

MAPEAMENTO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E O ZONEAMENTO AMBIENTAL DA EXTRAÇÃO DE PEDRA DE TALHE NO MUNICÍPIO DE PARAÍ-RS

Régis Pereira Waskow ¹
Diego dos Santos de Medeiros ²
Fagner Tafarel Campos de Sá ²
Rubens Müller Kautzmann ²

Resumo

As atividades de extração mineral possuem grande influência ambiental nas áreas direta, e indiretamente afetadas pela atividade. As Áreas de Preservação Permanente (APPs) merecem destaque em termos de degradação pela extração de bens minerais. Dentre as seções ácidas que compõe a geologia do município de Paraí-RS, a seção ácida inferior apresenta estruturas de falhas horizontais que facilita a extração de placas de rocha e a produção de pedra de talhe. Inicialmente foram delimitadas via Google Earth as atividades de mineração no município de Paraí-RS. Posteriormente foi proposta nova delimitação para a seção ácida inferior. As APPs foram delimitadas segundo o Código Florestal Brasileiro de 2012. Ao final foi definido o zoneamento para a seção ácida inferior passível de ser explorada, excluindo-se as APPs sobrepostas à estas. A atividade de mineração de basalto representou aproximadamente 1% do seu território total do município. Pouco mais da metade desta atividade apresentou-se dentro de áreas contendo Título Minerário junto ao Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). O município de Paraí-RS, é coberto em aproximadamente 22% por Áreas de Preservação Permanente (APPs). Pouco mais de 15 hectares destas áreas foram degradadas pela atividade de mineração. As áreas passíveis de exploração pela atividade de mineração representaram aproximadamente 13% do total do município.

Palavras-chave: Paraí-RS; Extração de basalto; Zoneamento ambiental; Áreas de preservação permanente.

MAPPING OF SPACIAL DISTRIBUTION AND THE ENVIRONMENTAL ZONING STONE-CUT'S EXTRACTION ON PARAÍ-RS, BRAZIL

Abstract

The mining activities have a large environmental influence on areas direct and indirectly affected by this activity. The Permanent Protection Areas (APPs) noteworthy in terms of degradation from mine extraction. Among the acid rocks that compose the geology of Paraí-RS, the lower acid section shows horizontal structure failed where the rock slabs are extracted to produce stone-cut. Initially, the mining activity areas were bounded by Google Earth on Paraí-RS. After that, a new bound was proposed for the lower acid section. The APPs were bounded according to the National Forest Code of 2012. Finally, the zoning of the lower acid section was defined with feasible exploration, excluding the APPs overlapping the areas. The basalt mining activity represents about 1% of the territory of the Paraí-RS. Slightly more than half of this activity was in areas with Title Mining of National Department of Mineral Production (DNPM). Paraí-RS area is covered by 22% of APPs. Slightly more than 15 hectares of these areas were degraded by mining activities. The feasible areas for mining activities exploration represent about 13% of the Paraí-RS territory.

Keywords: Paraí-RS; Basalt extraction; Environmental zoning; Permanent protection area (APPs).

I INTRODUÇÃO

As atividades de mineração possuem grande influência no seu entorno, tendo desenvolvido ao longo dos anos os seus processos de pesquisa e extração de forma a minimizar os impactos ambientais oriundos de suas atividades. Os impactos ambientais desta atividade não se restringem somente ao local do empreendimento, extrapolando

espacialmente, determinando áreas de influência direta e indiretamente afetadas referente a aspectos dos meios físico, biótico e antrópico.

Harper et al. [1] elencam alguns dos impactos ambientais das atividades de mineração, não restringindo somente a etapa de extração. Segundo a publicação, em primeiro lugar,

¹Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil. E-mail: regis_sps@yahoo.com.br

²Centro Universitário La Salle, Canoas, RS, Brasil. E-mail: demedeiros15@yahoo.com.br; fagnercampos17@hotmail.com; rubensm@unilasalle.edu.br

as atividades de mineração exigem supressão de vegetação local, causando a perda e mudanças na composição das espécies vegetais e estrutura dos habitats. Outros autores ainda destacam os processos de explosão de rochas, que apresentam uma série de impactos, tais como: 1) a poluição atmosférica, 2) aumento da deposição de poeira [2], alterações nos parâmetros químicos do solo [3], ruídos e vibrações, o que pode influenciar na estabilidade do solo e regimes hídricos [4], entre outros.

Dentre as áreas que sofrem a pressão das atividades antrópicas, destacam-se as Áreas de Preservação Permanente (APPs). Segundo o Código Florestal Brasileiro de 2012 [5] seu art. 2º inciso II:

[...] as APPs são áreas protegidas, cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas [5].

Os estudos ambientais e a pesquisa do potencial geológico do local são de fundamental importância para a minimização dos potenciais impactos ambientais destas atividades. A formação Serra Geral, onde se situa o município de Paraí-RS, é caracterizada por uma sequência de derrames com espessura máxima de 1.700 metros e ocorre a predominância de basaltos toleíticos, associados com riolitos, riolacitos e rochas basálticas e ácidas intrusivas. Dentre as seções ácidas que compõe a geologia local, a seção ácida inferior merece destaque, pois é aquela de interesse para a atividade de mineração da pedra de talhe [6]. Essa seção ácida apresenta um sistema de fraturas tabulares (diaclasamentos) e horizontais bem desenvolvidas [7]. Normalmente são de texturas que variam de fraca a fortemente porfírica, sendo classificadas principalmente, como riolitos e riolacitos pertencentes ao tipo Chapecó [8]. Os riolacitos apresentam-se frequentemente alterados, com cores que variam de cinza-esbranquiçado a vermelho amarronzado.

Como objetivo do trabalho pretende-se zonear o aproveitamento do potencial geológico para a produção de pedra de talhe no município de Paraí, através da identificação de atividades de mineração na área mapeada de ocorrência da seção ácida inferior. Pretende-se ainda observar a sobreposição da ocorrência das seções ácidas inferiores, APPs e atividades de mineração, relacionando estas três variáveis. Ao final será quantificada as áreas de passivo ambiental e das APPs resultadas da atividade de mineração. A identificação de pedreiras de pedra de talhe permitiu, por sua vez, a proposição de uma nova delimitação da seção ácida inferior no município.

2 METODOLOGIA

2.1 Caracterização da Área de Estudo

O município de Paraí-RS, localização geográfica 51° 47' W e 28° 36' S, Sistema de referência geocêntrico para as Américas SIRGAS 2000, possui uma área de

aproximadamente 120,418 km² e encontra-se na Bacia Hidrográfica Taquari-Antas, contando com uma população de 6.812 habitantes [9]. Paraí-RS situa-se sobre a Formação Serra Geral [10]. Localizado na região de Floresta Ombrófila Mista sua vegetação é composta de formações secundárias e atividades agrícolas (RADAM-SIVAM). A classificação de Koppen para o município de Paraí enquadra-se como Cfa (sem estação seca; com temperatura média do mês mais quente superior a 22°C e do mês mais frio inferior a 18°C).

2.2 Procedimentos Amostrais

Inicialmente foram identificadas e delimitadas, via *Google Earth*, as atividades de mineração do município de Paraí, conforme a Figura 1. Posteriormente foram delimitadas suas Áreas de Preservação Permanente (APPs), utilizando do *software ArcGIS 10.1*, tendo como base legal o Código Florestal Brasileiro de 2012 [5]. Ainda, foi realizado o levantamento da região de ocorrência da seção ácida inferior do município de Paraí-RS, com base em Portela [12]. Posteriormente foram identificadas as ocorrências de mineração em APPs, assim como sobre a seção ácida inferior e por último foram verificadas a existência de APPs sobre as áreas da seção ácida inferior. De acordo com os resultados obtidos, foi proposta nova delimitação para a seção ácida inferior e definido o zoneamento ambiental para este município.

2.3 Legislação

Para a delimitação das APPs do município de Paraí-RS através do *software ArcGIS 10.1*, se fez necessária a interpretação da Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre o atual Código Florestal Brasileiro.

2.3.1 APP de recursos hídricos

Para delimitação das APPs de recursos hídricos, além da análise da legislação vigente, utilizou-se da base cartográfica disponibilizada por Hasenack e Weber [11]. Não foram identificados recursos hídricos lênticos, logo a definição para recursos hídricos se restringiu apenas aos recursos hídricos lóticos. Levou-se em consideração para a definição das APPs de recursos hídricos lóticos as seguintes definições, de acordo com o Código Florestal de 2012 [5]:

Art. 4º [...]

- I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:
 - a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
 - b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
 - c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
 - d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham

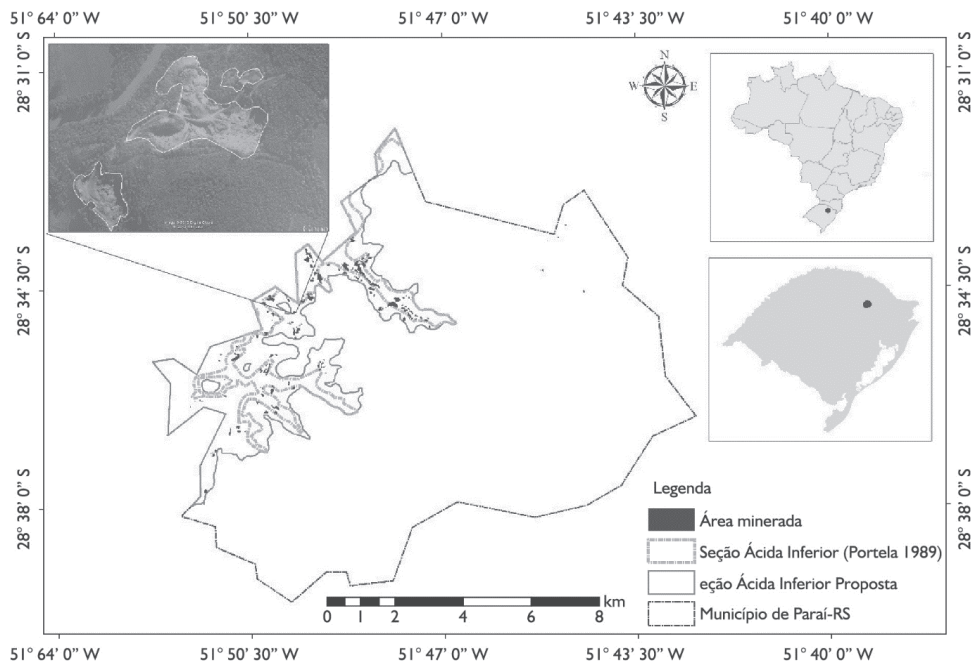


Figura 1. Detalhe da delimitação das atividades de mineração no município de Paraí-RS, a partir de imagens do Google Earth.

de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura; e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros; [...] IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros [5].

Para definição das nascentes foram marcados os pontos iniciais da rede de drenagem, classificando-as de acordo com a tabela de atributo associada à mesma. Para as redes de drenagem iniciais com atributo de intermitente, definiu-se como a sua nascente sendo intermitente utilizando-se do mesmo critério para a definição das nascentes perenes.

2.3.2 APP de topo de morro

Levou-se em consideração a definição das APPs de topo de morro conforme estabelecido pelo Código Florestal de 2012 [5], segundo o qual:

Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei: e)[...]

IX - no topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação [5].

2.3.3 APP de encostas

Levou-se em consideração para a definição das encostas, APPs segundo o Código Florestal de 2012 [5], o disposto a seguir:

Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei: e)[...]

V - as encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive [5].

2.3.4 Nova proposta de zoneamento para a seção ácida inferior

O novo mapeamento proposto para a seção ácida inferior no município de Paraí-RS se deu observando três fatores: 1) a base cartográfica disponível por Hasenack e Weber [11] interpolando as curvas de nível com intervalos de 10 metros e; 2) a distribuição altimétrica da atividade de mineração; 3) a definição inicial da ocorrência da seção ácida inferior, de acordo com Portaria [12].

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como pode ser observado na Tabela 1, a atividade de mineração de basalto delimitada via Google Earth no município de Paraí-RS, abrange aproximadamente 1% do seu território total, sendo que pouco mais da metade desta atividade ocorre dentro de áreas de polígonos de Títulos

Minerários registrados no Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM).

A seção ácida inferior mapeada por Portela [12], onde se concentra a atividade de extração de lajes de rocha, se estende principalmente de leste ao norte do município, e representa aproximadamente 5% do seu território. No entanto o mapeamento realizado constatou que apenas 7% da atividade de mineração que ocorre no município de Paraí-RS encontra-se sobre a seção ácida inferior, como pode ser observado na Tabela 2. Este resultado demonstra a baixa exploração do potencial da região. Araujo et.al. [13] constatou que a exploração da mesma seção ácida, no município de Nova Prata-RS, representava aproximadamente 74% da exploração realizada no município. Tal resultado vem a evidenciar a necessidade de revisão do mapeamento de Portela [12],

o qual se baseou em muito na localização das pedreiras existentes na época do trabalho de campo.

O município de Paraí-RS é coberto em aproximadamente 22% por Áreas de Preservação Permanente (APPs), áreas estas protegidas ambientalmente do ponto de vista legal, conforme visualiza-se na Figura 2.

As APPs identificadas se referem somente as APPs de recursos hídricos, de acordo com o apresentado na Tabela 3. Associadas as grandes oscilações de declividades com a complexidade da interpretação do atual Código Florestal Brasileiro [5], não foram identificadas APPs de topo de morro para o município de Paraí-RS. Através do levantamento da declividade do município não foram identificadas declividades iguais ou superiores a 45°, conforme exigência do atual Código Florestal Brasileiro [5] para a definição de APP em áreas de declividade.

Tabela 1. Levantamento da atividade de extração de pedra de talhe no Município de Paraí-RS

MINERAÇÃO NO MUNICÍPIO DE PARAÍ-RS	Área (há)	Área (%)
Área do município de Paraí	12.037,78	100
Mineração de basalto no município de Paraí	82,30	1
Extração de basalto em área com Título Minerário	45,68	0,4
Extração de basalto em área com Título Minerário	36,62	0,3
Seção Ácida Inferior [12]	654,24	5

Tabela 2. Área de ocorrência da seção ácida inferior no município de Paraí-RS

POTENCIAL GEOLÓGICO DE PARAÍ-RS	Área (há)	Área (%)
Seção Ácida Inferior [12]	654,24	100
Mineração de basalto em áreas de seção ácida inferior	46,24	7
Mineração de basalto fora das áreas de seção ácida inferior	607,99	93

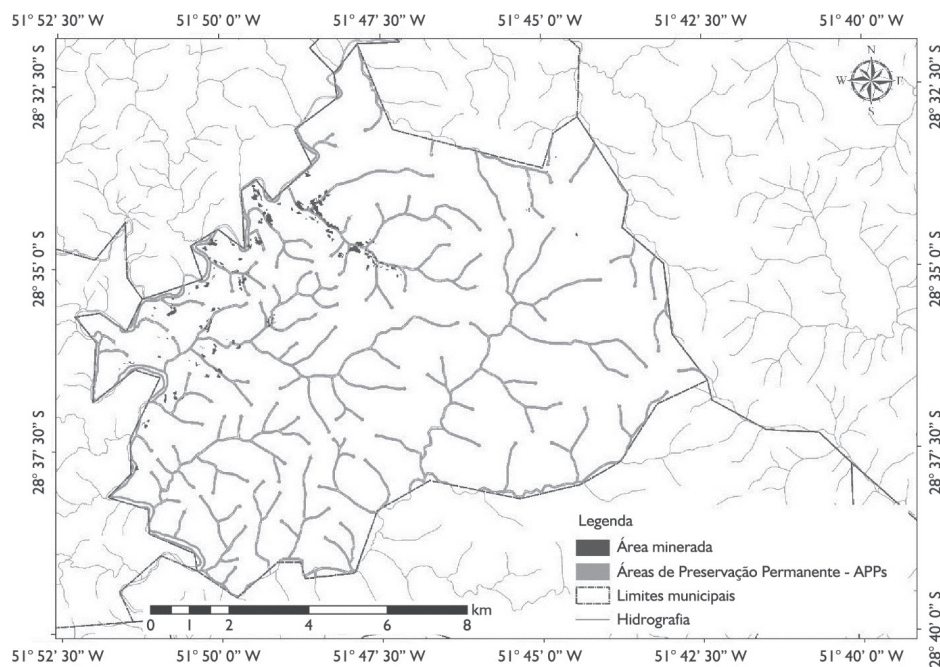


Figura 2. Áreas de Preservação Permanente (APPs) e a atividade de mineração em Paraí-RS.

Apesar dos valores pouco expressivos, as atividades de mineração de basalto no município vêm exercendo pressões sobre as APPs. Pouco mais de 15 hectares destas áreas foram degradadas pela atividade. Vale ressaltar ainda que o potencial geológico mapeado por Portela [12] se estende ao logo dos recursos hídricos da região. Este local encontra-se sob Áreas de Preservação Permanente (APP),

representando conforme a Tabela 4, a aproximadamente 6%, com relação à área do município. Estes valores podem ser considerados pouco expressivos em comparação com os obtidos por Araujo et. al. [13], onde aproximadamente 26,1% da seção ácida inferior encontrava-se em APPs, com relação à área do município.

Os menores valores com relação à área explorada, assim como as APPs impactadas pela atividade de mineração não garantem o menor impacto ambiental sobre a região. A forma de exploração na região tem potencial impactante igual ou até superior, de acordo com as metodologias aplicadas para a exploração do município, sendo a fiscalização elemento fundamental para a minimização destes.

A distribuição espacial da atividade de mineração de basalto não se restringe a delimitação inicialmente proposta para a ocorrência da seção ácida inferior, sendo portando proposto um novo mapeamento para a ocorrência

Tabela 3. Áreas de Preservação Permanente (APPs) do município de Paraí-RS

APP DE PARAÍ-RS	Área (há)	Área (%)
Área do município de Paraí	12.037,78	100
APP total do município	2.597,10	22
APP de recursos hídricos	2.597,10	22
APP em topo de morro	0	0
APP em encostas	0	0

Tabela 4. Áreas de Preservação Permanente (APPs) identificadas no município de Paraí-RS

INTERVENÇÃO DA MINERAÇÃO EM APPS DE PARAÍ-RS	Área (há)	Área (%)
APP total do município	2.590,10	100
Mineração de basalto em APP	15,70	1
Mineração de basalto em áreas de seção ácida inferior em APP	10,41	0,4
Mineração de basalto fora de áreas de seção ácida inferior em APP	4,34	0,2
Seção ácida inferior [12] sob APP	144,62	6

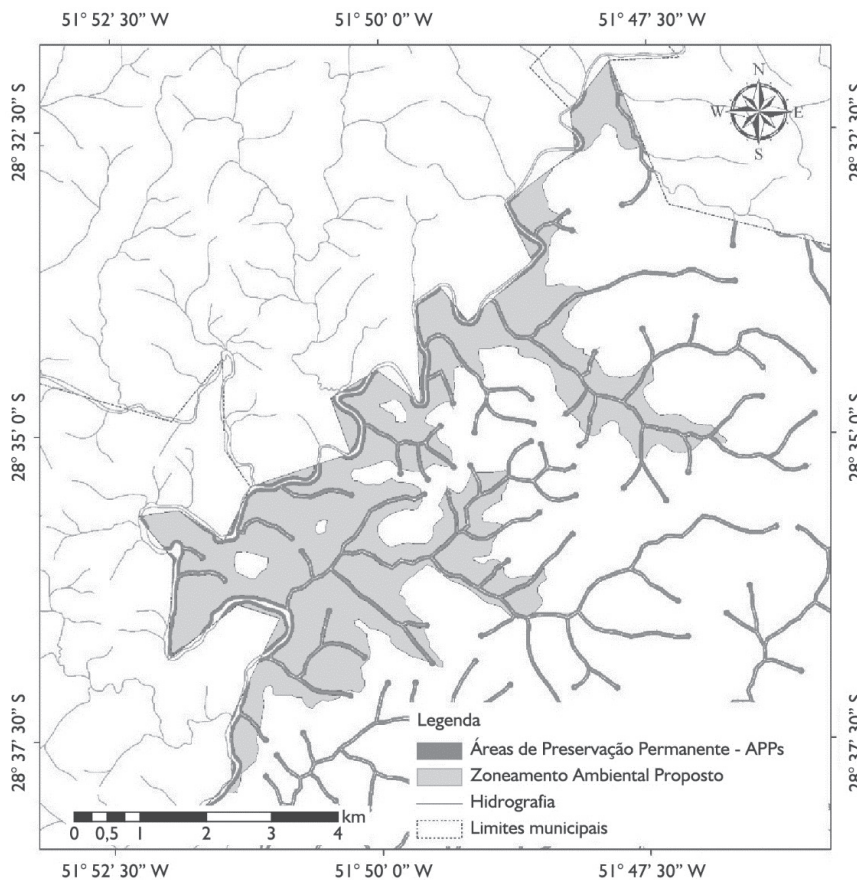


Figura 3. Zoneamento ambiental das áreas passíveis de exploração mineral em Paraí-RS.

Tabela 5. Zoneamento ambiental proposto para o município de Paraí-RS

ZONEAMENTO AMBIENTAL DE PARAÍ-RS	Área (há)	Área (%)
Área do município de Paraí	12.037,78	100
APP total do município	2.597,10	22
Seção Ácida Inferior Proposta	1.954,30	16
Seção Ácida Inferior passível de exploração	1.551,96	13

desta feição geológica. A nova delimitação proposta para a seção ácida inferior se deu observando as máximas cotas topográficas das atividades de mineração identificadas no município de Paraí-RS, juntamente com a delimitação inicialmente proposta por Portela [12]. As cotas máximas atingidas variaram de 530 m a 640 m, de acordo com a interpolação em 10 metros da base topográfica de Hasenack e Weber [11], resultando em uma área superior a 3 vezes a delimitação inicialmente proposta.

O zoneamento ambiental mapeado para o município de Paraí-RS, Figura 3, se deu a partir do novo mapeamento proposto para a seção ácida inferior, restringindo-se as APPs identificadas, conforme pode ser observado na Tabela 5. As áreas passíveis de exploração pela atividade de mineração representaram aproximadamente 13% do total do município.

4 CONCLUSÃO

A atividade de mineração no município de Paraí-RS abrange uma pequena parte de seu território visto o potencial geológico da seção ácida inferior existente na região. Pouco mais da metade das atividades de mineração de basalto identificadas encontram-se dentro de áreas delimitadas por Títulos Minerários, demonstrando a inobservância quanto aos requisitos legais e aos condicionantes impostos pelos órgãos competentes.

A distribuição espacial da exploração de basalto no município demonstra a ocorrência da seção ácida inferior além da delimitação inicialmente proposta, sendo necessária sua revisão.

As Áreas de Preservação Permanente (APPs) identificadas no município de Paraí-RS representam em sua totalidade APPs de recursos hídricos, principalmente devido a grandes oscilações de declividades e a complexidade da interpretação do atual Código Florestal Brasileiro, não permitiram a identificação de APPs de topo de morro.

Em comparação com estudos semelhantes, realizados em regiões próximas, considera-se que a exploração da seção ácida inferior, assim como as APPs degradadas pela atividade de mineração, ocorreu em menor grau, levando-se em consideração os valores de área obtidos.

Este primeiro estudo de zoneamento ambiental no município, juntamente com a proposta de iniciar a revisão do mapeamento da seção ácida inferior, demonstrou o grande potencial geológico ainda passível de exploração no município, a princípio fora de Áreas de Preservação Permanente (APPs). A realização de estudos ambientais qualificados será capaz de evidenciar a capacidade de exploração destas áreas conciliada com a minimização dos impactos da atividade de mineração.

A delimitação proposta, observando as atividades de mineração ocorrentes e o mapeamento inicialmente proposto para a seção ácida inferior, pode ser considerada como base inicial para o desenvolvimento futuro de estudos quanto à distribuição da seção ácida inferior, pois se trata de um mapeamento realizado via ferramentas de geoprocessamento. Considera-se que a realização de estudos de prospecção mais aprofundada se faz necessário para o conhecimento mais detalhado do mapeamento geológico da região.

REFERÊNCIAS

- 1 Harper KA, MacDonald SE, Burton PJ, Chen J, Brososke KD, Sanders SC, et al. Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes. *Conservation Biology*. 2005;19(3):768-782. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00045.x>.
- 2 Farmer AM. The effects of dust on vegetation—a review. *Environmental Pollution*. 1993;79(1):63-75. [http://dx.doi.org/10.1016/0269-7491\(93\)90179-R](http://dx.doi.org/10.1016/0269-7491(93)90179-R). PMID: 15091915
- 3 Mackenzie S, Lee JA, Weight JM. Ecological impact of liming blanket bog. Peterborough: Nature Conservancy Council; 1990. CSD Report no. 1167.
- 4 Ak H, Iphar M, Yavuz M, Konuk A. Evaluation of ground vibration effect of blasting operations in a magnesite mine. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*. 2009;29(4):669-676. <http://dx.doi.org/10.1016/j.soildyn.2008.07.003>.
- 5 Brasil. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Código Florestal Brasileiro. Diário Oficial da União. 2012 Maio 28.

- 6 Santos EL, Maciel LAC, Zir Filho JA. Distrito Mineiro de Nova Prata, Distritos Mineiros do Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: DNPM; 1998. p. 13-14
- 7 Nardy AJR, Marques LS, Raposo MIB. Aspectos Petrológicos das rochas efusivas ácidas da Região Centro Sul do Estado do Paraná. Revista Brasileira de Geociências. 1986;16:43-57.
- 8 Bellieni G, Comin-Chiaramonti P, Marques LS, Martinez LA, Melfi AJ, Nardy AJR, et al. Continental flood basalts from the central-western regions of the Paraná plateau (Paraguay and Argentina): petrology and petrogenetic aspects. Journal of Petrology. 1986a;154:111-139.
- 9 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Censo agropecuário: 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011. [acesso em 11 nov. 2012]. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1612&z=t&o=3>.
- 10 Radam Brasil. Folha SH.22 Porto Alegre e parte das Folhas SH.21 Uruguaiana e SI.22 Lagoa Mirim: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro: IBGE; 1986.
- 11 Hasenack H, Weber E. (org.). Base Cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul – escala 1:50.000. Porto Alegre: UFRGS-IB-Centro de Ecologia. 2010. Série Geoprocessamento no. 3. 1 DVD-ROM.
- 12 Portela LC. Mapa geológico simplificado. Porto Alegre: Projeto Basalto Ornamental/DNPM; 1989.
- 13 Araujo AB, Medeiros DS, Hasenack H, Azeredo LS, Fitz PR, Waskow RP, et al. Contribuição à Gestão Ambiental da Extração de basalto em nova Prata, RS: Mapas de APPs e mineração. In: Anais do XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR; 2013; Foz do Iguaçu, Brasil. 2013.

Recebido em: 22 Abr. 2014

Aceito em: 31 Jan. 2015