áreas de extração de basalto.

As quantificações executadas nas pedreiras descrevem suas respectivas capacidades de reserva mineral, e demonstram possuir um potencial basáltico para atender à demanda do mercado consumidor da região das Missões, por um período de tempo estimado de cinco anos, sem a necessidade de abertura de novas jazidas.



A identificação dos volumes de basalto disponíveis, existentes nas pedreiras investigadas neste estudo, deverá servir de subsídio para o controle da futura reserva mineral das áreas legalizadas/atividades na região das Missões do Estado do Rio Grande do Sul.

## REFERÊNCIAS

ARNOLD, G. P. **Estudo do comportamento mecânico de basaltos alterados do Rio Grande do Sul para emprego em pavimentos rodoviários.** Dissertação de Mestrado. Porto Alegre, CPGEC/UFRGS, 145 p., 1993.

FARIAS, C. E. G. **Mineração e meio ambiente no Brasil:** relatório preparado para o CGEE PNUD – São Paulo, 2002.

GEHLEN, I. V. **Exploração de basalto na região das Missões do estado do Rio Grande do Sul** - Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia da Universidade de Passo Fundo, 2007.

GERMANI, D. J. **A mineração no Brasil.** Relatório Final. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2002.

GOMES, C. B. **Técnicas analíticas instrumentais aplicadas à geologia.** São Paulo: Edgard Blücher, 1984.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2006. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 17, maio, 2007.

LAMEGO, A. R. **O homem e a serra.** INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, São Paulo, 1950.

LOTT, C. P. M; BESSA, G. D.; VILELA, O. Reabilitação de áreas e fechamento de minas. **BRASIL MINERAL** - Edição Especial Mineração e Meio Ambiente, São Paulo, nº. 228 - Junho de 2004.

MORRISON, T. **Hardrock gold:** a miner's tale. New York: Routledge, 2002.

NETO, J.A.; OLIVEIRA A.I.; PETTER, R. C. O. A abordagem da economia ambiental no contexto da mineração. **Rev. Esc. Minas.** Lisboa, 2005, vol. 58, no. 1, p. 71-75. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0370](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370)>. Acesso: 22-08-2006.

NEVES, J. L.P. Basalto da Serra Gaúcha e sua relação com o desenvolvimento regional, Universidade Estadual do Rio de Janeiro. **Anais do 2º Congresso Brasileiro de Extensão Universitária**, Belo Horizonte – 2004.

RIBEIRO, A. **Evolução da responsabilidade governamental no gerenciamento da garimpagem**. Salvador: Secretaria da Indústria Comércio e da Mineração, 2005.

SOUZA, P. Á. de. A dimensão ambiental no planejamento da mineração: um enfoque empresarial. **Bahia Análise & Dados**, Salvador, v.10, n.4, p.280-305, março 2001.

ZUSMAN, J. (Ed.), **Physical methods in determinative mineralogy**. London: Academic Press, 1977.

## ANEXO I



Figura 5 – Material estéril e rejeitos depositados na parte explorada da pedreira com fins específicos de recuperação ambiental. Fonte: Gehlen, (2007)



Figura 6 – Pedreira de basalto onde ocorreu a recuperação ambiental localizada no município de Cerro Largo/RS. Fonte: Gehlen, (2007)

---

**Informações sobre os autores:**

[1] Ibanor Gehlen – <http://lattes.cnpq.br/3889034085706007>  
M.Sc. Eng. Civil. Faculdade de Engenharia e Arquitetura – Universidade de Passo Fundo – Campus I – Passo Fundo, RS.  
Contato: [gehlen@gpsnet.com.br](mailto:gehlen@gpsnet.com.br)

[2] Luciana Brandli – <http://lattes.cnpq.br/4109261310326480>  
Profa. Dra. Eng. Civil. Faculdade de Engenharia e Arquitetura – Universidade de Passo Fundo – Campus I – Passo Fundo, RS.  
Contato: [brandli@upf.br](mailto:brandli@upf.br)

[3] Fernando Pugliero Gonçalves – <http://lattes.cnpq.br/7977413513845785>  
Prof. Dr. Eng. Civil. Faculdade de Engenharia e Arquitetura – Universidade de Passo Fundo – Campus I – Passo Fundo, RS.  
Contato: [pugliero@upf.br](mailto:pugliero@upf.br)