

## Monitoramento da extração de areia nos municípios não pertencentes ao Zoneamento Ambiental Minerário do trecho paulista da várzea do rio Paraíba do Sul

Gustavo Bayma Siqueira da Silva<sup>1</sup>

Romero Simi<sup>2</sup>

Bernardo Friedrich Theodor Rudorff<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE  
Caixa Postal 515 - 12227-010 - São José dos Campos - SP, Brasil  
{bayma, bernardo}@dsr.inpe.br

<sup>2</sup> romerosimi@hotmail.com

**Abstract.** Remote sensing techniques can significantly contribute to environmental monitoring of the low cost mineral extraction of sand pits. This study aims to evaluate the increase of sand pits mining activity between the period of 2004 to 2009, in municipalities of the Paraíba do Sul basin of São Paulo State, Brazil, that are not included in the mineral zoning of this basin. Visual interpretation of Landsat-5 (Thematic Mapper – TM sensor) images indicated areas of sand extraction for the municipalities of Aparecida, Cachoeira Paulista and Roseira with an annual average increase of 10.1 ha, 20.5 ha and 33.5 ha, respectively. The municipality with the highest percentage of sand mining area increase was Lorena (233%). Results presented in this study can be used to justify the mineral zoning expansion to these municipalities.

**Palavras-chave:** degradation, detection, sand pits, degradação, detecção; cavas de areia,

### 1. Introdução

A degradação de recursos naturais se tornou foco das discussões relacionadas da sua má utilização e exploração. Este processo de degradação ambiental pode também estar ligado à fatores socioeconômicos, e que ocorrem em maior intensidade nos países subdesenvolvidos, pois nestes o planejamento de proteção aos recursos naturais são escassos (Anderson, 2004). Aliado ao processo intenso de degradação dos recursos naturais, as técnicas de sensoriamento remoto vem evoluindo de forma a melhorar a identificação e monitoramento destas degradações ambientais. Estas técnicas possuem características e vantagens que contribuem nas mais variadas áreas do meio ambiente: na identificação de diferentes culturas agrícolas, mapeamento de área de plantio agrícola e no desmatamento de vegetação nativa (Rudorff et al., 2002; Shimabukuro et al., 2007).

A extração mineral de baixo custo pode ser considerada um problema ambiental dado que sua extração é considerada potencialmente poluidora, e devido a esta característica é submetida ao licenciamento ambiental da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) desde 1976. Trabalhos como os de Reis et al. (2006), que investigou as conseqüências da extração de areia em larga escala no balanço hídrico climatológico do Vale do Paraíba, demonstram preocupação com este assunto.

Na região do Vale do Paraíba a extração de areia iniciou-se no leito do Rio Paraíba e, posteriormente, passou a ser explorada em cavas da planície do rio, nos últimos anos 50 anos. Em função desta crescente exploração de areia foi instituído o Zoneamento Ambiental da Atividade Minerária de Extração de Areia (ZMA), resolução SMA 28/1999, que contempla os municípios de Jacareí, São José dos Campos, Caçapava, Taubaté, Tremembé e Pindamonhangaba (SMA, 2008).

Estudos como de apontam que entre os anos de 2004 e 2008 ocorreu um aumento de 30%, sendo que Tremembé foi o município que apresentou o maior crescimento de cavas de areia. Também foi revelado que 58,2% das cavas mapeadas estão em áreas ilegais de acordo com o ZAM. Estes resultados foram divulgados no âmbito de um convênio de cooperação técnico-

científico celebrado entre a Secretaria de Estado do Meio Ambiente de São Paulo (SMA) o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), que visou monitorar toda a várzea da bacia do Vale do Paraíba Paulista, trecho Jacareí – Pindamonhangaba (Simi et al., 2009)

O presente trabalho tem por objetivo de identificar, mapear e monitorar a mineração de areia na várzea do rio Paraíba do Sul no trecho que está fora do ZAM, ou seja, na área que compreende os municípios de Aparecida, Cachoeira Paulista, Canas, Lorena, Potim e Roseira, entre os anos de 2004 e 2009. Espera-se que estes resultados possam servir de auxílio para que o ZAM possa ser estendido para os municípios considerados neste trabalho.

## 2. Metodologia de Trabalho

A área de estudo se localiza nos municípios de Aparecida (12.124 ha), Cachoeira Paulista (29.104 ha), Canas (5.312 ha), Lorena (41.935), Potim (4.515 ha) e Roseira (13.060 ha) (Figura 1). Cada município apresenta diferentes formas de mineração: dentro do leito do rio, em meandros abandonados ou em cavas submersas.

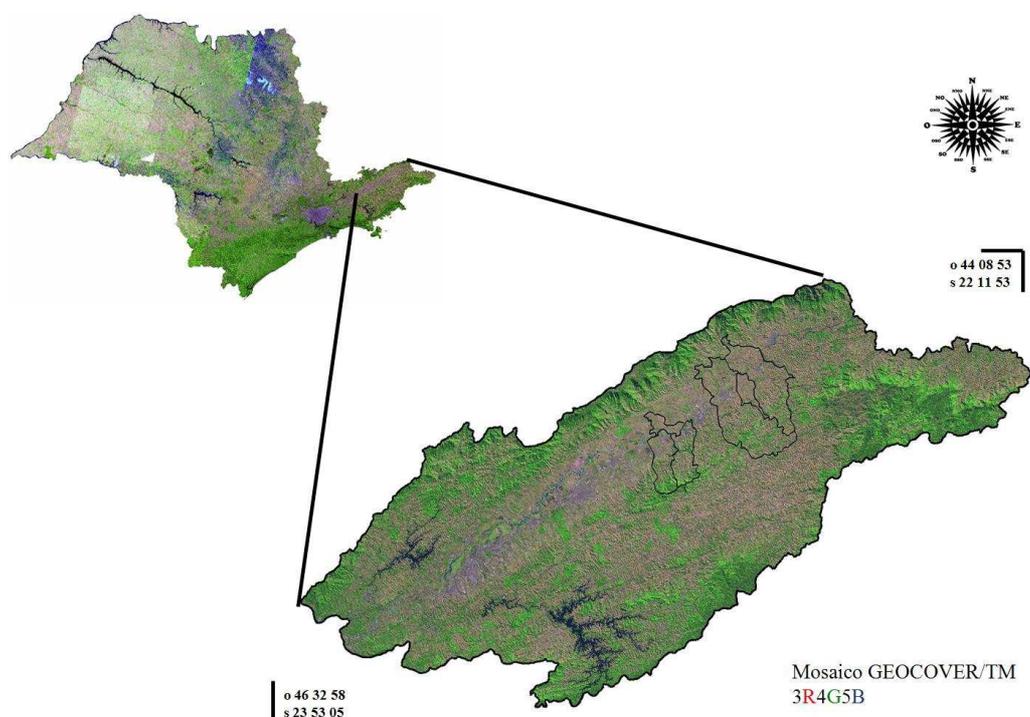


Figura 1. Imagem Landsat-5 (sensor *Thematic Mapper*-TM), composição R(5) G(4) B (3) de 11 de setembro de 2005 da área de estudo, bacia do rio Paraíba do Sul e os municípios de Aparecida, Cachoeira Paulista, Canas, Lorena, Potim e Roseira (delimitados na cor preta).

Para o monitoramento das cavas de areais foi utilizado o software Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING) versão 4.3.3. A primeira etapa consistiu no registro das imagens do sensor Landsat-5 (sensor *Thematic Mapper* - TM) (Tabela 1). Após o registro das imagens foi criado um Banco de Dados (BD) importando todas as imagens registradas e os limites dos municípios. Para o mapeamento das cavas de areia se utilizou a interpretação visual e a ferramenta Edição Vetorial, onde o editor cria linhas e polígonos ligando as classes criadas a estes (Câmara, 1996).

Tabela 1. Imagens do sensor Landsat-5 (sensor Thematic Mapper - TM) utilizadas neste trabalho.

Ano	Data
2004	15/jul
2005	11/set
2006	14 e 21/set
2007	08/jul e 16/ago
2008	12/jul e 18/ago
2009	01 e 26/mai

As cores em tons vermelhos indicam áreas sem vegetação, onde pode ser observado o solo exposto preparado para cultivo como também as áreas dos pátios de manobra e depósito das mineradoras às margens das cavas do rio Paraíba do Sul. A característica da identificação das áreas mineradas pode ser associada à formação de lagos lindeiros às margens do rio Paraíba do Sul. Já as minerações encontradas dentro do rio, foram identificadas através da observação das imagens de alta resolução do satélite Quickbird no programa Google-Earth (Figura 2).

Em relação à mineração de areia ao longo do rio Paraíba do Sul, a coloração da água pode ser utilizada para identificar se as cavas de areia estão ativas ou desativadas. A água se apresenta em tons distintos, assim é possível a identificação de áreas que possuem atividade de mineração. O tom azul indica que a mineração está ativa, sendo que é importante explicar que quanto mais claro for o tom de azul maior a intensidade da atividade de mineração. Por outro lado, o tom escuro representa a inatividade de práticas de mineração. A água em tom azul escuro apresenta pouco sedimento e por este motivo a resposta espectral possui tom escuro tendendo para o preto. O mesmo ocorre também nas represas e lagoas abandonadas decorrentes de mineração já desativadas (Simi et al., 2008).



Figura 2. Característica das cavas de areia observadas na imagem Landsat-5 (sensor Thematic Mapper - TM), composição R(5) G(4) (3) de 26 de maio de 2009.

### 3. Resultados e Discussão

Os resultados da interpretação das cavas de área dos municípios considerados estão apresentados na Figura 3. Com uma análise visual dos gráficos pode ser observado que em todos os municípios selecionados neste trabalho apresentaram uma evolução na estimativa de área de cavas de areia. Nos municípios de Canas, Lorena e Potim a extração de areia não apresentou números significativos em extensão de área. Apenas em 2009, Potim apresentou um número mais expressivo, com 10,5 hectares. Contabilizando a estimativa de área acumulada no período analisado, o município de Canas apresentou apenas 3,9 hectares de cavas de areia (Figura 4).

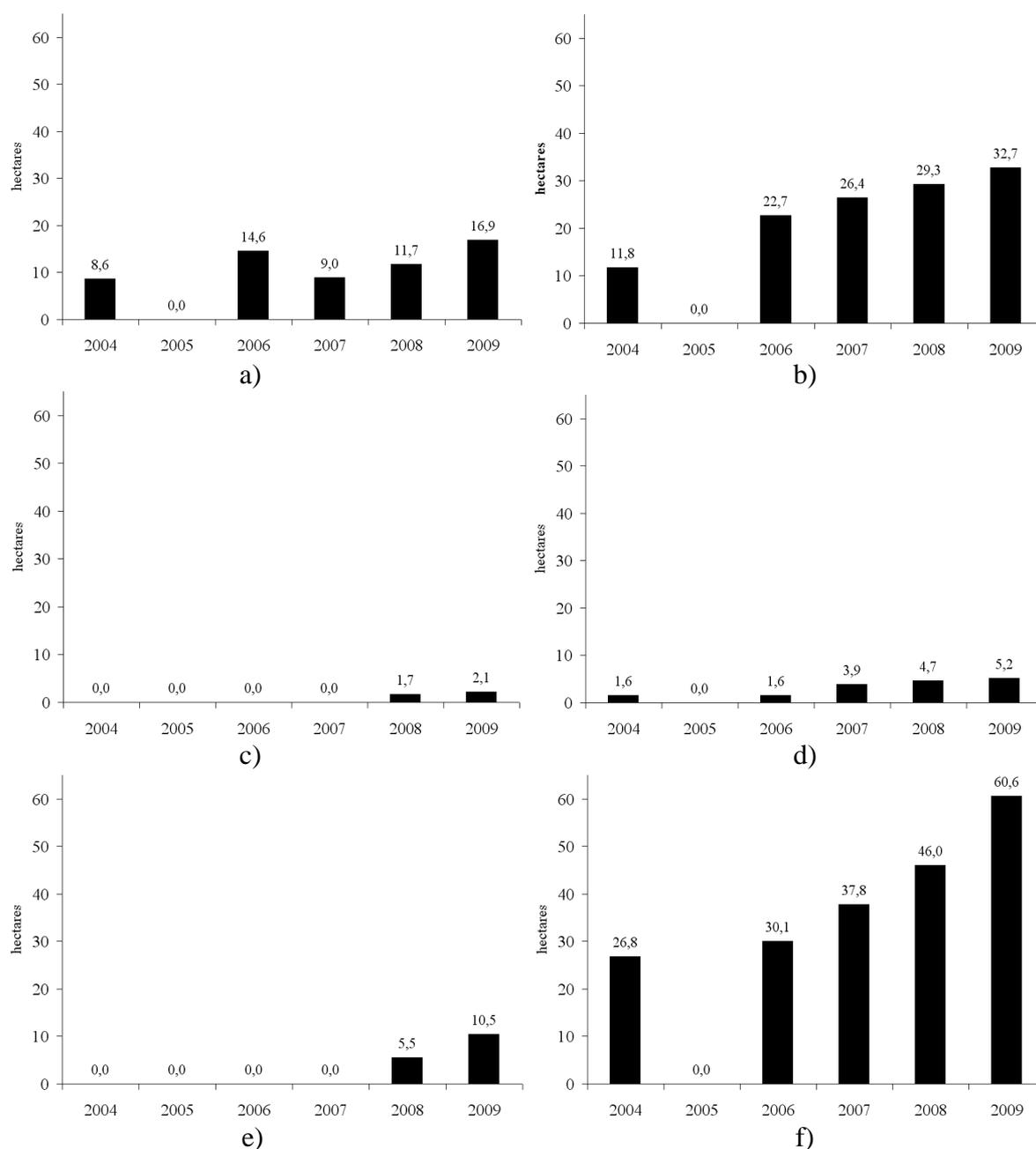


Figura 3. Área estimada de cavas de areia (em hectares) nos municípios não pertencentes ao Zoneamento Minerário Ambiental do trecho paulista da várzea do rio Paraíba do sul. Em (a) Aparecida; (b) Cachoeira Paulista; (c) Canas; (d) Lorena; (e) Potim; e (f) Roseira.

O restante dos municípios, Aparecida, Cachoeira Paulista e Roseira, apresentaram as maiores estimativas de extensão de área de cavas, com média anual de 10,1 ha, 20,5 ha e 33,5 ha. Estes números contrastam com a média dos municípios de Canas, Lorena e Potim, pois estes apresentaram média anual de 0,6 ha, 2,8 ha e 2,7 ha, respectivamente. A estimativa acumulada desses municípios indica que a atividade mineraria é maior do que em Canas, Lorena e Potim (Figura 3 e Figura 4).

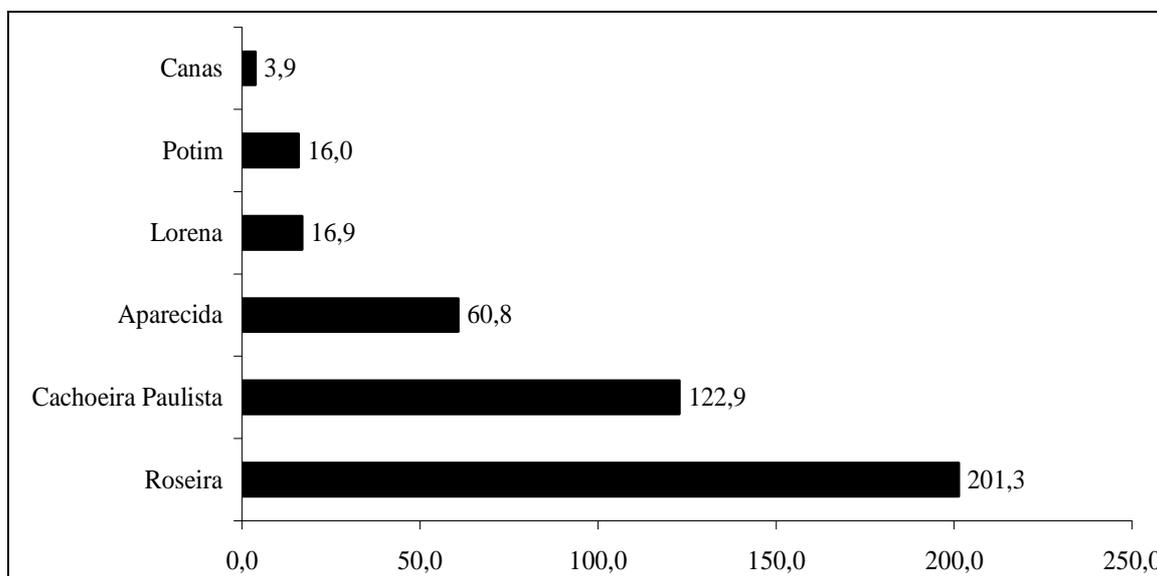


Figura 4. Total acumulado da área estimada de cavas de areia entre 2004 e 2009 nos municípios não pertencentes ao Zoneamento Minerário Ambiental do trecho paulista da várzea do rio Paraíba do sul

Para melhor compreensão da expansão das áreas de cavas de areia na área de estudo, foi calculado o aumento percentual entre o ano de 2004 e 2009, primeiro e último ano analisado (Tabela 2).

Tabela 2. Estimativa da expansão das áreas de cavas de areia entre os anos de 2004 e 2009.

Município	Cavas de areia (em ha)		
	2004	2009	%
Aparecida	8,6	16,9	95,8
Cachoeira Paulista	11,8	32,7	178,1
Canas	0,0	2,1	-
Lorena	1,6	5,2	233,3
Potim	0,0	10,5	-
Roseira	26,8	60,6	125,9
<b>Total</b>	<b>48,8</b>	<b>128,0</b>	<b>162,4</b>

Pode ser verificado que o maior aumento percentual de áreas de extração de areia foi o município de Lorena, com 233,3%. Apesar de Aparecida ter apresentado o menor percentual de aumento, 95,8%, ainda assim este é um número significativo, pois representa que as áreas de cavas de areia em todos os municípios pelo menos dobraram em extensão

#### 4. Conclusões

Observou-se que os municípios da várzea do Rio Paraíba do Sul, trecho paulista, não pertencentes ao Zoneamento Ambiental da Atividade Minerária de Extração de Areia também apresentaram áreas de extração de areia. Este tipo de atividade por ser considerada potencialmente poluidora necessita maiores cuidados no seu planejamento e na sua execução. Iniciativas como o ZMA indicam que os órgãos públicos competentes perceberam a importância da regulamentação da extração de areia na várzea do rio Paraíba do Sul. Os dados deste trabalho podem servir como um incentivo para uma possível ampliação do ZMA, nos municípios aqui considerados, dado que foram apresentados dados que demonstram o crescimento da atividade de extração de areia.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à Flavia de Souza Mendes pela ajuda dispensada à realização deste texto.

## Referências Bibliográficas

Anderson, L. O. A. **Classificação e monitoramento da cobertura vegetal de Mato Grosso utilizando dados multitemporais do sensor MODIS**. 2004. 247 p. (INPE-12290-TDI/986). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2004. Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/jeferson/2004/08.31.13.56>>. Acesso em: 21 nov. 2010.

Câmara, G.; Souza, R. C. M.; Freitas, U. M.; Garrido, J. C. P. **Spring: Integrating Remote Sensing and GIS with Object-Oriented Data Modelling**. Computers and Graphics, v.15, n.6, p.13-22, July 1996.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) - Coordenação Geral de Observação da Terra (OBT-DSR). **Análise temporal da mineração na Várzea do Rio Paraíba do Sul - SP no período entre os anos de 1986 e 2002**. . São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 60 p.

Nogueira, S.A.A., Teixeira, A.L., Montanheiro, T.J., Shimada, H., Negri, F.A. O zoneamento ambiental mineral da extração de areia no vale do Rio Paraíba do Sul, São Paulo, Brasil. In: Congresso Latino-Americano de Geologia, 11. **Actas...** Montevideu, 2001. Montevideo, DINAMIGE/SUG, Trabalho n.158, 4p. (Edição eletrônica).

Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SMA –SP). **Avaliação da recuperação ambiental da mineração de areia para aperfeiçoar os instrumentos de gestão : várzea do Paraíba do Sula – trecho Jacareí – Pindamonhangaba/** Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Coordenadoria de Planejamento Ambiental ; coordenação Lina Maria Aché, Sônia Aparecida Abissi Nogueira [e] Neide Araújo ; equipe técnica executora Antônio José Dias... [et al.]. – São Paulo : SMA, 84p. 2008.

Simi. R.; Simi; Júnior R.; Rudorff. B. F. T. Monitoramento e análise da evolução das cavas de areia na várzea do rio Paraíba do sul. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto(SBSR), 14, 2009, **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2009. Artigos, p. 5467-5474. DVD, On-line. ISBN 978-85-17-00044-7. (INPE-15962-PRE/10571). Disponível em:<<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.17.23.34/doc/5467-5474.pdf>>. Acesso em 03 nov. 2010.

Reis, B. N.; Batista, G. T.; Targa, M. S.; Catelani, C. S.. Influência das cavas de extração de areia no balanço hídrico do vale do Paraíba do Sul. **Rem: Revista Escola de Minas** [online]. 2006, v.59, n.4 p. 391-396 . Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0370-44672006000400007&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-44672006000400007&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 05 nov. 2010.

Rudorff, B. F. T.; Berka, L. M. S.; Moreira, M. A.; Duarte, V.; Rosa, V. G. C. **Estimativa de área plantada com cana-de-açúcar em municípios do estado de São Paulo por meio de imagens de satélites e técnicas de geoprocessamento**: ano safra 2004/2005. São José dos Campos: INPE, 2004. 54 p. (INPE-11421-RPQ/762). Disponível em: <<http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/10.04.09.57/doc/publicacao.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2010.

Shimabukuro, Y. E.; Duarte, V.; Moreira, M. A.; Arai, E.; Rudorff, B. F. T.; Anderson, L. O.; Freitas, R. M.; Lima, A.; Aragão, J. R. L. **Deteccção de áreas desflorestadas em tempo real (Projeto DETER) para os anos de 2005 e 2006.** São José dos Campos: INPE, 2007. 69 p. (INPE--/). (INPE-14784-RPQ/810). Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/mtc-m12@80/2007/08.20.19.01>>. Acesso em: 13 nov. 2010.