

# Desenvolvimento de um banco de dados georreferenciados para avaliação de atividades minerárias da planície aluvial do rio Paraíba do Sul

## DEVELOPMENT OF A GEOREFERENCED DATA BASIS TO EVALUATION OF MINING ACTIVITIES OF THE ALLUVIAL PLAIN OF PARAÍBA DO SUL RIVER

Benedito Jorge dos Reis  
CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental  
Getulio Teixeira Batista  
Marcelo dos Santos Targa  
Celso de Souza Catelani  
Departamento de Ciências Agrárias da Universidade de Taubaté

### RESUMO

A extração de areia no Vale do Paraíba do Sul, praticada em um ambiente vulnerável, é responsável por alterações ambientais significativas na planície aluvial da bacia. Este trabalho teve por objetivo desenvolver um banco de dados georreferenciados para avaliar o processo de extração de areia na planície aluvial da bacia do rio Paraíba do Sul no período de 1992 a 2003 e, assim, fornecer subsídios para o licenciamento, a fiscalização e controle da mineração de areia. Utilizando-se o aplicativo SPRING - Sistema de Processamento de Informações Geográficas e imagens do sensor TM (satélite Landsat 5) e ETM+ (satélite Landsat 7) cenas 218/76 e 219/76, de dezembro de 1992, agosto de 1997 e fevereiro de 2003, criou-se um banco de dados georreferenciados que possibilitou a quantificação da área de cavas de areia e o acompanhamento da evolução temporal da atividade na região. O principal resultado produzido a partir deste trabalho foi a criação de um Plano de Informação (PI) digitalizado do Zoneamento Ambiental Minerário e o cruzamento desse PI com a área de ocorrência das cavas de areia demarcadas nas imagens analisadas obtidas a partir de sensores a bordo de satélite, constituindo-se num avanço tecnológico para suporte ao sistema de licenciamento ambiental.

### PALAVRAS-CHAVE

Extração de areia. Impactos ambientais. Processamento de imagens.

### INTRODUÇÃO

No Brasil, país em desenvolvimento com dimensões continentais de 8.514.215 km<sup>2</sup> e 169,7 milhões de habitantes, segundo o censo demográfico de 2000 (BRASIL, 2005), os conflitos entre a sociedade civil e os mineradores de areia tendem a se agravar com o inevitável aumento de demanda pelo minério. O consumo de areia no Brasil é da ordem de 1,8 toneladas/habitante/ano. Segundo Texier (2001), a França tem 15.500 km<sup>2</sup>, 60 milhões de habitantes, produz e consome 6,5 toneladas/habitante/ano. Outros países, como por exemplo, a Espanha chega a consumir 10 toneladas/habitante/ano e o Reino Unido, 4 toneladas/habitante/ano, enquanto que a média européia é da ordem de 6,8 toneladas/habitante/ano.

A extração de areia no Vale do Paraíba para uso na construção civil é estimada em 750.000 m<sup>3</sup> mensais, respondendo por 5% da produção do Brasil e 25% da produção areeira do Estado de São Paulo, visando principalmente, atender à demanda da região metropolitana de São Paulo, que consome 80% da produção do Vale do Paraíba (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE ENTIDADES DE PRODUTORES DE AGREGADOS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL, 2000).

A extração de areia na planície aluvial do rio Paraíba do Sul é altamente degradadora, produz alterações ambientais na planície aluvial, pode comprometer o uso futuro das águas e gera conflitos de uso com o crescente processo de urbanização da região onde é praticada, entretanto, ainda ocupa lugar de destaque entre as atividades econômicas (SILVA, 2003). A redução dessa atividade, segundo Texier (2001) não é cogitada em

nível mundial por se constituir no principal insumo da construção civil, ainda sem um sucedâneo à altura.

Alterações significativas foram produzidas no canal do rio Paraíba do Sul no trecho de Jacareí e Caçapava. Sausen (1988), analisando dados dos anos entre 1953 e 1984, concluiu que essa atividade provocou desequilíbrio nas variáveis hidráulicas através do aprofundamento e do alargamento do canal, interferindo de maneira muito mais intensa e rápida no regime meandrante característico dessa porção do rio, do que ações de instalação de reservatórios e de retificação de canal.

A extração de areia em larga escala vem transformando a área de várzea do rio Paraíba em várias áreas de massa contínua (lagos artificiais) que perdem água para a atmosfera por evaporação. A evaporação das águas superficiais, segundo Pereira, Vila Nova e Sediya (1997), é um importante componente do ciclo hidrológico, pois representa aproximadamente 75% do total da chuva que retorna para a atmosfera em uma bacia continental. Tal fato pode também acontecer com uma bacia regional, como a do Rio Paraíba do Sul. Fisch (1995) afirmou que no Vale do Paraíba a evapotranspiração sempre ocorre em taxas potenciais.

A atividade de extração de areia, em cavas submersas, praticada nas áreas de várzea do rio Paraíba do Sul produz danos ao meio ambiente (RIBEIRO, 2004). Além de destruir a vegetação, produz grandes cavas que atingem o lençol freático e que são preenchidas por água e formam grandes lagos. Após o esgotamento da jazida, normalmente essas áreas são abandonadas sem nenhuma preocupação com a sua recuperação e uso futuro das áreas degradadas. Silva (1993), quando propôs modelos de recuperação de áreas degradadas pela extração de areia no município de Jacareí no Vale do Paraíba, destacou a inexistência de estudos sobre recuperação de áreas degradadas pela extração de areia em planícies de inundação (várzeas).

A recuperação de áreas degradadas pela ação antrópica da mineração é utópica. As condições naturais do solo jamais serão restabelecidas. É possível uma minimização dos impactos e reintegração da nova situação à paisagem, como apontado por Tommasi (1994). A mineração de areia na planície aluvial da bacia do rio Paraíba do Sul exige pesquisas para subsidiar uma política de usos futuros, revitalização e reintegração das áreas degradadas à paisagem.

Em 1996, a Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SMA/SP) deu início à execução da conso-

lidação de normas técnicas e procedimentos de licenciamento ambiental; o Zoneamento Ambiental da Mineração de Areia e o desenvolvimento de uma metodologia de fiscalização e licenciamento, buscando formas de agilizar os procedimentos de licenciamento e recuperação, tornando mais eficazes as medidas de melhoria da qualidade ambiental, promovendo maior articulação entre o poder público e empreendedores, visando garantir a conservação desta região (SÃO PAULO, 1999).

A escolha da área para o zoneamento minerário foi definida pela verificação dos municípios com maior concentração de empreendimentos de mineração de areia, selecionando-se o trecho entre Jacareí e Pindamonhangaba. Neste trecho, foi executado o levantamento do potencial mineral de areia através de um projeto de pesquisa específico, além da elaboração do mapa de uso do solo, atualização do cadastro dos empreendimentos minerários e levantamento das políticas públicas da região. A definição e a delimitação da faixa de potencial de areia foram baseadas no estabelecimento dos limites das construções eminentemente arenosas ou do cinturão meândrico pertencentes ao Sistema Fluvial Meandrante Holocênico do rio Paraíba do Sul (RICCOMINI et al., 1996). Os produtos do Zoneamento Minerário foram impressos em dois volumes: o primeiro se constitui num texto ilustrado e, o segundo, compõe-se de 16 mapas na escala 1:25.000, dos seguintes temas: Mapa Geológico, Mapa dos Empreendimentos Minerários, Mapa de Uso Institucional e Mapa dos Títulos Minerários. Os mapas do Zoneamento Ambiental da Mineração de Areia produzidos pela SMA/SP através do Instituto Geológico, na escala 1:25.000, têm sido utilizados sistematicamente pelos órgãos ambientais licenciadores e fiscalizadores das atividades minerárias no Estado de São Paulo.

Visando à avaliação da atividade minerária de extração de areia, pelo processo de cavas submersas, criou-se uma base de dados georreferenciados que abrange o período de 1992 a 2003, que permitiu a integração de informações analógicas e dados orbitais de sensoriamento remoto. Essa base de dados poderá ser utilizada para o monitoramento da evolução da atividade de mineração com fins de fiscalização do cumprimento da legislação e para orientação de projetos de recuperação das áreas degradadas pela atividade minerária no Vale do Paraíba.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de Estudo

A área de estudo localiza-se no Vale do Paraíba paulista, entre as duas principais regiões metropolitanas do país, São Paulo e Rio de Janeiro. A área de estudo (Figura 1) foi delimitada por um retângulo cuja informação técnica das coordenadas UTM é: canto inferior esquerdo E= 387.000 m, N= 7.416.800 m e canto superior direito E= 472.150 m, N= 7.474.000 m, Meridiano Central 45°, Datum Horizontal SAD-69 e abrange os municípios de Jacareí a Pindamonhangaba.

O rio Paraíba corre pelo fundo de uma depressão tectônica situada ao longo da base da Mantiqueira, com a qual está geomorfologicamente relacionado. A origem do vale prende-se aos episódios tectônicos que originaram a Bacia Sedimentar de Taubaté, entre as serras do Mar e da Mantiqueira, onde o rio desenhou seu curso. O médio vale superior, entre Guararema e Cachoeira Paulista, atravessa terrenos sedimentares de origem terciária, a bacia de Taubaté (SÃO PAULO,1999).

### Implementação do Banco de Dados Georreferenciado no Sistema de Informações Geográficas

Utilizou-se o aplicativo "Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas - SPRING" (CÂMARA; SOUZA; FREITAS,1996), que integra funções de processamento de imagens e de geoprocessamento. Foram utilizados dados do sensor Thematic Mapper do satélite Landsat 5 e Enhanced Thematic Mapper do sa-

télite Landsat 7, cenas 218/76 e 219/76 de dezembro de 1992, agosto de 1997 e de fevereiro de 2003, e dados dos mapas do Zoneamento Minerário do Vale do Paraíba IG/SMA (Instituto Geológico / Secretaria do Meio Ambiente), escala 1:25.000 (SÃO PAULO, 1997).

Como o Zoneamento Ambiental de Areia do Vale do Paraíba que regulamentou a extração de areia foi divulgado em 1997, buscou-se neste trabalho analisar a situação das áreas de mineração cinco anos antes e cinco anos após essa data.

Para a manipulação e a integração dos dados, foi criado um banco de dados georreferenciados que permitiu a obtenção de mapas, a realização de operações aritméticas diversas e a quantificação da área ocupada pela atividade mineradora de areia no trecho entre os municípios de Jacareí e Pindamonhangaba no médio Vale do Paraíba Paulista (Figura 1) para o período de análise.

Os quatro mapas, em formato Raster-Matricial, produzidos pelo Instituto Geológico (IG), contendo o Zoneamento Ambiental de Areia do Vale do Paraíba dividido nas classes (ZM) = Zona de Mineração, (ZCV) = Zona de Conservação de Várzea, (ZP) = Zona de Preservação e, (ZR) = Zona de Recuperação, são apresentados de forma reduzida na Figura 2. Estes mapas foram introduzidos no sistema SPRING.

Foi então realizado um trabalho de edição dos polígonos das classes do Zoneamento Minerário, com a eliminação de todas as linhas de grade e polígonos duplicados, obtendo-se assim o mapa vetorial do Zoneamento Minerário (Figura 3), constituindo-se em um plano de informação (PI), aqui denominado PI "Mineração IG" com as classes previamente definidas (Figura 2).

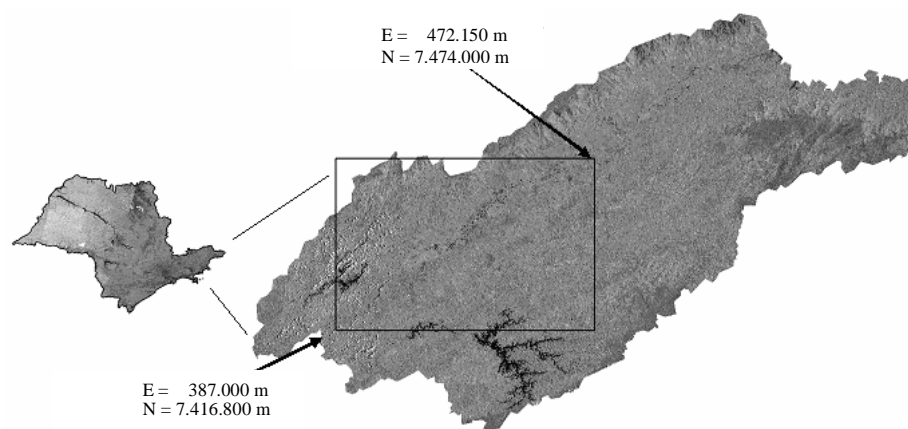


Figura 1- Localização da área de estudo em relação ao Estado de São Paulo e Bacia do Rio Paraíba do Sul (trecho Paulista).

Esse PI referente ao Zoneamento Minerário, no formato vetorial, foi incorporado ao banco de dados georreferenciados criado no aplicativo SPRING, para ser utilizado de forma integrada com imagens de satélite.

Para permitir a visualização e a quantificação do crescimento da área ocupada pelas cavas ao longo do período de estudo, foram criados os Planos de Informação (PI) denominados Cavas 1992, Cavas 1997, Cavas 2003 e DNPM. Esses Planos de Informação, foram editados com a utilização das ferramentas de edição vetorial dis-

poníveis no SIG, com base na interpretação visual da imagem, diretamente do monitor, conforme exemplificado na Figura 4. O posicionamento das cavas nas diferentes classes do Zoneamento Minerário foi obtido pela sobreposição do PI "Cavas" ao PI "Mineração IG" (Figura 4). A somatória das áreas dos polígonos dos três Planos de Informação "Cavas 1992, 1997 e 2003" obtida com a ferramenta "Medidas de Classes" do SPRING, forneceu a área total ocupada por cavas de extração de areia.

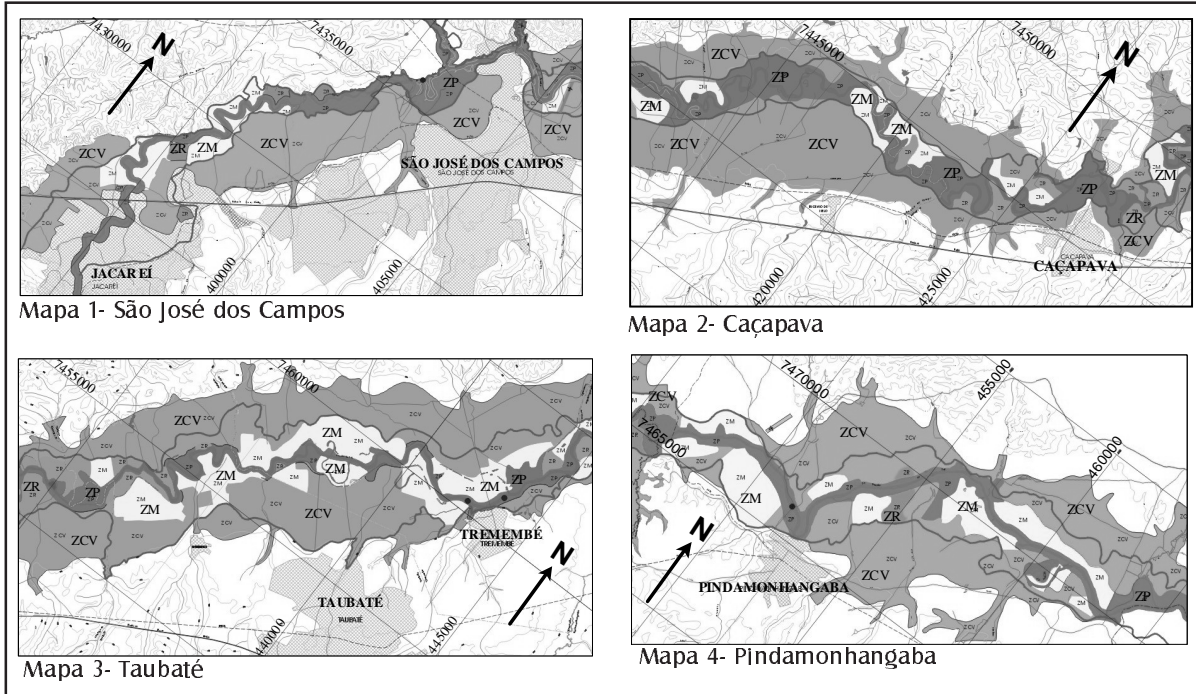


Figura 2- Mapas contendo o Zoneamento Minerário do Vale do Rio Paraíba do Sul. Fonte: São Paulo (1997).

O Plano de Informação DNPM contendo as áreas de concessão outorgadas, denominadas "poligonais", pelas Portarias de Lavras, foi criado a partir da interpretação das Portarias publicadas pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (BRASIL, 2005). As poligonais são áreas fechadas, formadas obrigatoriamente por segmentos de retas com orientação Norte - Sul e Leste - Oeste verdadeiros, com um dos seus vértices georreferenciado a um ponto definido por coordenadas geográficas e os seus lados por comprimentos e rumos verdadeiros. As coordenadas dos vértices das poligonais foram transferidas para o SPRING, no Plano de Informação "DNPM", cujo resultado é exemplificado na FIGURA 5. O Plano de Informação "DNPM" quando sobreposto à imagem de satélite possibilitou a visualização da localização das cavas de areia em relação às poligonais concedidas pelo DNPM.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A extração de areia na várzea do rio Paraíba tem sido objeto de vários estudos nos últimos anos (AGOSTINI, 2001; BRASIL, 2005; FRANCHI, 2000). As informações processadas em SIG permitiram um grande número de observações e apresentaram como resultado imediato a substituição dos mapas analógicos para localização das cavas de areia nas classes do Zoneamento Minerário.

Como o Zoneamento Ambiental de Areia do Vale do Paraíba que regulamentou a extração de areia foi divulgado em 1997, neste trabalho foi analisada a situação cinco anos antes e cinco anos após essa data, utilizando-se imagens do satélite Landsat 5 TM de dezembro de 1992, agosto de 1997 e imagem do satélite Landsat 7 ETM\* de fevereiro de 2003. Dados da análi-

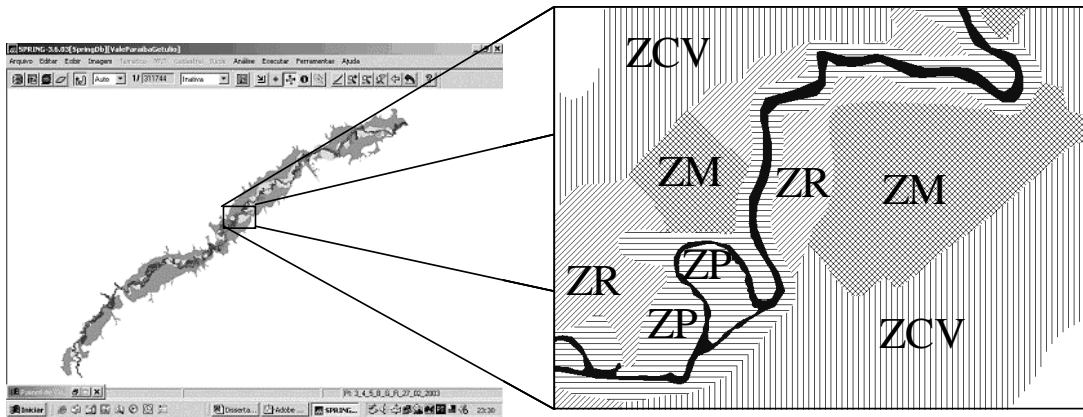


Figura 3- Zoneamento Minerário da área estudada, vetorizado e integrado à base de dados georeferenciada.

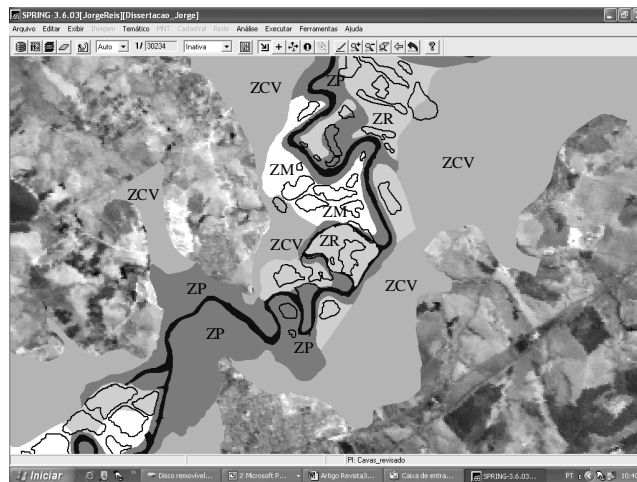


Figura 4- PI "Mineração IG" nas diversas tonalidades e "Cavas 2003" em linhas escuras.

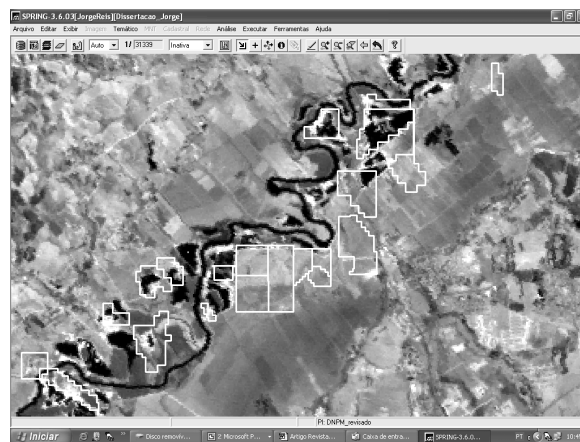


Figura 5- PI "DNPM" com a delimitação das poligonais de licenciamento do DNPM em branco.

se realizada pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE (BRASIL, 2005) apontaram a existência de 225 cavas de areia no trecho em estudo no ano de 2002. Cálculos efetuados com base nesse trabalho constataram o crescimento do número de cavas de areia no trecho em estudo, conforme demonstrado na Tabela 1.

Embora tenha sido constatado o aumento do número de cavas, concluiu-se que este não seria um bom parâmetro para se avaliar a evolução da atividade, porque alguns sítios de mineração se iniciam com pequenas cavas próximas que são unidas eventualmente, formando uma única cava maior. No encerramento da frente de lavra, para atender exigência do Artigo 5º, inciso IX da Resolução SMA/SP nº 42/1996 (SÃO PAULO, 1996), os lagos são divididos por faixas de terra de 50 m de largura, em diversos lagos com áreas inferiores a 20 ha. Por essa razão, o crescimento da área de cavas mos-

trou-se como um parâmetro mais significativo para se avaliar a evolução da expansão da extração de areia.

As áreas de cavas de areia obtidas nos Planos de Informação "Cavas 1992", "Cavas 1997" e "Cavas 2003" comprovaram o crescimento da área de lagos produzida pela atividade de extração de areia na várzea do rio Paraíba de 1992 a 2003, conforme mostrado na Tabela 2.

Em geral, houve no período de onze anos (1992 a 2003) o crescimento de 192,0 % na área de mineração por cavas de areia na planície aluvionar do rio Paraíba do Sul no trecho entre Jacareí e Pindamonhangaba, o que corresponde a um crescimento médio anual de 17,5%. Contudo, no período de 1992 a 1997 houve um crescimento médio de 34,6% que corresponde a uma taxa de crescimento de aproximadamente 86,3 ha/ano.

Tabela 1- Número de cavas de areia entre os municípios de Jacareí e Pindamonhangaba.

Ano	1992	1997	2002*	2003
<b>Quantidade de Cavas</b>	<b>113</b>	<b>178</b>	<b>225</b>	<b>256</b>

\*Fonte: Instituto Nacional Pesquisas Espaciais (INPE).

Tabela 2- Crescimento da área (ha) minerada entre 1992 e 2003.

Área de Estudo	1992	1997	2002*	2003
Trecho de Jacareí a Pindamonhangaba.	591,35	1.022,80	1.537,47	1.726,48

\*Fonte: Instituto Nacional Pesquisas Espaciais (INPE).

Tabela 3- Crescimento da área de cavas (ha) implantadas nas diversas classes ((ZM) = zona de mineração, (ZP) = zona de preservação, (ZR)= zona de recuperação e (ZCV)= zona de conservação de várzea) do zoneamento mineário.

ANO	ZM	ZP	ZR	ZCV
1997	521,13	152,13	286,60	11,08
2003	1.023,22	196,93	378,52	48,49

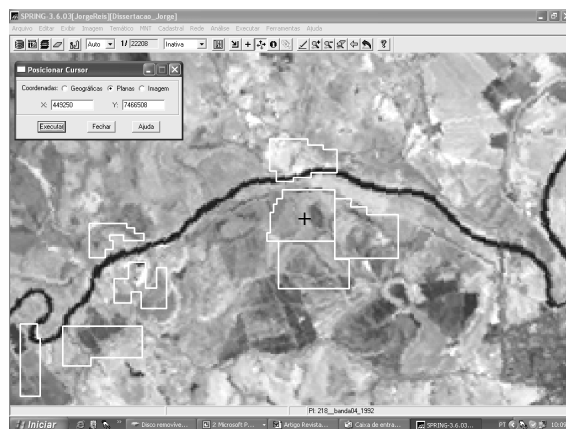


Figura 6- Poligonais DNPM contíguas destacadas em branco; cursor em preto localizado nas coordenadas UTM E= 449.250 m e N= 7.466.508 m.

Já no período de 1997 a 2002, o crescimento médio foi de 50,3%, o que corresponde à taxa de 102,9 ha/ano; enquanto no período de 2002 a 2003, a taxa média de crescimento foi de 12,3%, com um crescimento da área de cavas de 189,0 ha, o que indica uma tendência de crescimento da atividade de extração de areia na várzea do rio Paraíba do Sul.

O cruzamento dos Pis "Cavas 1997" e "2003" com o PI "Mineração IG" através de funções específicas do SPRING resultou na determinação das áreas de cavas existentes nas diversas classes do Zoneamento Ambiental Minerário. Pode-se observar que entre 1997 e 2003 houve crescimento da atividade minerária nas Zonas de Preservação, Recuperação e Conservação de Várzea (Tabela 3). Não deveria ter ocorrido crescimento da atividade de extração de areia nessas classes do Zoneamento Minerário, mas somente na Zona de mineração. Essa ocorrência deve ser objeto de estudo dos órgãos licenciadores para verificar se o fato é decorrência do disposto no Art. 2º da Resolução SMA/SP 42/1996 que regularizou as cavas licenciadas antes de 02/09/1996 ou extração irregular posterior a essa data.

As áreas das poligonais para extração de areia outorgadas pelo DNPM, em geral são de no máximo 50 ha. No procedimento de outorga de lavra, o DNPM não faz nenhuma análise ambiental e outorga concessões de lavra em áreas contíguas. Na Figura 6, pode-se observar três poligonais contíguas concedidas ao mesmo minerador com área total de 148,8 ha. Dessa forma, quando essa jazida for esgotada, restarão aproximadamente 148 ha de lagos, constituídos por vários lagos de aproximadamente 20 ha, separados por faixas de 50 metros de largura para cumprir a legislação.

## CONCLUSÃO

O Banco de Dados implementado num Sistema de Informações Georreferenciadas a partir deste trabalho propiciou um avanço tecnológico nas atividades de controle, fiscalização e licenciamento ambiental da atividade minerária no Vale do Paraíba paulista, possibilitando rapidez na obtenção de informações confiáveis e precisas, e constitui-se hoje num importante instrumento para avaliação da interferência da extração de areia na planície aluvial do Rio Paraíba do Sul. Dado ao acelerado crescimento da área de lagos resultantes do processo de extração (192% em 11 anos) e dado à dificuldade de recuperação das áreas afetadas por esse processo, o impacto da extração de areia por cavas submersas é um problema ambiental relevante no Vale do Paraíba.

## ABSTRACT

The extraction of sand in Paraíba do Sul Basin, carried out in a vulnerable environment, explains significant environmental impacts on the alluvial plain of the basin. The objective was to use a geographic information system (GIS) to evaluate the sand mining activity and the increasing of the sand extraction area in the alluvial plain of the Paraíba Valley, considering the period from 1992 to 2003 and to support the licensing, monitoring and control of the sand mining activities. Using SPRING - Geographic information system, TM (Landsat 5 satellite) and ETM (Landsat 7 satellite) imagery (scenes 218/76 and 219/76) from December 1992, August 1997 and February 2003, a georeferenced data basis was created which allowed the quantification of the mining area of sand and the assessment of the temporal evolution of the activity. The main result achieved was the implementation of a digital Information Layer of the Environmental Mining Zone, and the comparison of this digital information with the sand extraction areas outlined based on the interpreted satellite imagery what represented a technological improvement for the licensing of the sand mining activity.

## KEY WORDS

Environmental impacts. Extraction of sand. Image processing.

## REFERÊNCIAS

AGOSTINI, M. D. *Dinâmica do uso da terra na planície aluvionar do Rio Paraíba do Sul*. 2001, 170f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Departamento de Ciências Agrárias, Universidade de Taubaté, Taubaté. 2001.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE ENTIDADES DE PRODUTORES DE AGREGADOS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL. Vale do Paraíba: maior região produtora de areia do país. *Revista Areia & Brita*, São Paulo, n.10, p.5-19, abr.-jun., 2000.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Coordenação Geral de Observação da Terra (OBT). *Análise temporal da mineração na Várzea do Rio Paraíba do Sul, SP no período entre os anos de 1986 e 2002*. Jornal Vale

Paraibano, São José dos Campos, 29 maio 2005.  
Disponível em: < <http://jornal.valeparaibano.com.br/2005/05/29/sjc/areia1.html> >. Acesso em: 31 de jan. 2006.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do meio ambiente. *Resolução N° 303 de 20 de março de 2002*. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Conselho Nacional de meio Ambiente. Brasília, DF. 2002.

\_\_\_\_\_. Ministério de Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. *Portaria n° 15, de 13 de janeiro de 1997*. O memorial descritivo de que trata o inciso V, do artigo 16 do Código de Mineração, deverá ser apresentado em modelo de formulário aprovado pelo DNPM. Disponível em: < <http://www.dnpm.gov.br/portal/conteudo.asp?IDSecao=66&IDPagina=80&filtro=1&pag=1> >. Acesso em: 21 abr. 2005.

\_\_\_\_\_. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo Demográfico 2000: resultados do universo*. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/tabelabrasil111.shtm> >. Acesso em: 13 abr. 2005.

CÂMARA, G.; SOUZA, R.C.; FREITAS, U. SPRING, PT. Integrating remote sensing and GIS with object oriented data modelling. *Computers and Graphics*, Dordrecht, v. 15, n. 6, p. 13-22, 1996.

FISCH, G. F. Caracterização climática e balanço hídrico de Taubaté (SP). *Revista Biociências*, Taubaté, v.1, n. 1, p. 81-90, 1995.

FRANCHI, J. G. *Aplicação de turfa na recuperação de solos degradados pela mineração de areia*. 2000. 119f. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

PEREIRA, A.R.; VILA NOVA, N.A.; SEDIYAMA, G.C. Evapo(transpi)ração. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183p.

RIBEIRO, L. T. *A ação do policiamento florestal nas atividades minerárias na região de Sorocaba* - SP. 3ª CIA Polícia Florestal Militar-Sorocaba, SP. 2004.

Disponível em: <<http://www.peritocriminal.com.br/meioambiente.htm>> . Acesso em: 12 jul. 2004.

RICCOMINI, C. et al. Argilominerais do paleolago Tremembé e sistemas deposicionais relacionados (paleógeno, rift continental do Sudeste do Brasil). *Revista Brasileira de Geociências*, v.26, n. 3, p. 167-180, 1996.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. *Projeto Paraíba do Sul: potencialidade de areia*. São Paulo: SMA/ Instituto Geológico, 1997. v.1. 107p.

\_\_\_\_\_. Secretaria do Meio Ambiente. *Resolução n° 42 de 16 de setembro de 1996*. Disponível em: < [http://www.ambiente.sp.gov.br/leis\\_internet/uso\\_solo/mineracao/res\\_sma4296.htm](http://www.ambiente.sp.gov.br/leis_internet/uso_solo/mineracao/res_sma4296.htm) >. Acesso em: 31 out. 2005.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Recursos Hídricos Saneamento e Obras. *Documento Estratégico de Negociação*. PQA- Projeto de Qualidade das Águas e Controle da Poluição na Bacia do Rio Paraíba do Sul. São Paulo: Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, 1999. CD-ROM.

SAUSEN, T.M. *Modificação na forma do canal do rio em função da ação antrópica*. Ex.: Rio Paraíba do Sul. São Paulo.1988. v. 1 e 2, Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 1988.

SILVA, I. X. *Recuperação de áreas degradadas por extração de areia no município de Jacareí* - SP. São Paulo: CETESB, 1993.

SILVA, J.R. *Métodos de valoração ambiental: uma análise do setor de extração mineral*. 2003, 130f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

TEXIER, G. Visão Governamental Européia. In: INTERNATIONAL SEMINAR ON CONSTRUCTION AGGREGATES, 2001, Campinas. *Anais...* ANEPAC, 2001. p. 24-28.

TOMMASI, L. R. *Estudo de impacto ambiental*. São Paulo: CETESB, 1994. 354p.



**Getulio Teixeira Batista**

Prof. Dr. do Departamento de Ciências Agrárias da Universidade de Taubaté  
Estrada Municipal Dr. José Luis Cembranelli, 5000.  
Itaim - Taubaté-SP  
CEP: 12081-010  
e-mail: getulio@agro.unitau.br

**TRAMITAÇÃO**

Artigo recebido em: 11/08/2005

Aceito para publicação em: 2/06/2006