

# Emprego de Mosaico de médio formato e do Geoprocessamento na definição dos limites técnicos para extração de areia do baixo rio Jacuí-RS, Brasil

Hartmann C.<sup>1</sup>; Bulla, L.A.S.<sup>1</sup> & Fellini B.D.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Laboratório de Oceanografia Geológica, Instituto de Oceanografia, FURG (dgecaco@furg.br);

<sup>2</sup> SOMAR Ltda – Porto Alegre – RS.



## RESUMO

As modificações antrópicas causadas aos atributos biofísicos dos sistemas aquáticos podem ser diretas ou indiretas. Embora muitas das modificações diretas sejam planejadas, as modificações indiretas são impensadas. Modificações diretas no leito ou margens tem normalmente tomado à forma de atividades de aproveitamento de seus recursos, como por exemplo, suprimento de água, geração de energia, extração de areia e cascalho, ou ainda projetos de trabalhos de engenharia estrutural, como a construção de muros de contenção, para amenizar os efeitos de inundações. Impactos humanos indiretos referem-se aos ajustamentos realizados como respostas secundárias às mudanças do entorno do canal que venham a modificar a vazão e/ou carga de sedimentos do corpo de água. Todas as atividades que envolvem o meio ambiente, na atualidade, devem ser gerenciadas de alguma forma. Estas atividades necessariamente envolvem a aquisição de dados disponibilizados de diferentes formas, sendo a mais adequada, as que se utilizam dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Na área foco, a extração da areia é feita, seguindo os padrões ambientais da Fundação Estadual de Pesquisa e Meio Ambiente, órgão responsável pelo licenciamento deste tipo de atividade no RS. Uma das maiores preocupações da empresa e do órgão licenciador, está na possibilidade deste tipo de atividade impactar o meio e principalmente causar danos às margens. De acordo com a legislação, a mineração não deve ocorrer fora dos limites estabelecidos. O levantamento aéreo permitiu a elaboração do mosaico, utilizado para a aquisição destes limites, sendo calculadas as distâncias máximas de retirada de areia. Para isto foram empregadas técnicas de geoprocessamento, utilizando funções de análise *Buffer* e *Intersect*.

## ABSTRACT

Human modifications of the biophysical attributes of aquatic systems can be direct or indirect. Although many direct modifications are planned, indirect modifications are performed without thought. Direct modifications of the riverbed or margins are usually in the form of resource utilization, such as water supply, energy generation, sand and gravel extraction, or structural engineering projects, such as construction of containment walls for decreasing the effect of floods. Indirect human impacts refer to adjustments made as secondary responses to changes around the canal, which may modify flow and/or sediment cargo of the water body. All activities that involve the environment must today be somehow managed. These activities necessarily involve acquisition of data available in different manners, with the most adequate being the ones that use a Geographic Information System (GIS). At the focus area, sand extraction is performed according to the environmental standards of the Fundação Estadual de Pesquisa e Meio Ambiente, the organ responsible for licensing this type of activity at Rio Grande do Sul state. A concern of the enterprise and the licensing organ is the possible impact that this activity causes on the environment, and mainly, the deterioration of margins. According to legislation, mining should not occur outside the established limits. The aerial survey permitted elaboration of a mosaic, utilized for the acquisition of these limits, with calculation of the maximum distances for sand removal. For such, geoprocessing techniques were used, utilizing *Buffer* and *Intersect* analysis functions.

## INTRODUÇÃO

Mudanças fazem parte da dinâmica do ecossistema no contexto integral e natural de sua paisagem. Entretanto, a forte presença humana tem sido a forma dominante das perturbações geomorfológicas e biológicas dos sistemas aquáticos. A interferência antrópica tem modificado a natureza e a taxa de ajustamento dos sistemas aquáticos, alterando a distribuição espacial e temporal das formas e processos dos mesmos. Esta exerce maior influência do que os ajustamentos causados pelas mudanças climáticas, embora eventos naturais extremos continuem em ser uma causa significativa destas mudanças.

As modificações antrópicas causadas aos atributos biofísicos dos sistemas aquáticos podem ser diretas ou indiretas. Embora muitas das mudanças diretas sejam planejadas, as modificações indiretas são impensadas. Modificações diretas no leito ou margens tem normalmente tomado a forma de atividades de aproveitamento de seus recursos, como por exemplo, suprimento de água, geração de energia, extração de areia e cascalho, ou ainda projetos de trabalhos de engenharia estrutural, como a construção de muros de contenção, para amenizar os efeitos de inundações. A derrubada da vegetação ribeirinha e a retirada de madeira, tem geralmente acompanhado estas atividades.

Impactos humanos indiretos referem-se aos ajustamentos realizados como respostas secundárias às mudanças do entorno do canal que venham a modificar a vazão e/ou carga de sedimentos do corpo de água. Estes impactos, dizem respeito principalmente às mudanças na cobertura do solo que, conseqüentemente venham a modificar a natureza, o balanço e a interação do fluxo de água e/ou sedimentos. De uma forma geral, o impacto de mudanças indiretas em termos de represamento, antecede aqueles associados com as modificações humanas diretas nos cursos de rios. Embora estes impactos possam parecer menos dramáticos do que as reações causadas por perturbações diretas, seus efeitos são onipresentes e de longo alcance, sendo percebidos com considerável atraso.

Dentre as formas de perturbações antrópicas, por exemplo, em cursos de rios e canais, podemos citar: - a regulação hidrodinâmica do rio, causada pela retenção de água por represas e

sistemas de desvio das águas para irrigação na agricultura e abastecimento de centros urbanos; - modificações no canal, causada pela canalização do rio, incluindo trabalhos de controle de enchentes, estruturas de estabilização de fundo e margens, e realinhamento do canal; - extração de areia e cascalho para construção civil e programas de dragagens para manutenção de canais de navegação; - mudanças no uso da terra, através de desmatamento, reflorestamento e alterações nas práticas de agricultura como, por exemplo, a conversão de áreas de pastagem em áreas aráveis, com seus sistemas de drenagem e irrigação associados; - dragagens de manutenção dos canais de navegação em regiões portuárias, etc.

A vegetação existente ao longo dos rios, ou mata ciliar, tem muita importância por que funciona como um obstáculo natural ao escoamento das águas que ficam retidas e são absorvidas, em grande parte, pela mata, evitando que uma quantidade grande de partículas sólidas transportadas seja depositada no seu leito. Além de evitar o assoreamento do leito, a mata ciliar consiste num ecossistema peculiar que abriga diversidade na flora e fauna de vital importância para o equilíbrio de toda uma região.

No Rio Grande do Sul, várias são as áreas onde atividades acima relacionadas se desenvolvem. Uma destas áreas é no rio Jacuí, principal rio de uma extensa bacia de drenagem do RS e que tem implicações com a Laguna dos Patos, estuário e Oceano adjacente através do transporte de sedimentos em suspensão além de outras implicações.

Todas as atividades que envolvem o meio ambiente, na atualidade, devem ser gerenciadas de alguma forma. Estas atividades necessariamente envolvem a aquisição de dados disponibilizados de diferentes formas, sendo a mais adequada, as que se utilizam dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG).

A aplicação do SIG somente foi possível a partir do uso da informática, onde os dados são processados por técnicas de armazenamento e controle, permitindo uma análise integrada. Estes representam no momento, o modo mais adequado para o tratamento de qualquer tipo de informação.

A função do SIG consiste em integrar as informações espaciais obtidas por diferentes fontes como as disponíveis por sensoriamento remoto, permitindo criar um modelo do mundo

real ao integrar dados de natureza diversa, voltada para uma aplicação particular. O SIG é a principal ferramenta computacional utilizada em Geoprocessamento.

As técnicas de análise espacial introduzidas com o geoprocessamento facilitam a tarefa de integração e espacialização dos dados, especialmente quando tem diferentes origens, tipos e formatos, permitindo a integração de um grande número de variáveis e a espacialização dos resultados. Além de reduzir a subjetividade nos procedimentos de análise passa-se a contar com a visualização dos dados e os resultados na forma de mapas.

A possibilidade de combinar informação cartográfica e tabular, bem como embutir conhecimento específico e/ou subjetivo em uma análise, torna um sistema de geoprocessamento uma ferramenta especialmente útil para fins de planejamento. O planejamento é a aplicação racional do conhecimento do homem ao processo de tomada de decisões para conseguir uma ótima utilização dos recursos, a fim de obter o máximo de benefícios para a coletividade.

A característica fundamental de um sistema de geoprocessamento é sua faculdade de armazenar, recuperar e analisar mapas num ambiente computacional, onde a noção de mapa é estendida para incluir diferentes tipos de dados geográficos, como imagens de satélite e Modelos Numéricos de Terreno (MNTs).

Os SIGs, portanto, são sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos. Recuperam informações não apenas com base em suas características alfanuméricas, mas também através de sua localização espacial, oferecendo à administradores, pesquisadores, e todos aqueles que gerenciam informação, uma visão inédita de seu ambiente de trabalho em que todas as informações disponíveis sobre um determinado assunto estão ao seu alcance, inter-relacionadas com base no que lhes é fundamentalmente comum – a localização geográfica.

Portanto, num SIG a geometria e os atributos dos dados devem estar georreferenciados, isto é, localizados na superfície terrestre e representados numa projeção cartográfica. Desta forma um SIG deve possibilitar: Integrar, numa única base de dados, as informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados de censo e de cadastro urbano e rural, imagens de

satélites, redes e MNTs; Combinar as várias informações através de algoritmos de manipulação, para gerar mapeamentos derivados e permitir consultar, recuperar, visualizar e desenhar o conteúdo da base de dados geocodificados.

### **Geoprocessamento e a espacialização dos dados**

Os SIG's são constituídos por uma série de processos de análise para focalizar o relacionamento de determinado fenômeno da realidade com sua localização espacial. Utilizam uma base de dados computadorizada que contém informação espacial, sobre a qual atuam uma série de operadores espaciais; baseia-se numa tecnologia de armazenamento, análise e tratamento de dados espaciais, não-espaciais e temporais e na geração de informações correlatas (Teixeira, 1992).

O Geoprocessamento é a tecnologia que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica, influenciando todas as áreas do conhecimento que utilizam e/ou gerenciam informações que possuem características posicionais e temporais, como recursos naturais, transporte, comunicação, energia e gestão.

Assim, o SIG é a principal ferramenta computacional para o Geoprocessamento, que nos permite definir as informações, as características e/ou atributos que variam em função de sua posição (espacial) e tempo (temporais). Esta ferramenta nos permite estudar a variabilidade dos atributos através da realização de análises complexas, ao integrar dados espaciais de diversas fontes como dados cartográficos (cartas, imagens, plantas) e dados de bancos de dados georreferenciados, que, através de fórmulas e/ou algoritmos, pesquisa os relacionamentos entre estas entidades gráficas e o banco de dados (informações pontuais), e da geoestatística.

Na área foco a extração da areia segue os padrões ambientais da Fundação Estadual de Pesquisa e Meio Ambiente (FEPAM), órgão responsável pelo licenciamento deste tipo de atividade no RS. Uma das maiores preocupações da empresa e do órgão licenciador, está na possibilidade deste tipo de atividade impactar o meio e principalmente causar danos às margens.

De acordo com a legislação, a mineração não deve ocorrer fora dos limites estabelecidos.

### Uso de imagens de pequeno e médio formato

Uma das técnicas mais empregadas na aquisição de dados são as imagens geradas a nível orbital e de aeronave. Em muitas situações o emprego das imagens definidas como de pequeno e médio formato são as mais adequadas, devido ao baixo custo e facilidade na aquisição.

Inúmeros trabalhos com as mais variadas finalidades utilizaram este tipo de informação dentre outros citamos Disperati *et al.* (2000) no mapeamento da vegetação comparando o modo visível e infravermelho; Hartmann & Svaldi (2002) na localização de redes de pesca; Hartmann *et al.* (2005) no estudo da erosão de pontal no canal do Rio Grande; Cunha *et al.* (2006), mostraram a utilização do uso destas imagens na região portuária e costeira de Rio Grande.

Na área foco, foi feito recobrimento aéreo médio formato utilizando uma câmera *Asselblad*, para a captura de aerofotos atuais da área para a definição de aspectos relacionados com a delimitação das margens em função dos problemas ambientais existentes com relação a erosão, que em muitos trechos do rio são evidentes. Estes podem ser como resultado da retirada de areia do fundo do rio, do mau uso do solo, entretanto e mais provável quando dos altos fluxos em períodos de enchente e em períodos de vento forte de SO ou SE.

O levantamento aéreo permitiu a elaboração do mosaico, utilizado para a aquisição destes limites, sendo calculadas as distâncias máximas de retirada de areia. Para isto foram empregadas técnicas de geoprocessamento.

Este trabalho tem por objetivo o uso de mosaico construído com imagens de médio formato e do geoprocessamento, utilizando funções de análise Buffer para a delimitação dos limites técnicos, definidos em Lei e exigidos pela FEPAM para a exploração de areia utilizada na construção civil de uma área do baixo rio Jacuí, tendo como parâmetro as leis Federais e Estaduais que regem atividades nos cursos d'água.

### Localização da área

A área de estudo localiza-se na região do baixo rio Jacuí, proximidades da cidade de Charqueadas, 23 km a jusante da barragem Eclusa Santo Amaro e da confluência do rio Taquari 5,4 km. O limite a montante está representado na linha marcada entre os pontos na margem esquerda (ME) de coordenada 435.852mE; 6.687.723mN e na margem direita (MD) em 435.945mE; 6.687.035mN e o limite para jusante na linha entre o ponto da ME na coordenada 455.779mE; 6.686.840mN e MD em 454.926mE; 6.686.687mN, (Fig. 1).

### Aspectos gerais da área

#### Geologia e Hidrografia

A Bacia Hidrográfica do Baixo Jacuí situa-se na porção centro-leste do Estado do Rio Grande do Sul, abrangendo as províncias geomorfológicas do Planalto Meridional, Depressão Central e Escudo Sul-Rio-Grandense. Possui área de 17.345 km<sup>2</sup>, abrangendo sete municípios, tendo como principais cursos de água os arroios Irapuã, Capané, Botucacaí, Capivari, do Conde, dos Ratos, dos Cachorros, Ibacurú além dos rios Taquari e Jacuí. (Fig. 2).

O rio Jacuí tem um trecho navegável de 352 km, de Porto Alegre até a montante do município de Cachoeira do Sul, apresentando três cursos naturais: curso superior, médio e inferior. Seu curso inferior tem a direção geral Oeste-Leste, até encontrar à leste, sua foz no rio Guaíba.

O rio Jacuí desenvolve-se em vales profundos e estreitos. A vegetação existente encontra-se bastante alterada e degradada em relação à sua condição original e distribui-se de forma rarefeita e esparsa nas encostas do rio e das montanhas. No fundo dos vales ocorrem planícies aluviais que, no entorno do Rio Jacuí são ocupadas por cultura de arroz, quando a propriedade é de média a grande extensão (acima de 50 ha), ou por cultura de fumo e de subsistência quando a propriedade é pequena.

Na área do rio Jacuí que compreende a cidade de Charqueadas predomina a pequena propriedade, imprensada entre o rio e as encostas do vale. As técnicas agrícolas utilizadas

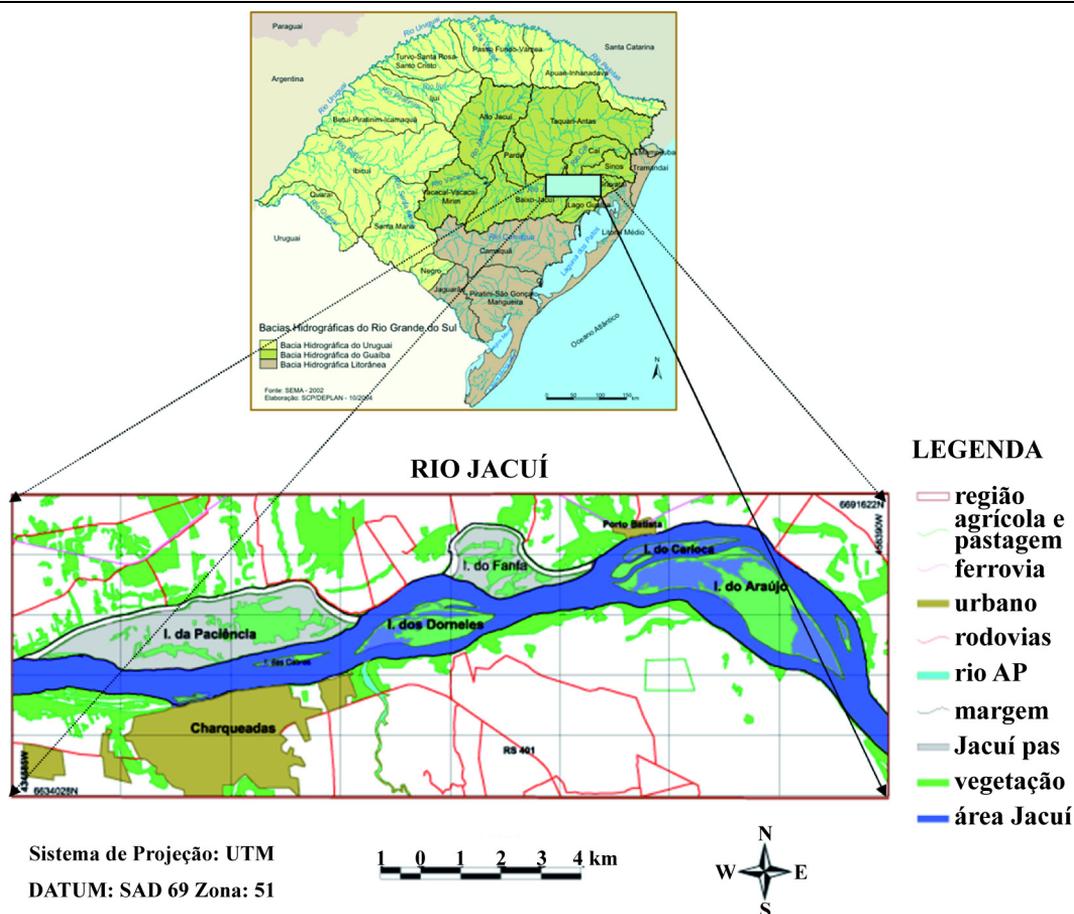


Figura 1. Localização da área de estudo.

são muito precárias, sendo comuns agressões ao meio ambiente como queimadas indiscriminadas e corte de vegetação em áreas de preservação.

A extração de areia do rio é feita por inúmeras empresas rio acima que utilizam dragas de sucção e recalque, de rosário (conchas) desde o município de Charqueadas, distando 50 km de Porto Alegre, seu principal centro consumidor.

### Batimetria da área

A área em estudo tem grande trânsito de embarcações que transportam grãos, carvão e areia esta última retirada do leito do rio. O canal de navegação principal localizado no talvegue tem uma profundidade máxima de 6 m. Fora do canal devido a retirada de areia o leito tem sido

aprofundado numa cota que não deve ultrapassar os 6 m, tendo como base o Datum definido no marégrafo de Torres/RS. A retirada da areia, pelas dragas formam uma série de buracos normalmente alongados, irregulares, modificando a topografia do fundo formando estruturas que modificam o fluxo com o aumento da turbulência e ao mesmo tempo, permitem o aprisionamento do material arenoso transportado pelo fundo durante períodos de alta energia, como verificado em imagens de Sonar.

### MATERIAL E MÉTODO

As informações para a execução deste trabalho foram obtidas de mosaico construído com base em aerofotos de médio formato capturadas no dia 06 Janeiro de 2009, com nível



Figura 2. Bacias hidrográficas contribuintes do trecho Amarópolis Jusante, com destaque para a Ilha das Cabras (modificado de Roos da Silva & Antoniazzi de Moraes, 2008).

da água 0,60 m, utilizando uma Câmera marca *Hasselblad* (fabricação Sueca) modelo 553 – ELX, motorizada, bateria do motor com capacidade de 5000 disparos, filme 120 e 220 para 12 e 24 poses, tamanho 5,5 x 5,5 cm (frame). Objetiva grande angular, distagon f4, distancia focal 53 mm, da Carl Zeiss.

Foi utilizada uma aeronave monomotor Cessna modelo Cardinal, velocidade de cruzeiro 220 km/h, autonomia de 5 h de vôo, teto de serviço 10.000 ft, orificio no corpo do avião para colocação da câmera e as fotos foram obtidas numa altitude de vôo de 7.100 ft (2.164 m). A escala media do aerolevantamento foi de 1:40.000 e a navegação feita por GPS. O recobrimento fotográfico longitudinal de 60% e lateral 20%. A velocidade do obturador de 1:500/s, diafragma 8 e foco no infinito. O tempo de disparo da câmera entre fotos de 16 segundos.

O recobrimento total da área foi feito utilizando três (3) faixas com aproximadamente 22 km cada uma. O recobrimento no terreno por foto é de aproximadamente 2.200 m por 2.200 m, o sentido das linhas de vôo leste-oeste e vice-versa e a dimensão do *pixel* após escaneadas de 1 x 1 metro ou superior. Em cada linha de vôo foram capturadas 22 aerofotos num total de 66 aerofotos.

As aerofotos foram tratadas em programa adequado e o mosaico final foi georreferenciado no programa livre de geoprocessamento *gvSIG* 1.1 (Generalità Valenciana, 2007) utilizando

pontos de controle obtidos no programa *Google Earth*. (Fig. 3).

Após georreferenciar o mosaico, a linha de costa dos municípios de Triunfo (margem esquerda) e Charqueadas (margem direita) foi digitalizada bem como os contornos das ilhas que na área são em numero de oito nesta ordem desde montante: 1. I. da Paciência; 2. I. Dna Antonia; 3. I. das Cabras; 4. I. dos Dorneles; 5. I. do Fanfa; 6. I. do Carioca; 7. I. do Araújo e 8. I. do Amarelo. (Fig. 3).

A partir daí foi feita uma consulta ao programa sobre o limite de dragagem das margens e para tal foi utilizada uma rotina denominada *Buffer*. O geoprocesso *Buffer* conhecido como área de influencia, cria uma nova camada vetorial de polígonos gerados como zonas de influencia em torno das geometrias dos elementos vetoriais de uma camada de entrada. As geometrias das camadas de entrada podem ser tanto de pontos, como de linhas ou polígonos.

Para cada geometria de entrada, pode-se gerar um ou vários anéis concêntricos equidistantes (*Buffer*). Quando o tipo de entrada é poligonal, a área de influencia/*Buffer* pode ser exterior, interior ou ambos, ao polígono original. Este geoprocessamento pode ser de grande utilidade para a realização de análises de distancias em relação a um objeto/elemento espacial. Por exemplo: qual o limite de dragagem da margem numa distancia de 50 m? Neste caso o programa desenha ao redor das ilhas e ao longo das

margens de Triunfo e Charqueadas a área *Buffer* do limite pré-estabelecido de 50 m.

Outro geoprocesso denominado de *Intersect* opera sobre duas camadas de sobreposição, cujas geometrias obrigatoriamente deverão ser do tipo polígono. Para cada geometria da camada de entrada é calculada a interseção com as diferentes geometrias da camada de sobreposição originando um novo elemento para cada interseção. Este elemento pega todos os atributos alfanuméricos das geometrias que o originaram (de entrada e sobreposição). Só este motivo, permite modelar zonas do espaço dos dois polígonos que os tenham originado. Este

geoprocesso é conhecido como operador “*AND espacial*”.

Outro geoprocesso denominado *OVERLAY* ou diferença trabalha com duas camadas: a camada de entrada e a camada de sobreposição. É conhecido como “*Not espacial*”, e permite obter as zonas de uma camada que não estão presentes na outra camada. Este geoprocesso pode ser utilizado em inúmeras situações. No caso da área em estudo este geoprocesso pode ser utilizado para excluir as áreas onde as dragas não podem atuar, as quais estão associadas com a liberação da FEPAM. Entretanto tal procedimento não foi utilizado neste trabalho.

## BAIXO RIO JACUÍ

### Mosaico de aerofotos

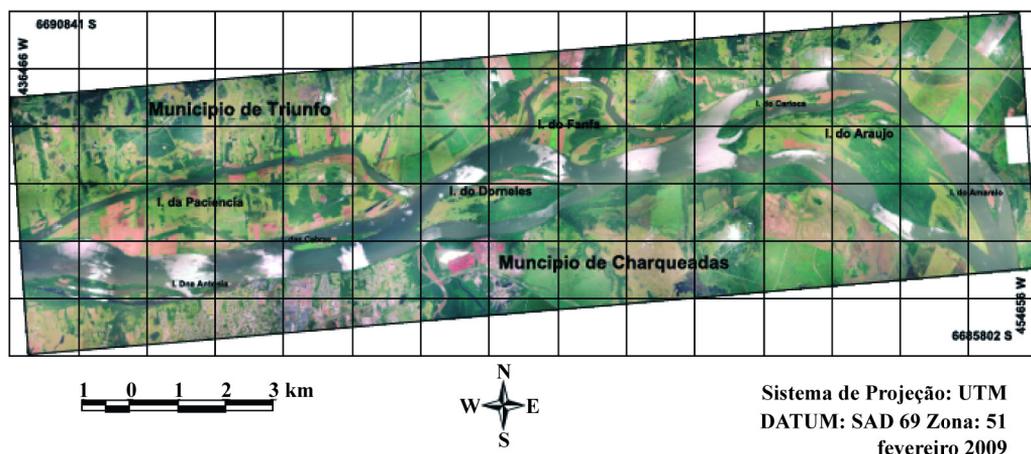


Figura 3. Mosaico georreferenciado obtido com as aerofotos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na área foco e em outras regiões do rio podem ser mineradas segundo a FEPAM, até uma profundidade de -6,0 m considerando o Datum de Torres no RS e a uma distancia mínima de 50 m da margem. Na ilha das Cabras o limite estabelecido é de 120 m em função da erosão do pontal a montante da ilha onde estão localizadas três torres de transmissão de energia da CEEE.

O controle desta distancia (50 m) é prioritária para as empresas que retiram areia do leito. Inúmeras são as dragas que operam diariamente na área trabalhando até às 13:00 hrs de sábado, parando a tarde e totalmente no

domingo. Os equipamentos de extração podem trabalhar em áreas previamente definidas e trocam de lugar constantemente, na medida em que o local esteja sem areia ou atinja a profundidade estabelecida.

O gerenciamento da área deste trabalho é um tanto complexa em função da existência de oito ilhas, porque de certa forma diminui a área que pode ser minerada considerando que 50 m distante da ilha e 50 m da margem totalizam 100 m, restringindo a retirada da areia somente na parte central do canal ou talvegue.

O *buffer* de todas as ilhas e das margens dos municípios limítrofes são mostrados no mapa da Figura 4 obtido no gvSIG 1.1, tendo como base o mosaico de aerofotos visualizado na Figura 3.

## REGIÃO DO BAIXO RIO JACUÍ - RS

### Áreas de Mineração de Areia

#### MAPA DE ZONAS BUFFER

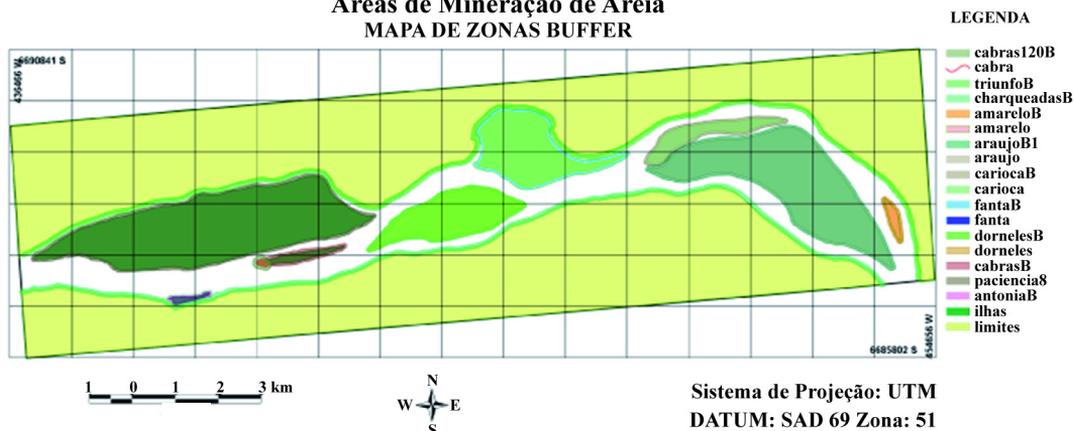


Figura 4. Zonas *buffer* de 50 m definidas ao longo das margens e de 120 m na extremidade oeste da Ilha das Cabras.

A digitalização da linha de costa tendo por base o mosaico, apesar da alta definição na escala do mosaico, é complexa em função de fatores relacionados ao: 1. o nível da água neste dia ( $h = 0,60$  m), onde, em períodos de águas altas do tipo 1,5 a 2,0 m quando a margem só pode ser definida pelo limite do barranco (falésia) e no caso de águas baixas ou normais ( $\leq 1,0$  m) o limite da linha de costa pode ser definido tendo como base a praia, esta facilmente identificada; 2. nas regiões onde existe a mata ciliar esta camufla a linha de costa pela não visualização do barranco (falésia) e muito menos da praia, independente do nível da água. A vegetação ciliar da margem pode adentrar o rio de alguns metros, principalmente quando ocorre erosão da margem com o solapamento da mesma.

As regiões onde as áreas *buffer* se encontram são onde a retirada de areia não é permitida e são facilmente definidas utilizando técnicas de geoprocesso denominada *intersect*.

Com a aplicação desta técnica, observa-se que em toda a área, em três regiões ocorre a interseção dos *buffers*. Uma das áreas localiza-se entre a I. do Carioca e a Ilha do Araújo (Fig. 5).

Na Figura 6 identificamos duas áreas onde as zonas *buffers* se encontram. Entre a I. da Paciência e o município de Triunfo e outra entre a I. Dna Antonia e o município de Charqueadas.

Outra região onde este geoprocesso ocorre entre a I. do Fanfa e o município de Triunfo

onde cinco áreas são identificadas com um círculo. As áreas brancas, localizadas no centro do talvegue é permitida a mineração de areia, (Fig. 7).

## CONCLUSÕES

O mosaico de aerofotos utilizado neste trabalho representa informações de detalhe atuais da área foco, que podem ser utilizadas para inúmeras atividades relacionadas principalmente com o uso da terra (Rezende Filho, 2000) e das margens do rio. Os "claros" registrados em algumas imagens são devido a posição do sistema e do Sol no momento da aquisição da imagem e normalmente ocorre em superfícies cobertas por água e é conhecido como "*sun spot*" ou reflectância especular.

O programa gvSIG versão 1.1.1 sistema de geoprocessamento livre disponível ao público de modo geral, foi empregado ainda de forma preliminar, porque ele permite uma série de análises, não implementadas neste trabalho. Portanto, as técnicas de geoprocessamento foram utilizadas na construção de mapas com os limites fixados de 50 m, para mostrar as áreas onde a dragagem de areia não pode ocorrer.

Com a aplicação do geoprocesso, *buffers*, rapidamente ficou evidente os limites onde à mineração não pode ocorrer e com a rotina *Intersect*, com base nos mapas *Buffers* de toda a

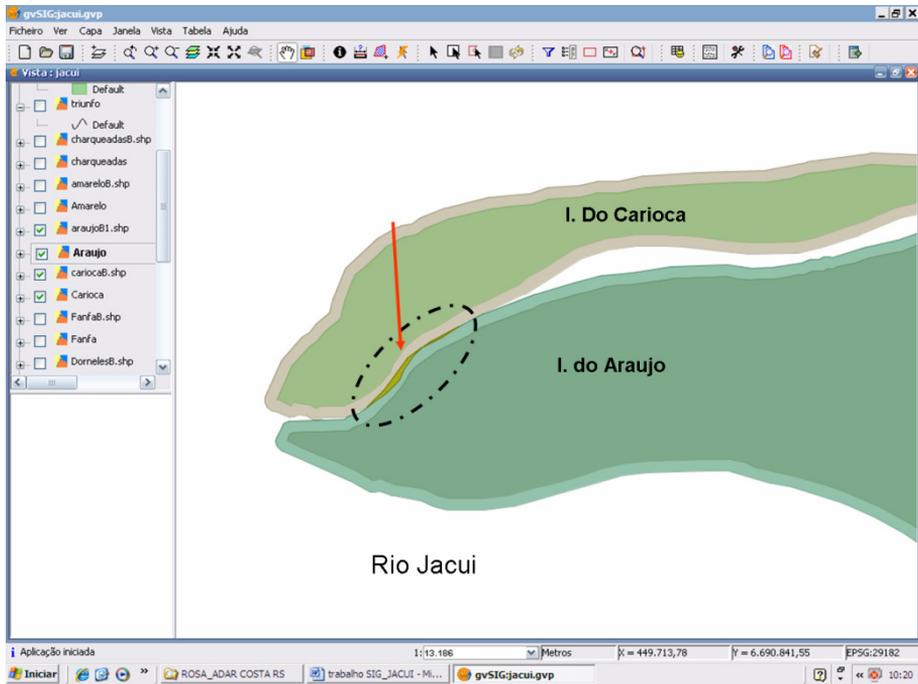


Figura 5. Resultado do geoprocesso *Intersect* utilizado nas camadas Ilha do CariocaB e Ilha do AraujoB, com a sobreposição dos limites *Buffer* não permitidos de dragagem.

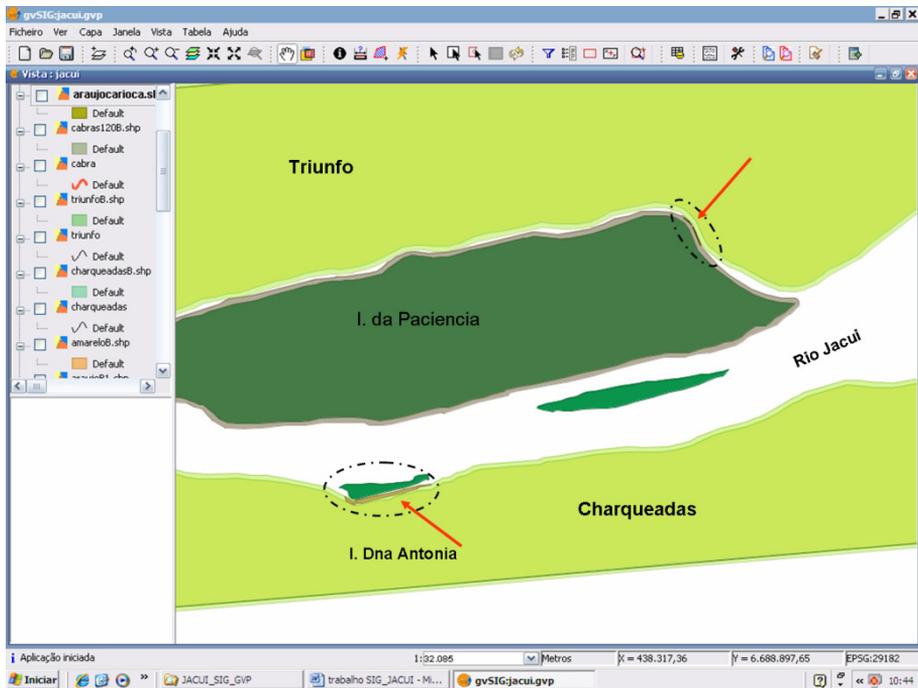


Figura 6. Resultado do geoprocesso *Intersect* utilizado nas camadas TriunfoB e Ilha da PacienciaB, e CharqueadasB com Ilha Dna Antonia, com a sobreposição dos limites *Buffer* não permitidos de dragagem.

área, foram encontrados alguns locais onde existe a interseção das áreas *buffers*, no caso indicando os locais onde a retirada de areia é proibida. Uma destas áreas fica entre a Ilha do Carioca e a Ilha do Araújo; outro local entre a Ilha da Paciência e Triunfo e a área entre a Ilha Dna Antonia e Charqueadas e outras cinco (5) áreas entre a Ilha do Fanfa e Triunfo.

A harmonia entre o interesse sócio econômico e a conservação do meio ambiente será alcançada após os governos locais, empresas e as populações adaptarem-se aos sistemas adequados de desenvolvimento sustentável. Desta forma as técnicas modernas de mapeamento, tratamento e visualização são fundamentais, onde se destacam os sistema SIG e as técnicas de geoprocessamento.

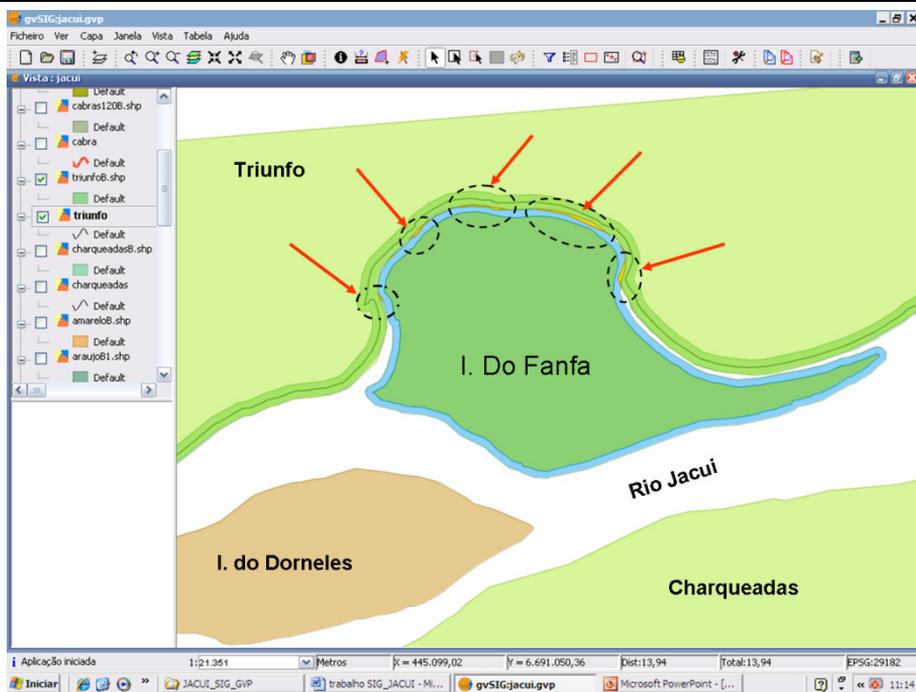


Figura 7. Geoprocesso *Intersect* utilizado nas camadas TriunfoB e Ilha do FanfaB, mostrando a sobreposição dos limites *Buffer* não permitidos de dragagem.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a SOMAR Ltda. pelo apoio logístico de campo e disponibilidade de dados e a FURG pelos equipamentos e análises de laboratório.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CUNHA, R.P. da, BULLA, L.A.S. & HARTMANN, C. 2006. **Uso de imagens de pequeno formato como instrumento na elaboração e implantação de projetos costeiros**. SINPECOA, FURG, Rio Grande, RS.
- DISPERATI, A.A.; BERNARDI, D. & KNAPP, K.A. 2000. Comparação visual entre

- fotografias aéreas digitais 35 mm colorido normal e infravermelho colorido da estação experimental do Canguiri: um estudo de caso. **CERNE**, v6, n2, p67-78.
- GENERALITAT VALENCIANA, 2007. **Manual do usuário gvSIG 1.1 versión 3**, p.419.
- HARTMANN, C; NETO, F.M. & NOGUEZ, C. 2005. Uso do sensoriamento remoto no estudo da geomorfologia costeira: exemplo do pontal do DEPREC, RG, RS. X Congresso da ABEQUA, Guarapari (ES) 9 a 16/10/2005, **Resumo expandido** No. 138 (CD), <http://www.abequa2005.geologia.ufjf.br/ing/cd/index.php>.
- HARTMANN, C. & SVALDI, A. 2002. Localização das redes de pesca de camarão,

- (saquinho) utilizando aerofotos georreferenciadas: região estuarina da Laguna dos Patos, RS, Brasil. *Atlântica*, Rio Grande, 24(1): 5-10, 2002.
- REZENDE FILHO, F.V. 2001. **Mosaico digital semi-controlado obtido de aerofotos coloridas não métricas**. Monografia, UFMG, Instituto de Geociências, Depto. de Cartografia, p37.
- ROOS DA SILVA & ANTONIAZZI DE MORAES, 2008. **Empresa Gente & Terra - Assessoria e Consultoria Ltda.**, Cachoeira do Sul, RS.
- TEIXEIRA, A.L.; MORETTI, E. & CHRISTOFOLETTI, A., 1992. **Introdução aos sistemas de informação geográfica**. Rio Claro: Edição do Autor, 1992, Rio Claro/SP, 80p.