

Avaliação do processo de extração de areia em cavas no trecho de Jacareí a Pindamonhangaba, São Paulo

José Carlos da Silva Lobato¹
Rafaela Maia Ribeiro¹
Rita de Cassya Almeida Sousa¹

¹ Universidade do Vale do Paraíba - UniVap
Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo - FEAU
rcassya@univap.br
rafaela.maia.ribeiro@hotmail.com
jclobato@vivax.com.br

Abstract. This study presents an analysis in Jacareí, São José dos Campos, Taubaté, Tremembé and Pindamonhangaba cities located in the middle of Paraíba Valley to evaluate their activities on land-based sand extraction. The region studied is traditional on sand extraction and also feeds other important cities as São Paulo. In this context, an analysis was performed about laws, history of the activity and its environmental impacts and other information. Also, the importance of this mineral on the economy in this region has been mentioned. Such information associated to the theme maps from digital LandSat satellite images in 1986, 1996 e 2006, shows the growing land-based sand extraction in the region.

Palavras-chave: remote sensing, sand extractiton, Vale do Paraíba. Sensoriamento remoto, extração de areia, Vale do Paraíba.

1. Introdução

No atual estágio de desenvolvimento das sociedades humanas, tem sido cada vez mais freqüente a preocupação com a redução dos recursos naturais, sendo imprescindível a organização de programas que planejem um crescimento econômico equilibrado com a conservação e manejo do meio ambiente. A amplitude das modificações resultantes da ação antrópica no meio natural agrava-se com a exploração irresponsável dos recursos naturais decorrentes do modelo econômico em vigor. A preocupação diante dos impactos resultantes das inter-relações sociedade e meio ambiente está aumentando em todo o planeta, assim os princípios de desenvolvimento sustentável promoveram um avanço significativo nos últimos anos no que se refere às questões ambientais, planejamento e desenvolvimento.

Diante disto pode-se compreender porque o processo da problemática ambiental não pode ser analisado de forma isolada a questões econômicas, políticas ou sociais, pois encontram-se todas intimamente relacionadas. Tornando necessária a realização de um estudo do perfil ambiental e suas atividades na avaliação do quadro geral de uma região.

O objeto em estudo deste trabalho é a evolução do processo de extração de areia por cavas na região compreendida entre os municípios de Jacareí, São José dos Campos, Caçapava, Taubaté, Tremembé e Pindamonhangaba, localizados no Médio Vale do Paraíba.

A região do Médio Vale do Paraíba é representante de uma acentuada problemática ambiental proporcionada pelas atividades mineradoras de extração de areia. Situado entre as Serras da Mantiqueira e do Mar, o Vale do Paraíba é uma espécie de canaleta natural que liga a capital paulista à capital fluminense. Essa canaleta desempenha diversas funções em diferentes aspectos. Por exemplo, economicamente, o Vale possibilita o maior volume de transportes de produtos e matérias-primas do Brasil. É o eixo Rio-São Paulo delineado pela Rodovia Presidente Dutra. Nos últimos anos, cada vez mais a região vem afirmando a sua importância na economia do Estado e do Brasil, em função das atividades agropecuárias e, principalmente, industriais.

Na referida área encontram-se problemáticas relacionadas a modificação da paisagem natural, presença de cavas abandonadas pela extração de areia, além de impactos relacionados

ao tráfego de veículos de transporte e funcionamento de maquinários no local, responsáveis pela poluição sonora e visual e etc.

Tais condições de degradação de que toda a atividade mineradora é causadora, tanto pelos impactos físicos, como sociais, salienta a importância de seu monitoramento pelos órgãos de planos de recuperação ambiental e órgãos da própria sociedade civil, bem como pela comunidade científica.

As atividades mineradoras representam sérios riscos ambientais, caso medidas mitigadoras não sejam adotadas. Os próprios minerais, por não serem renováveis, são passíveis de se esgotarem dentro de alguns anos. A extração de areia na região interfere direta e indiretamente sobre as características ambientais da área, como a remoção da cobertura vegetal, escoamento superficial, solos e a própria ocupação humana.

Segundo Novo (1999), a utilização de geotecnologias permite maior rapidez e precisão no levantamento de informações sobre o objeto em estudo. É extremamente importante, pois com o uso destas técnicas pode-se mapear e caracterizar as áreas em questão, fornecendo informações que serão de grande utilidade para a organização espacial, auxiliando no processo de planejamento e de tomada de decisões.

2. Metodologia de Trabalho

Diante do exposto mostra-se de fundamental importância um acompanhamento das atividades de extração de areia através de técnicas de sensoriamento remoto, geoprocessamento e SIG's (Sistemas de Informações Geográficas), uma vez que estes podem fornecer respostas mais rápidas e confiáveis, possibilitando oferecer à administração municipal e aos órgãos de controle ambiental e de extração mineral informações que resultam em ganho de tempo, maior precisão dos limites das jazidas e visão global da paisagem e da extração mineral.

Joly (2005) define sensoriamento remoto como o conjunto das técnicas de observações e de registros à distância das características da superfície terrestre. Para Burrough (1994), os SIG's são uma forma poderosa de conjunto de ferramentas que servem para computar, armazenar, recuperar, transformar e apresentar dados espaciais do mundo real em forma transcrita.

Os produtos cartográficos gerados através de SIG's ou mapas temáticos elaborados são primordiais para uma análise e planejamento do espaço geográfico, pois através destes, é possível conhecer os padrões da terra e os possíveis problemas existentes devido ao seu uso inadequado (SPIRONELLO, 2001).

Assim, neste trabalho optou-se por utilizar o SIG SPRING (Sistema e Processamento de Informações Geo-referenciadas) versão 4.3, desenvolvido pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) para realizar a manipulação e o processamento dos dados digitais e gerar os mapas temáticos contendo a situação das cavas de areia da área de estudo para cada ano escolhido.

As etapas do método utilizado para geração dos mapas temáticos podem ser vistas na Figura 1.

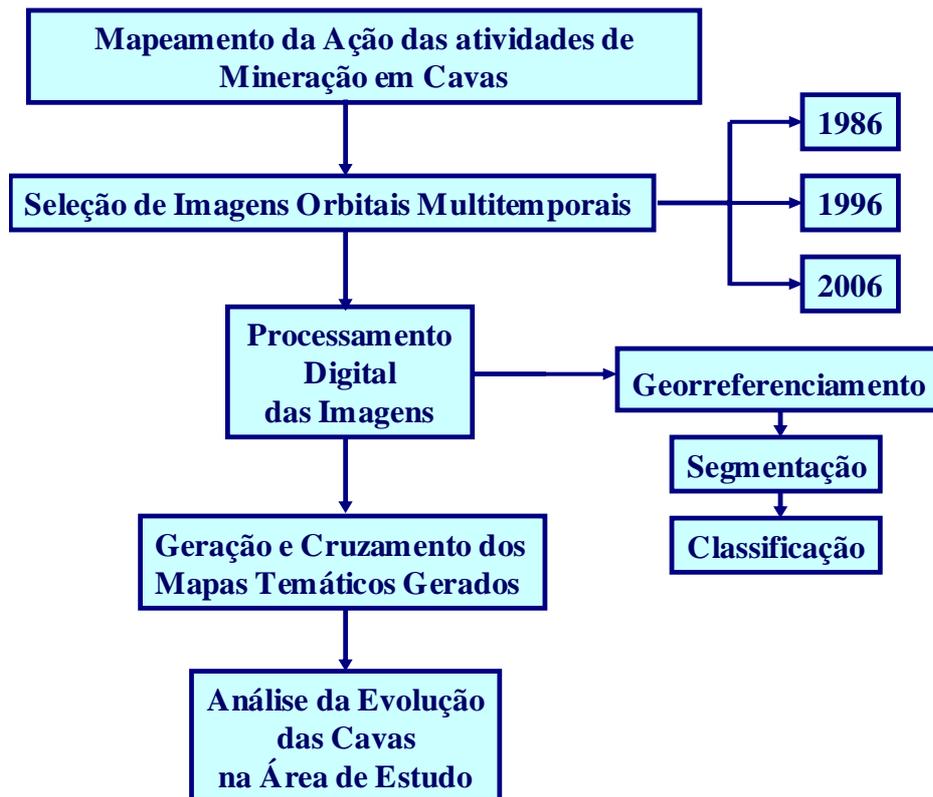


Figura 1 – Fluxograma das Etapas de Geração dos Mapas Temáticos

Na etapa de Mapeamento da Ação das atividades de Mineração em Cavas de Areia foram utilizadas imagens orbitais do satélite LandSat, em três datas, 1986, 1996 e 2006, visando um acompanhamento visual temporal da ação da atividade de mineração e a criação de um banco de dados.

Foram selecionadas imagens orbitais do satélite LandSat, para o anos de 1986 - 218/076 de 14/07/1986 e 219/76 de 19/06/1986, para o ano de 1996 218/76 de 25/07/1996 e 219/76 de 25/06/1996 e para o ano de 2006 218/76 de 21/7/2006 e 219/76 23/06/2006

A etapa de Processamento Digital das Imagens pode ser definida como a manipulação das imagens no computador, de modo que a entrada do processo é uma imagem e a saída constitui-se numa classificação ou descrição da mesma (INPE, 2006).

A etapa de pré-processamento consistiu no georreferenciamento das imagens utilizadas no mapeamento. O georreferenciamento de uma imagem compreende uma transformação geométrica que relaciona coordenadas da imagem (linha, coluna) com coordenadas de um sistema de referência (INPE, 2006).

O sistema de referência utilizado no processo de georreferenciamento foi o mosaico da NASA. Disponível no site <https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid>.

A seguir, utilizou-se o processo de segmentação da imagem por crescimento de regiões, onde divide-se a imagem em regiões que devem corresponder às áreas de interesse da aplicação. Entende-se por regiões, um conjunto de "pixels" contíguos, que se espalham bidirecionalmente e que apresentam uniformidade.

Finalizando a etapa de processamento digital, executou-se a classificação das imagens por regiões. As classes mapeadas foram: Área Urbana, Drenagem e Cavas.

Na etapa de geração e cruzamento dos dados foram elaborados os mapas temáticos. Em seguida, realizado seu cruzamento para identificar a área das classes mapeadas para cada ano. A classe Cava, foco principal do trabalho, teve sua área quantificada (nos três períodos de estudo) o que permitiu identificar a evolução da atividade.

2.1. Localização da área de estudo

Os problemas ambientais constituem hoje uma das maiores preocupações do âmbito científico global. A extração de areia é uma das atividades antrópicas de exploração de recursos naturais mais impactantes ao meio ambiente e por isso mostra-se de grande relevância o acompanhamento de sua área de exploração.

No Vale do Paraíba, Estado de São Paulo, uma das regiões mais desenvolvidas, e, portanto onde os recursos naturais tendem a ser mais explorados, estes impactos ambientais são claramente percebidos – ressaltando a necessidade de se efetuar o mapeamento e monitoramento.

A área mapeada neste estudo pode ser observada na Figura 2.

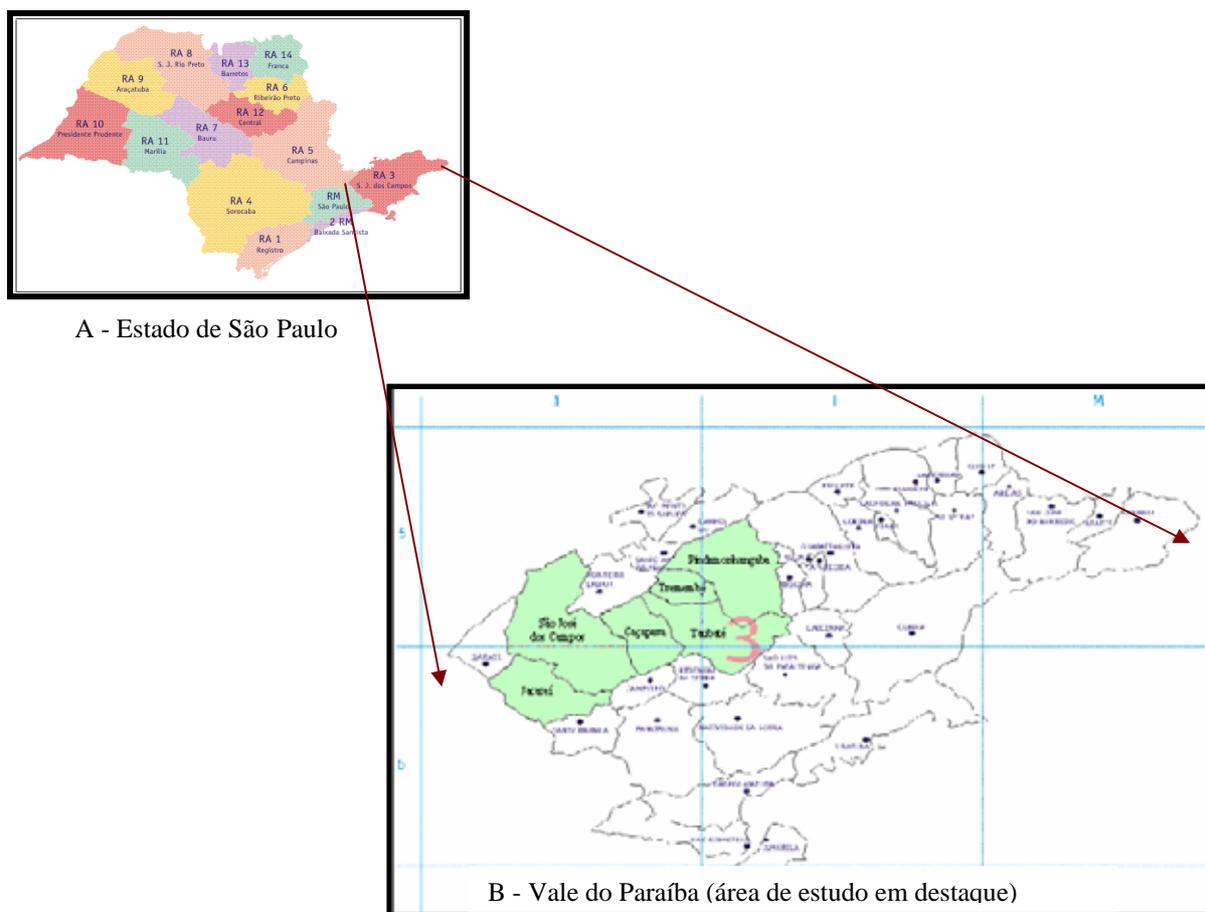


Figura 2 : Localização dos Municípios em Estudo, dentro da Região do Vale do Paraíba, no Estado de São Paulo

Fonte: “www.igc.sp.gov.br/”

A área de estudo compreende os municípios de Jacareí, São José dos Campos, Caçapava, Taubaté, Tremembé e Pindamonhangaba – locais onde se concentram as áreas com atividades de mineração em cavas – localizadas no Estado de São Paulo, um pólo industrial e tecnológico com tendências de crescimento. Este crescimento pode acarretar, se não ocorrer de maneira sustentável, no esgotamento dos recursos naturais, e, dentre eles está a areia, que se tornou matéria-prima indispensável para o desenvolvimento.

Os locais que sofrem com esta atividade mineradora geralmente se espalham nos arredores do curso de um rio. No presente caso deste estudo, estas cavas seguem o curso do rio Paraíba do Sul.

A bacia do rio Paraíba do Sul, formado pela confluência dos rios Paraitinga e Paraibuna, que têm seus cursos orientados na direção Sudoeste, ao longo dos contrafortes interiores da Serra do Mar, se estende por territórios pertencentes a três estados da Região Sudeste: São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais.

A parte paulista da bacia está localizada entre as coordenadas 22°24' e 23°39' de latitude Sul e 44°10' e 46°26' de longitude Oeste – onde os principais afluentes são os rios Jaguari e Buquira - abrangendo uma área de drenagem de 13.605 km².

3. Resultados e Discussão

Como produto foi gerado um mapa de distribuição de áreas de extração de areia por cavas para cada ano de estudo.. É importante mencionar que foi levada em consideração a situação atual da área, distinguindo as áreas que estavam paralisadas (cavas inativas – com coloração mais escura, azul escuro próximo ao tom do rio) das áreas em funcionamento (cavas ativas – coloração mais clara, azul claro), como pode ser observado nos mapas apresentados.

Isto foi possível pois as imagens de satélite diferenciam os tons das cavas que ainda apresentam material em suspensão (cavas ativas), que refletem mais a luz, das cavas nas quais o material já havia se depositado no fundo (cavas inativas).

Em seguida foram calculadas as áreas dos polígonos formados em relação às áreas das cidades correspondentes.

Nas Figuras 3, 4 e 5, acompanhadas de seus dados quantitativos, conforme ilustra a Tabela 1, é possível acompanhar a exploração de areia desde o quadro inicial do período estudado até o período de 2006.

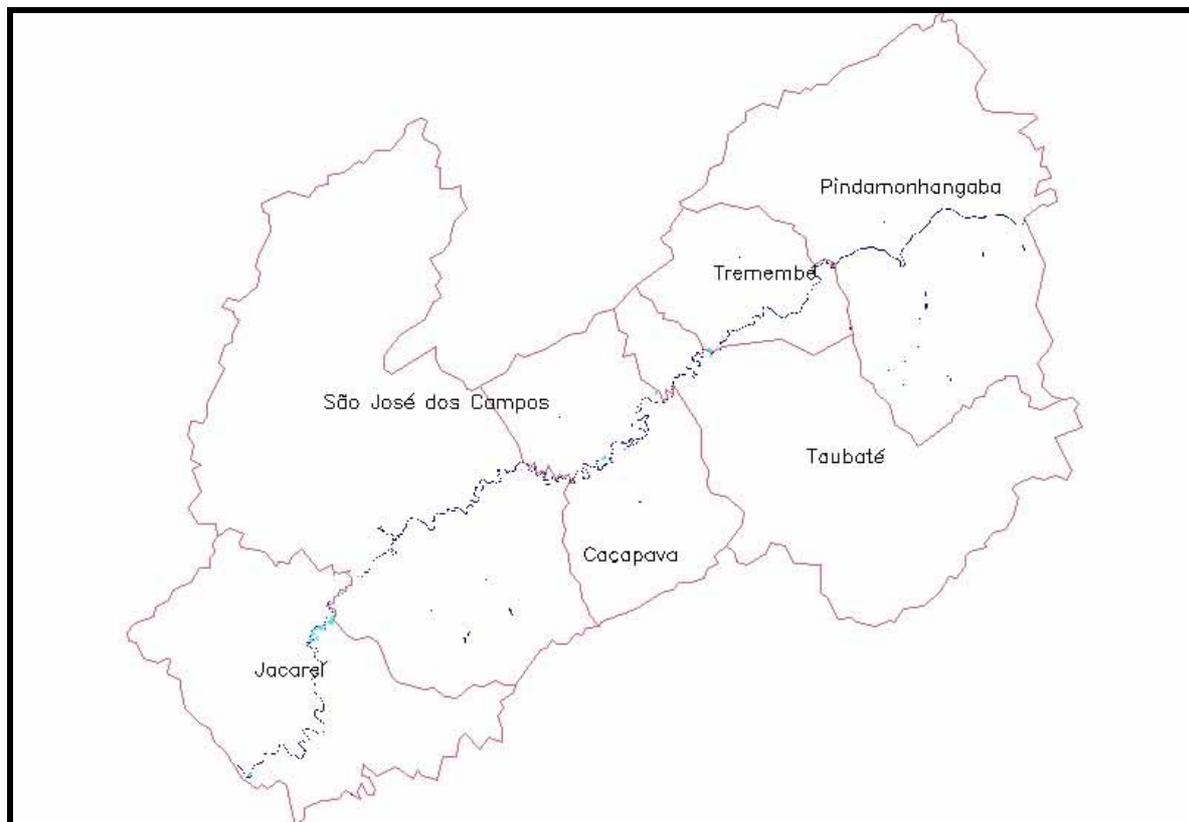


Figura 3: Processo de Exploração de Areia em Cavas na Área de Estudo – 1986.

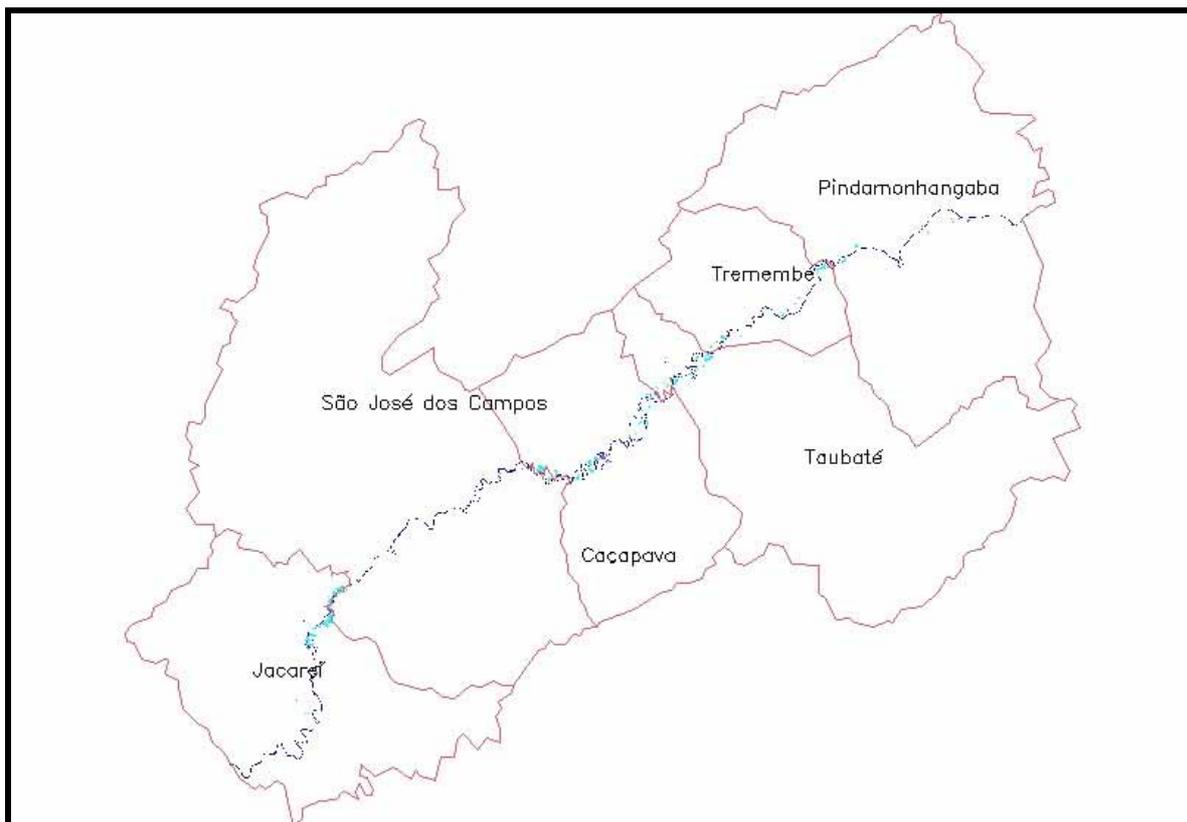


Figura 4: Processo de Exploração de Areia em Cavas na Área de estudo – 1996.

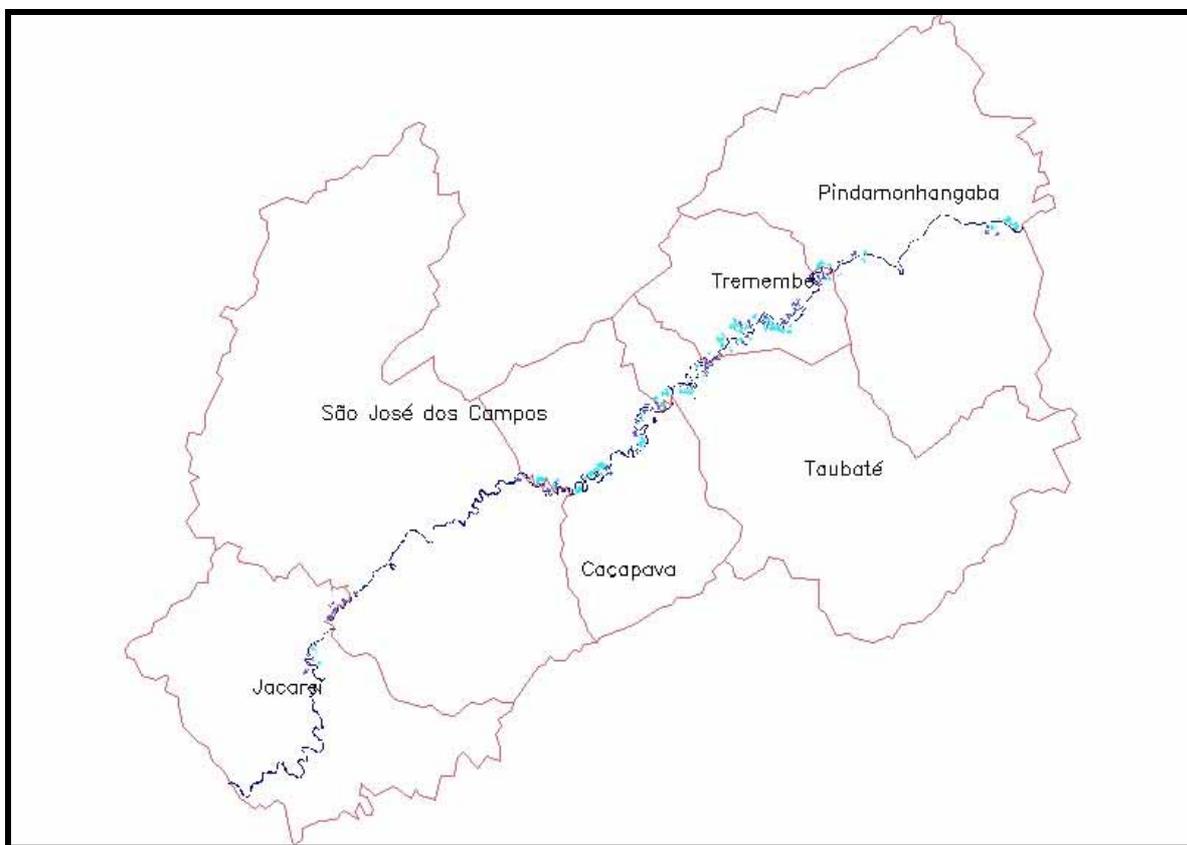


Figura 5: Processo de Exploração de Areia em Cavas na Área de Estudo – 2006.

Em 1986, das 37 cavas existentes na área de estudo com 1,78 Km², 23 ainda se encontravam em atividade, totalizando uma área de 1,48Km² de cavas ativas.

Já em 1996, das 155 cavas existentes na área de estudo, 95 ainda se encontravam em atividade e 60 já estavam inativas - o que representava 27,95% da área total de cavas existentes.

A quantidade do número de cavas em 2006 subiu para 161, onde 77 cavas ativas totalizavam 56,30% da área das cavas existentes e o restante, 84 cavas inativas ocupavam uma porcentagem de área menor, somente 43,70%.

Tabela 1 – Evolução da Atividade de Extração de Areia em Cavas, Perfil da Área de Estudo

	Ano	Cavas Totais			Cavas Ativas			Cavas Inativas		
		n°	área (Km ²)	% sobre área da cidade	n°	área (Km ²)	% sobre área das cavas totais	n°	área (Km ²)	% sobre área das cavas totais
Área Total	1986	37	1,78	0,05	23	1,48	83,15	14	0,30	16,85
	1996	155	6,44	0,19	95	4,64	72,05	60	1,80	27,95
	2006	161	13,50	0,39	77	7,60	56,30	84	5,90	43,70
Jacareí	1986	16	1,00	0,22	13	0,90	90,00	3	0,10	10,00
	1996	39	1,92	0,42	20	1,44	75,00	19	0,48	25,00
	2006	13	1,06	0,23	4	0,20	18,87	9	0,86	81,13
S. J. C.	1986	11	0,24	0,02	5	0,19	79,17	6	0,05	20,83
	1996	15	0,56	0,05	10	0,42	75,00	5	0,14	25,00
	2006	7	0,54	0,05	0	0,00	0,00	7	0,54	100,00
Caçapava	1986	7	0,33	0,09	2	0,18	54,55	5	0,15	45,45
	1996	32	1,89	0,51	22	1,29	68,25	10	0,60	31,75
	2006	30	3,14	0,85	16	1,99	63,38	14	1,15	36,62
Taubaté	1986	1	0,05	0,01	1	0,05	100,00	0	0,00	0,00
	1996	29	0,99	0,16	16	0,70	70,71	13	0,29	29,29
	2006	23	1,87	0,30	10	1,24	66,31	13	0,63	33,69
Tremembé	1986	2	0,18	0,09	2	0,18	100,00	0	0,00	0,00
	1996	31	0,82	0,43	23	0,63	76,83	8	0,19	23,17
	2006	70	5,06	2,63	33	2,74	54,15	37	2,32	45,85
Pindamonhangaba	1986	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
	1996	9	0,33	0,05	4	0,20	60,61	5	0,13	39,39
	2006	18	1,89	0,26	14	1,45	76,72	4	0,44	23,28

Os dados acima mostram que o número de cavas da região total de estudo aumentou em 318,92% de 1986 para 1996 e em 3,87% de 1996 para 2006, resultando em um aumento de 335,14% de 1986 para 2006 - passando de 37 cavas para 161 (cavas inativas e ativas).

Entre os anos de 1986 e 2006 este aumento representou 11,72Km² de novas áreas degradadas. As cidades mais afetadas com áreas de cavas (em 2006) foram Pindamonhangaba, Caçapava e Tremembé.

O município de Jacareí, que possuía, em 1986, 16 cavas (na época era considerado o município com o maior número de cavas), sofreu um acréscimo de 23 cavas, passando para 39 cavas em 1996, e, no ano de 2006 decaiu para 13 cavas.

Já o município de Taubaté possuía 1 cava em 1986, passando para 29 em 1996 e em 2006 encontrava-se com 23 cavas.

No trecho em estudo, em 2006, as cavas já ocupavam uma área de 13,50Km².

Destaca-se que o município de Tremembé, o menor município em extensão de área estudado, apresenta a mais extensa área ocupada pelas cavas, 5,06Km², dispersas entre 70 cavas abertas.

A cidade de São José dos Campos, onde a mineração por cavas era proibida até 2006 pela Lei Orgânica de 1994, possui o menor número de cavas, totalizando 7, sendo que todas se encontram inativas.

De 1986 para 2006 houve um acréscimo de 37 para 161 no número de cavas totais. Neste intervalo de tempo a área das cavas existentes aumentou em 658,43%, passando de 1,78Km² para 13,50 Km². As cavas ativas correspondiam 83,15% da área total das cavas em 1986, representando 72,05% em 1996 e 56,30% do total da área das cavas em 2006.

4. Conclusões

Este estudo permitiu consolidar a metodologia de análise digital baseada na segmentação por crescimento de regiões e classificação das imagens visando o mapeamento de atividades de extração de areia em cavas ao longo de corpos d'água, tornando possível o mapeamento da extensão e posterior mapeamento do incremento de áreas deste tipo de atividade, aliado as séries temporais de imagens orbitais.

A extração de areia é uma das atividades antrópicas de exploração de recursos naturais mais impactantes ao meio ambiente e por isso mostra-se de grande relevância o acompanhamento de área de exploração.

Este trabalho resultou em um Projeto de Monitoramento Anual da Extração de areia em Cavas na área de Várzea do Vale do Paraíba. Porém, pretende-se substituir as imagens do sensor Thematic Mapper/LandSat pela imagens do satélites CBERS 2B. Atualmente este é o trabalho q está sendo realizado por outros alunos na Instituição.

Agradecimentos

A UniVap –FEAU pela concessão das condições de realização desta pesquisa.

Referências Bibliográficas

BURROUGH, P. A. *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*. Clarendon Press, Oxford, 1994.

Instituto Geográfico e Cartográfico (IGC). Disponível em:
<www.igc.sp.gov.br/default/MAPAO/nova_pagina_1.htm> Acesso em: 30 nov. 2006.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Disponível em:
<www.inpe.br> Acesso em: 30 nov. 2006.

JOLY, F. *A Cartografia*. Campinas, São Paulo: Papirus, 8ª ed. 2005.

NOVO, E. M. L. *Sensoriamento Remoto*. Curso de especialização em Geoprocessamento. UFRJ, IGEO, Dep. Geografia, LAGEOP, Rio de Janeiro, 1999.

SPIRONELLO, R. L. *Mapeamento do uso da terra em função das classes de declividade no município de Iporã do Oeste – SC*. 2001. Monografia (Especialização em Interpretação de Imagens Orbitais e Suborbitais) Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2001. 68 p.