



Gestão de ambientes costeiros: uso de SIG como apoio a decisão na implantação de fazendas de camarões marinhos, Ilha da Torotama, RS *

*Coastal management: SIG as a decision-making tool for implantation of
marine shrimp farms, Torotama island, RS*

Freitas, Rodrigo Randow ^{1, 2}; Tagliani, Carlos Roney Armanini ³; Poersch,
Luís Henrique da Silva ²; Tagliani, Paulo Roberto Armanini ³

RESUMO

No estado do Rio Grande do Sul, a atividade de cultivo de camarões marinhos está em expansão desde a introdução do camarão exótico *Litopenaeus vannamei*. Com o potencial para o crescimento produtivo vem também um real aumento dos riscos de impactos ambientais e socioeconômicos que podem afetar diretamente a sustentabilidade dos cultivos. Uma maneira de proporcionar um desenvolvimento duradouro da atividade é por meio do planejamento e tomada de decisão sobre implantação de empreendimentos em regiões costeiras, através da utilização de Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Assim, o presente estudo propôs avaliar locais propícios destinados a instalação de fazendas de cultivo de camarões marinhos, na região da Ilha da Torotama, RS, considerando critérios de aptidão e restrição, integrando um modelo final de auxílio à tomada de decisão (SIG). A análise integrada dos critérios de aptidão e restrição ao empreendimento mostrou que o local escolhido para esta atividade apresenta aspectos positivos. Dentre eles, aponta-se a localização sobre campos litorâneos a proximidade de possíveis mercados consumidores e mão-de-obra local, via de acesso boa, rede elétrica disponível e apoio técnico local (FURG-EMA). As informações obtidas, bem como a metodologia de análise poderão ser utilizadas para o aperfeiçoamento do processo de gestão ambiental no que diz respeito a consideração de instrumentos específicos para o planejamento e a tomada de decisões relativos a atividade de carcinocultura na planície costeira do Estado do Rio Grande do Sul.

Palavras-chave: Carcinocultura; Laguna dos Patos; Sensoriamento Remoto; *Litopenaeus vannamei*.

1 Autor correspondente: rodrigrandow@ig.com.br

2 Universidade Federal do Rio Grande, Departamento de Oceanografia, Laboratório de Maricultura. Av. Itália, Km 8, Carreiros, 96201-030, Caixa-Postal: 474, Rio Grande, RS, Brasil. e-mail: lpoersch@mikrus.com.br

3 Universidade Federal do Rio Grande, Departamento de Geociências, Laboratório de Oceanografia Geológica-LOG. Avenida Itália, km 8 - Campus Carreiros, Carreiros, 96201-030, Caixa-Postal: 474, Rio Grande, RS, Brasil. e-mails: crtagliani@gmail.com e paulotagliani@furg.br

ABSTRACT

In the Rio Grande do Sul (RS) state, the marine shrimp culture is in expansion since the introduction of the exotic shrimp *Litopenaeus vannamei*. Along with the potential productive growth of the local activity, comes an increase in environmental and socioeconomic impact risks, which may directly affect the activity. Thus, a way to provide a continuous development is through the planning and decision making process on the coastal enterprises, using Geographic Information System (GIS). In this manner, the present study proposed to evaluate suitable areas destined to marine shrimp farms in the region of Torotama Island, RS, considering aptitude and restrictive criteria, integrating a final model to aid the decision making (SIG). The criteria integrated analysis of the enterprise aptitude and restriction demonstrated that the activity area chosen presents positive aspects. As a result, it was noted that enterprises were built on coastal fields or in obliterated dune areas, which are favorable for cultivation. Proximity of possible consuming markets and local labor, good access roads, available electric network and local technical support (FURG-EMA) also count in favor of the projects. The obtained information, as well as the methodology analysis could be used to improve the ambient management process in what the consideration of specific instruments for the planning and the decision making of relative to the shrimp activity in the coastal plain of the Rio Grande do Sul State.

Keywords: Shrimp culture; Patos Lagoon; Remote Sensing; *Litopenaeus vannamei*.

INTRODUÇÃO

O cultivo de camarões é a modalidade mais expressiva de maricultura praticada no litoral brasileiro com uma produção estimada de 65 mil toneladas em 2006 (IBAMA 2008). Sendo que são cultivados principalmente em empreendimentos localizados a poucos metros da linha de costa, em viveiros de terra escavados.

Mesmo com comprovada importância econômica, infelizmente vários empreendimentos no país afetaram diretamente os ecossistemas costeiros. As transformações de habitats estuarinos em fazendas de cultivo ocasionaram, por exemplo, desmatamento, alterações hidrológicas, eutrofização, salinização de grandes extensões de terra e deposição de sedimentos nos viveiros (Alier 2007, Diegues 2006, Nunes & Parson 1998).

Uma solução de consenso nem sempre é possível, assim uma intervenção do poder público no planejamento da atividade local é imprescindível se for de interesse dos envolvidos na atividade.

No estado do Rio Grande do Sul, a atividade de cultivo de camarões marinhos está em expansão desde a introdução do camarão exótico *Litopenaeus vannamei*. Atualmente, quatro fazendas produtoras de camarões marinhos estão instaladas nos municípios de São José do Norte e Rio Grande, e outras quatro fazendas aguardam autorização do órgão ambiental.

Com o potencial para o crescimento produtivo vem também um real aumento dos riscos de impactos ambientais e socioeconômicos que podem afetar

diretamente a sustentabilidade dos cultivos. Vários exemplos confirmam tal afirmação, já que problemas semelhantes foram relatados em países que viram a atividade crescer exponencialmente e com conseqüente descontrole produtivo, legal e ambiental (FAO 1997, Poli et al. 2000, Pérez et al. 2002, Andreatta & Beltrame 2004, Chen et al. 2005, Giap et al. 2005, Karthika et al. 2005, Poli et al. 2000, Primavera 2006).

Assim, uma maneira de proporcionar um desenvolvimento duradouro da atividade é através do planejamento e tomada de decisão sobre implantação de empreendimentos em regiões costeiras, com auxílio de ferramentas computacionais disponíveis em Sistemas de Informação Geográfica (SIG) (Aguilar-Manjarrez & Ross 1995).

As informações obtidas por Sensoriamento Remoto em diferentes níveis e os dados gerados da aplicação do geoprocessamento, juntamente com, por exemplo, dados de classificação de uso do solo, de análises biológicas, geográficas, hidroquímicas e socioeconômicas, são a base para melhor classificar as áreas para implantação e desenvolvimento futuro da atividade, o que geraria menor impacto socioambiental, com aumento de produtividade e preservação das áreas sensíveis a alterações ambientais (Kapetsky et al. 1988, Nath et al. 2000, Pérez et al. 2002, Freitas & Tagliani, 2004, Giap et al. 2005).

Assim, a partir de um real interesse econômico, o presente estudo propôs avaliar locais propícios destinados a instalação de fazendas de cultivo de

camarões marinhos, na região da Ilha da Torotama, RS, através da consideração de critérios de aptidão e restrição, integrando um modelo final de auxílio à tomada de decisão.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

A área de estudo está localizada na região da Ilha da Torotama (Lat/Long: -31.9 / -52.1), no município de Rio Grande, no estado do Rio Grande do Sul, Brasil, localizada na parte Sul do estuário da Laguna dos Patos compreendendo uma área total de aproximadamente 3.020ha (Figura 1). A população local exerce essencialmente a pesca artesanal ou atividades agropastoris em pequena escala e/ou de subsistência.

A topografia é essencialmente caracterizada por terras baixas e banhados marginais, apresentando pouca variação na declividade (0-5%). Segundo Cunha et al. (1996), o solo local é hidromórfico (composição orgânica/arenosa, baixa fertilidade natural e elevados teores de matéria orgânica) e aluvial (textura média/argilosa e de relevo plano).

Coleta e tratamento das informações

O processamento das informações e a modelagem digital foram realizados pelo SIG Idrisi Andes edition® (ver. 15.01- Clark University). O software foi instalado em um desktop Intel Pentium® 4, 2.40Ghz, 479MB RAM, 60GB de HD, monitor Philips® colorido de 14in. e conectado a uma impressora Epson® Stylus C43UX.

O projeto priorizou a utilização de imagens de alta resolução da área de estudo, disponíveis gratuitamente na internet através do aplicativo “Google Earth Pro”. A imagem foi armazenada em qualidade “Premium” (dimensões: 4484x3056 pixels, resolução: 91dpi), datada de 06 de março de 2005.

A imagem foi georreferenciada utilizando-se o módulo “resample” no SIG. A partir desta imagem, foi necessário realizar a digitalização e separação em camadas (total de 10) de todas as feições de interesse na área de estudo (Figura 2).

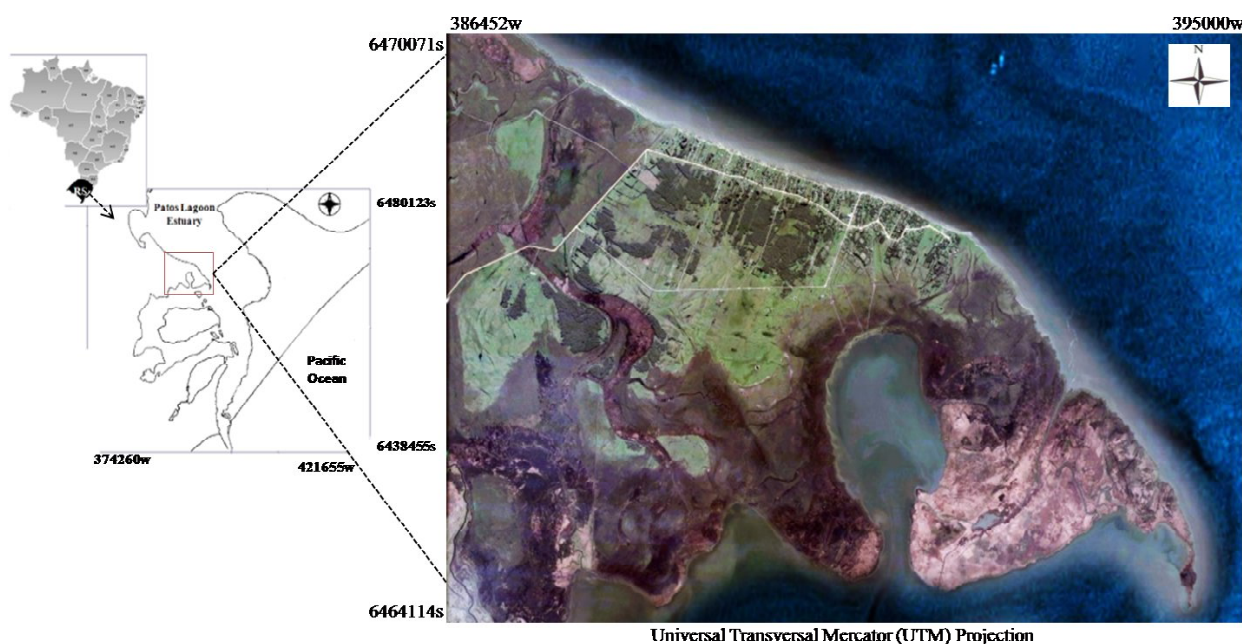


Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo

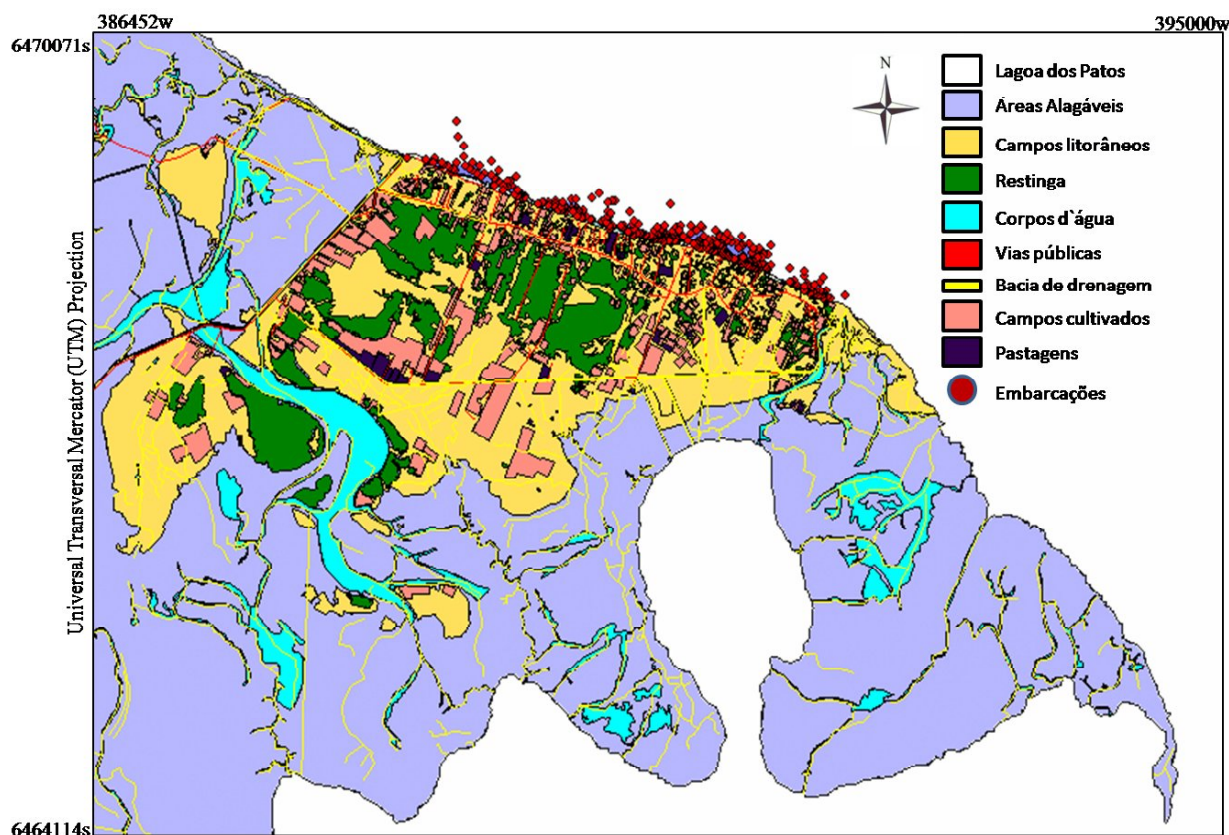


Figura 2 – Classes de uso atual do solo

A quase totalidade da área de estudo é representada por apenas 3 camadas de informação: vegetação de campos litorâneos, áreas alagadas (marismas) e vegetação de restinga. Os polígonos representantes de cada uma foram digitalizados diretamente na tela do computador utilizando como base a imagem georreferenciada. Posteriormente, cada camada foi transformada do formato vetorial para raster, compondo o banco de dados final.

Identificação dos critérios restritivos

Diferentes critérios para seleção de áreas apropriadas ao cultivo de camarão têm sido utilizados, variando de local para local e de cultura para cultura, mas os mais utilizados são os que consideram o solo, clima, topografia e disponibilidade de água (Salam et al. 2005, Radiarta et al. 2008).

No presente estudo foram utilizados primeiramente critérios restritivos legais para criar áreas de exclusão:

1. Áreas de proteção ambiental (15m de áreas de proteção permanente (APP) – Lei Fed. Nº4771/1965 código florestal),
2. Distâncias de vias públicas (15m – Lei Fed. Nº6766/1979 art. 4º inciso III),
3. Distância de edificações (100m) (critério definido pelos autores)
4. Distância de corpos d'água (30m para cursos d'água <10m de largura) (Lei Fed. Nº4771/1965 código florestal)
5. Distância de 100m além da área sujeita a alagamento sazonal da Lagoa dos Patos - Lei Fed. Nº4771/1965 código florestal).

A escolha dessas áreas a serem excluídas se justifica porque já é requerido pelo órgão ambiental estadual (Fundação Estadual de Proteção Ambiental - FEPAM) na implantação de novos empreendimentos aquícolas.

Após a definição dos critérios restritivos, os mesmos foram espacializados por meio de rotinas

específicas do SIG (módulo Buffer), vindo a complementar e atualizar o banco de dados (Figura 3). Todas as áreas com restrição legal foram superpostas (módulo Overlay) de modo a gerar uma imagem única, onde os valores um (1) representam as áreas aptas (sem restrição) e os valores zero (0) áreas inaptas (com restrição). Para cada área sem restrição mapeada foi calculada a área disponível em hectares, com o objetivo de excluir da análise as áreas muito pequenas, menores que 1ha, economicamente inviáveis para a atividade considerada.

A imagem que representa a aptidão das áreas para carcinicultura, baseada na exclusão de áreas protegidas por algum dispositivo legal, é uma imagem booleana, isto é apresenta uma classificação “dura”, ou seja, valor 1 é apta, zero é inapta. Assim, não admite uma transição de uma área menos apta para uma mais apta. No entanto, esse procedimento é adequado nesse caso, pois a lei não especifica uma possibilidade para essa transição. Entretanto, se analisarmos apenas as áreas aptas essa transição pode ser feita dependendo

do critério a ser utilizado.

Uma superposição das áreas aptas sobre mapas temáticos digitais existentes no Laboratório de Oceanografia Geológica da FURG (solos, capacidade de uso e vegetação), bem como os parâmetros referentes à salinidade (a porção sul do estuário tem característica estuarina devido à comunicação com o Oceano Atlântico) e temperatura (não cultivando no inverno), permitiu constatar que essas variáveis não apresentavam variação significativa que pudesse interferir no processo de decisão sobre a maior ou menor atratividade das áreas aptas.

O único critério relevante para o objetivo da análise é a distância da fonte de água para os tanques de produção (Lagoa dos Patos), pois os altos custos de construção e captação de água em um empreendimento aquícola (Lee & Wickins, 1997) poderiam inviabilizar a implantação e desenvolvimento do mesmo.

Assim, as áreas aptas foram submetidas a uma segunda análise, onde foi calculada uma superfície de

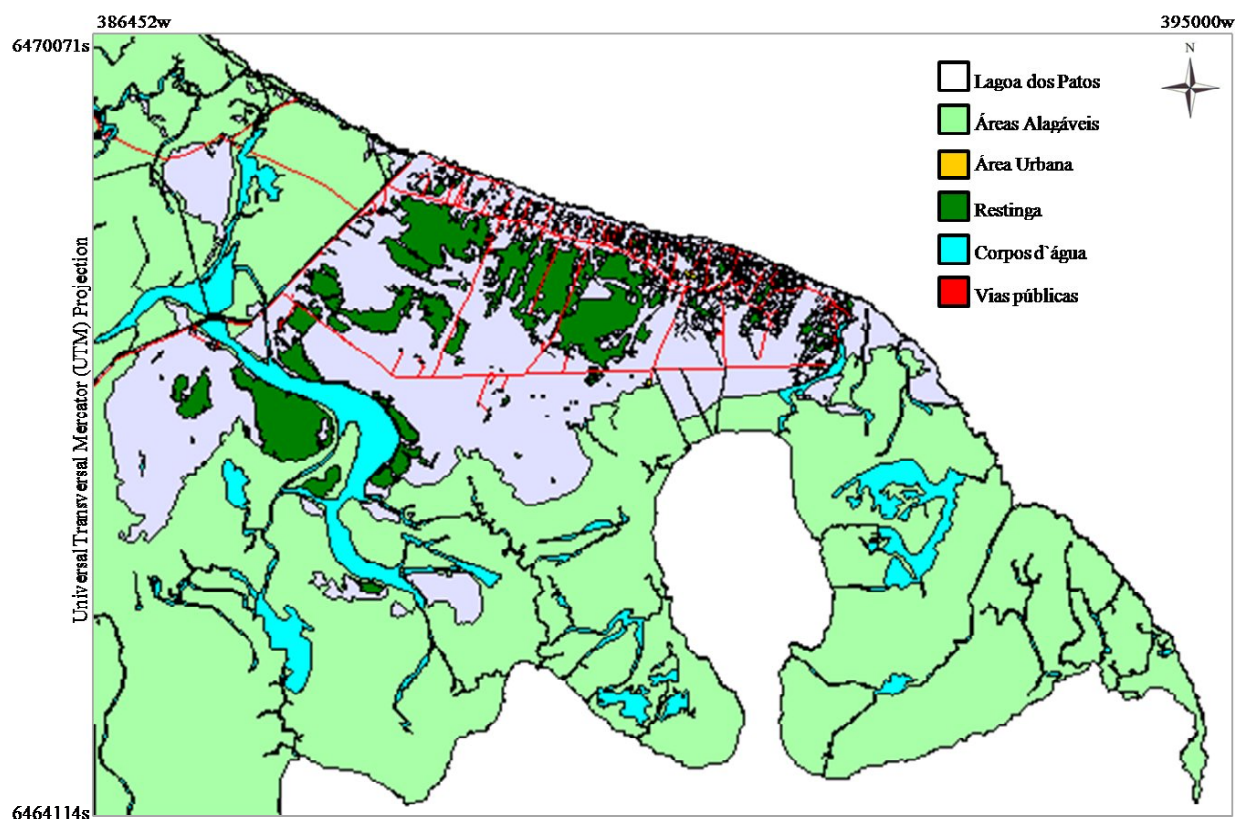


Figura 3 – Áreas com restrição de uso.

distância a partir das áreas aptas e, em seguida, uma reclassificação do resultado para uma escala de atratividade (Salam et al. 2003; Kapetsky et al. 1988) segundo 3 intervalos de classe:

1. Atratividade alta – distâncias menores que 1 km
2. Atratividade média – distâncias entre 1 e 2 km
3. Atratividade baixa – distâncias maiores que 2 km

Finalmente, após a análise em laboratório, foi feita uma verificação *in loco* (2 saídas em campos, uma antes da digitalização e outra depois) na região do estudo (set e out/2008).

Resultados e discussão

O mapeamento digital da área de estudo permitiu a definição de 10 classes de uso atual do solo na área de estudo: áreas alagáveis (1825ha), campos litorâneos (788ha), mata de restinga (186 ha), corpos d'água

(216ha), vias públicas (30km), adensamentos populacionais (5ha), delimitação da microbacia de drenagem, campos cultivados, pastagens e embarcações (Figura 2).

As vias públicas são desprovidas de pavimentação (Figura 4), o que não garante condições de boa dirigibilidade o ano todo e em todas as estações climáticas. Por outro lado, a pequena distância para a BR-116, asfaltada, e a constante manutenção das estradas vicinais pela prefeitura garante fácil e rápido escoamento da produção e aquisição de insumos. Assim, pelo fato que todas as áreas consideradas aptas estarem localizadas próximas, o acesso as vias públicas não foi considerado empecilho ao desenvolvimento da atividade.

Além de uma malha viária satisfatória, a região conta com uma rede de eletrificação que chega a todas as áreas consideradas aptas, a geomorfologia local é essencialmente plana (declividades menores que 5%) (Cunha et al. 1996) e o local também dispõe de mão-

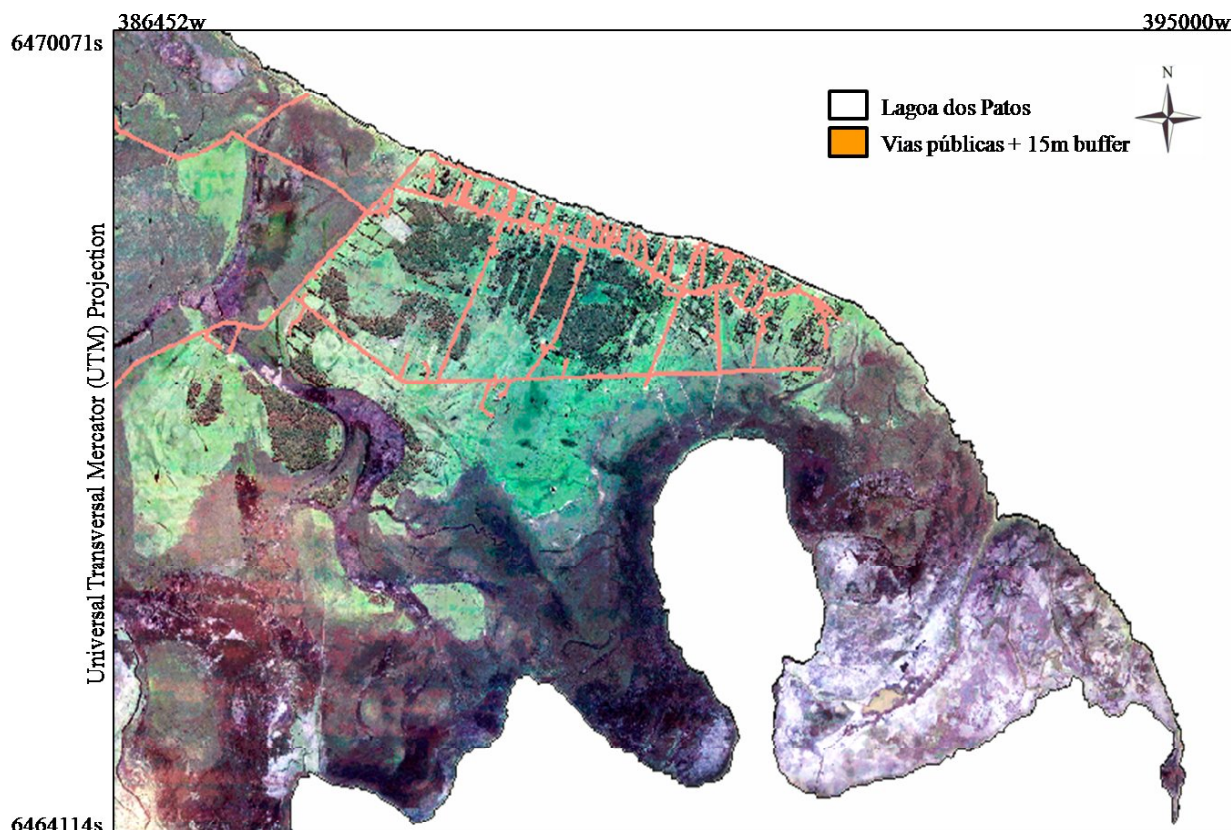


Figura 4 – Estradas vicinais na área de estudo – sem pavimentação

de-obra, embora não qualificada (Freitas & Tagliani, 2004). Esses pontos são considerados muito importantes no tocante a suprir demandas de futuros empreendimentos bem como minimizar custos operacionais.

A fim de se evitar áreas que pudessem de alguma maneira interferir no pleno desenvolvimento da atividade (conflito de uso, poluição e roubo), buscou-se estabelecer uma distância mínima de 100 metros das edificações existentes. Essa distância foi considerada satisfatória em função das características dos empreendimentos, considerados semi-intensivos (31-100 ha e densidades 6-20 camarões/m²) (Barbieri Júnior & Neto 2002, Andreatta & Beltrame 2004).

A avaliação ambiental realizada indicou que, segundo Cunha et al. (1996), os solos encontrados na região são o Solonchak (SK - banhados marginais da Lagoa dos Patos) e os Gleis pouco húmicos eutróficos (HGPe2 - terras baixas de riachos) (Figura 5). De acordo com a literatura (Barbieri Júnior & Neto, 2002,

Peixoto et al. 2005), solos areno-argilosos e que não são constituídos de excesso de matéria-orgânica são considerados os mais indicados para a construção de fazendas de camarão. Assim, os solos tipo SK foram considerados impróprios para o uso em consideração, enquanto as áreas restantes, por se tratarem de solos areno-argilosos e com relevo plano, foram avaliadas como aptas.

Em relação à capacidade de uso observou-se que as áreas disponíveis estão classificadas como classe V (HGPe2) ou VI (SK) (Figura 6), ou seja, são áreas não muito apropriadas para agricultura. Esse é um fato positivo na análise, pois caracteriza um custo de oportunidade baixo, já que, teoricamente, preserva solos mais férteis em outros locais para o uso agrícola os quais poderiam, eventualmente, ser utilizados para implantação de fazendas de camarão.

Os campos litorâneos mapeados na área de estudo configuram a melhor alternativa ao uso proposto. Essas áreas são caracterizadas por uma cobertura

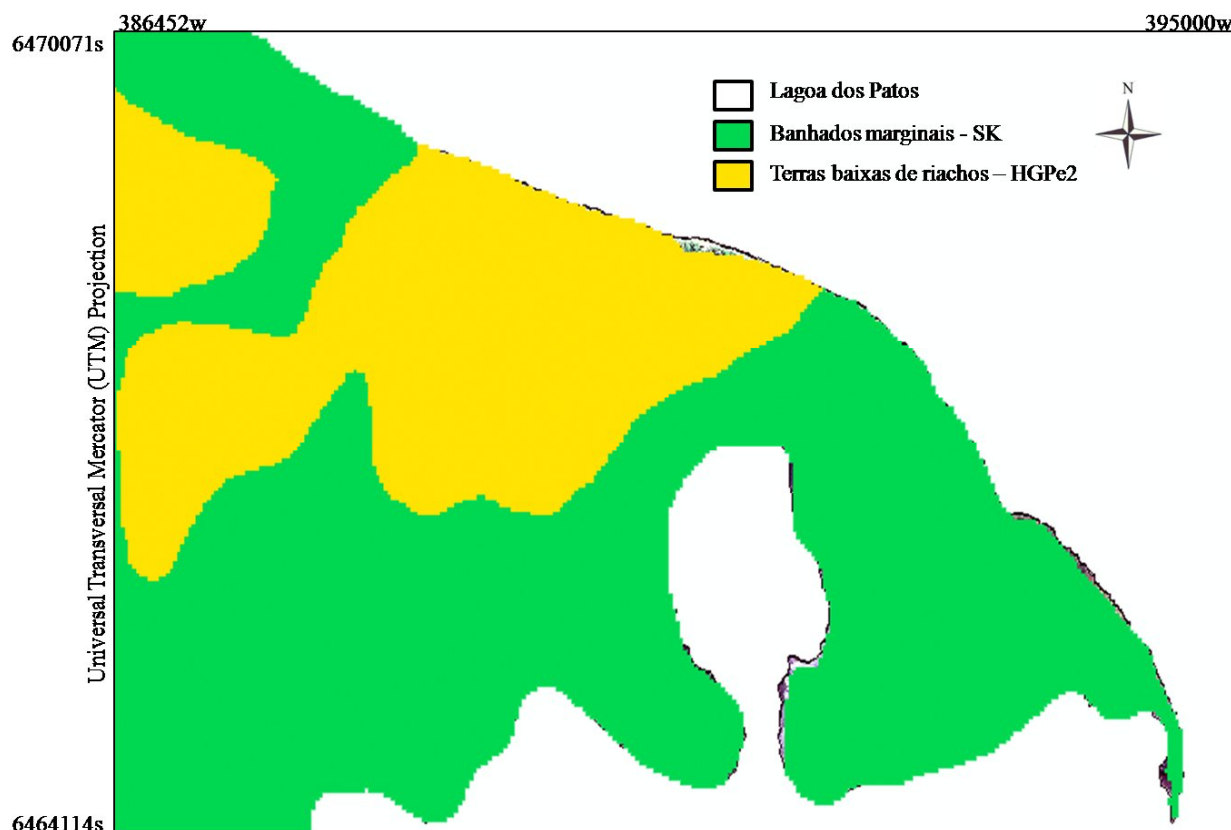


Figura 5 – Classes de solo na área de estudo (Cunha et al, 1996)

vegetal rasteira (gramíneas), pouca declividade, solos sem excesso de matéria orgânica e baixa capacidade de uso (Peixoto et al. 2005).

Assim, para obter o resultado final da análise integrada, foram subtraídas da área de ocorrência dos campos litorâneos todas aquelas áreas já mapeadas as quais apresentavam algum tipo de restrição ambiental/legal. A imagem resultante, avaliada em termos de atratividade em função da distância da Lagoa dos Patos (maior distância, menor atratividade e vice-versa), mostrou que 30% (110ha) das áreas aptas possuem uma atratividade alta, 47% (169ha) tem atratividade média, e 23% (83ha) atratividade mais baixa relativamente (Figura 7).

CONCLUSÕES

A análise das características geomorfológicas, disponibilidade de água, acessibilidade a mercado e

insumos, mão-de-obra disponível, eletrificação e suporte técnico na região do estudo, indicaram uma condição amplamente favorável a carcinocultura marinha em viveiros de terra. As áreas classificadas com potencial alto e médio podem manter um ótimo nível de produção, e, mesmo as áreas consideradas de baixo potencial, com diferentes demandas de investimento, podem alcançar os mesmos patamares produtivos.

Finalmente, esse estudo corrobora mais uma vez a afirmativa de que as técnicas e ferramentas disponíveis de SIG são eficazes no auxílio de tomada de decisão no planejamento de usos em qualquer local, particularmente naqueles localizados em áreas costeiras. Talvez a maior contribuição dessas ferramentas seja o fato de que são flexíveis o suficiente para incorporar os aportes técnicos de várias áreas do conhecimento para a tomada de decisão.

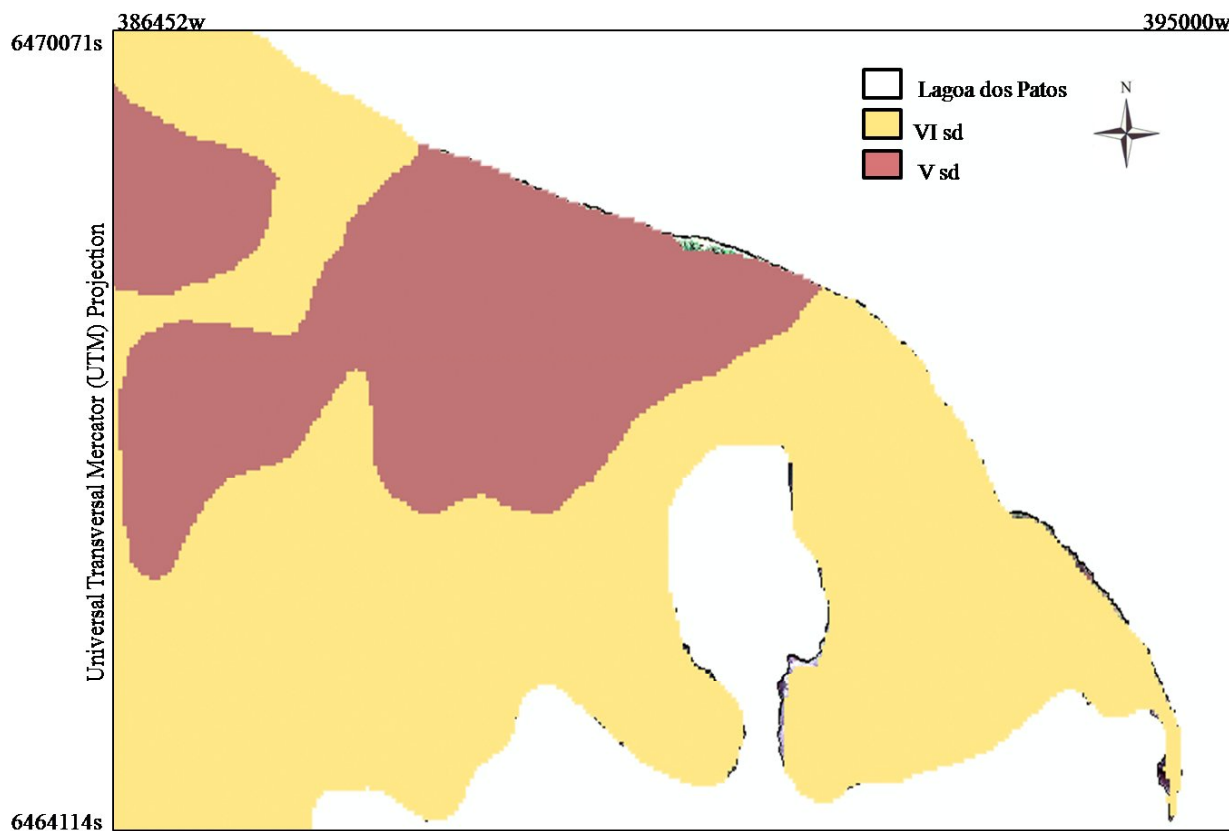


Figura 6 – Classes de capacidade de uso agrícola (Cunha et al, 1996)

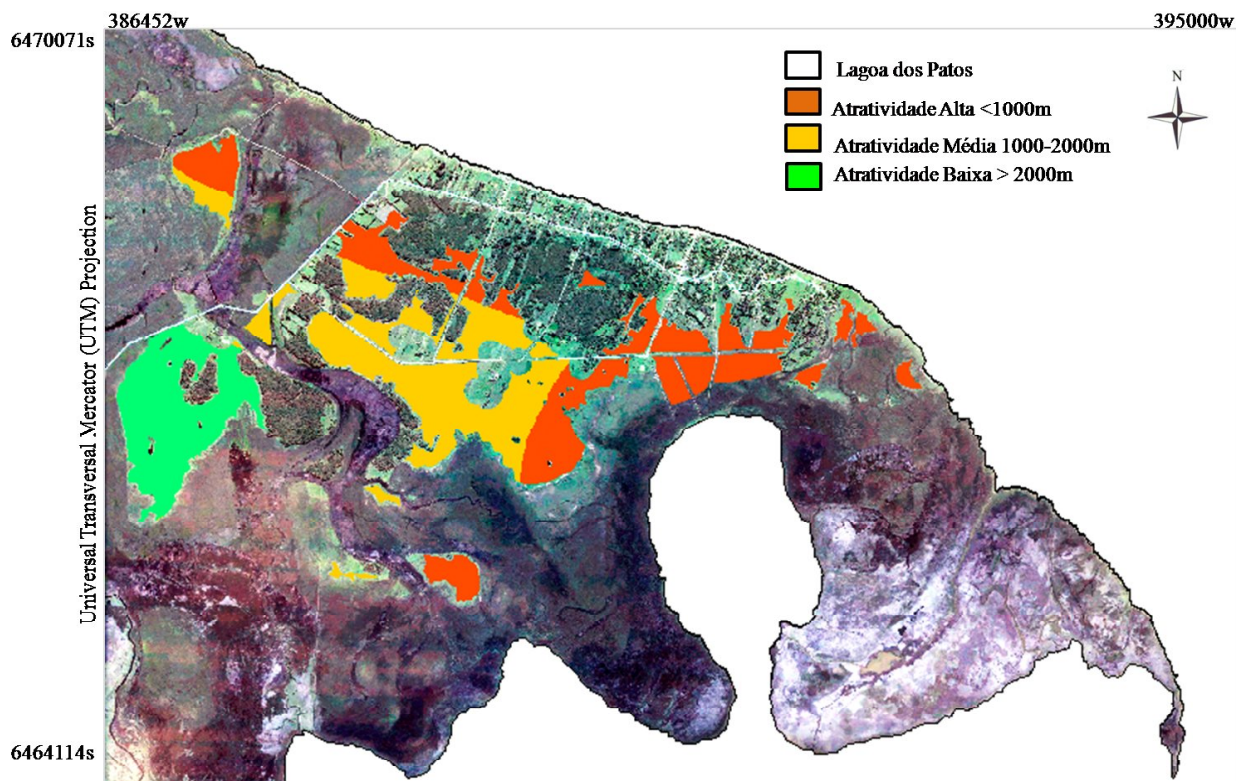


Figura 7 – Classes de atratividade para localização de projetos de carcinicultura

BIBLIOGRAFIA

- Aguilar-Manjarrez, J. & Ross, L.G. (1995) - GIS enhances aquaculture, development. *GIS World*, 8:52-56.
- Alier, J.M. (2007) - A defesa dos manguezais contra a carcinicultura. O ecologismo dos pobres: conflitos ambientais e linguagens de valoração, pp. 119-144, Contexto, São Paulo, Brazil. (ISBN 852443586).
- Andreatta, E.R. & Beltrame, E. (2004) - Cultivo de camarões marinhos. In: Poli, C.R., Poli, A.T.B., Andreatta, E.R. & Beltrame, E. (eds.) *Aqüicultura: Experiências brasileiras*, pp. 199-220, Multitarefa, UFSC. Florianópolis, SC, Brasil.
- Barbieri Júnior, R.C. & Neto, A.O. (2002) - *Camarões marinhos: Engorda*. 370p., Aprenda Fácil, Viçosa, Brazil. (ISBN-85: 88216-16-7).
- Chen, S., Chen, L., Liu, Q., Li, X. & Tan, Q. (2005) - Remote sensing and GIS-based integrated analysis of Coastal changes and their environmental impacts in Lingding Bay, Pearl River Estuary, South China. *Ocean & Coastal Management*, 48(1):65-83.
- (<http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2004.11.004>)
- Cunha, N.G., Silveira, R.J.C. & Severo, C.R.S. (1996) - *Estudo dos solos do município de Rio Grande*. 74p., Universitária/UFPEL, EMBRAPA/CPACT, Pelotas, Brazil.
- Diegues, A.C. (2006) - *Para uma aqüicultura sustentável do Brasil*. 26p., NUPAUB/USP, São Paulo, Brazil.
- FAO Technical Cooperation Programme. (1997) - *Support to special plan for prawn and shrimp farming*. 23p., Site selection towards sustainable shrimp aquaculture in Myanmar. Based on the Work of Charles L.A., Bangkok. (<http://www.fao.org/docrep/field/382903.htm>)
- Freitas, D.M. & Tagliani, P.R.A. (2004) - *Spatial Planning of Shrimp Farm Activities in the Patos Lagoon Estuary (Southern Brazil) - In a Context of Integrated Coastal Management*. *Journal of Coastal Research*, JCR-39.
- Giap, D.H., Yi, Y. & Yakupitiyage, A. (2005) - GIS for land evaluation for shrimp farming in Haiphong of Vietnam. *Ocean & Coastal*

- Management, 48(1):51-63. (<http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2004.11.003>)
- IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. (2008) - Estatística da pesca 2006 Brasil: grandes regiões e unidades da federação, 174p., IBAMA, Brasília.
- Kapetsky, J.M., Hill, J.M., Worthy, L.D. & Evans, D.L. (1988) - A geographical information system for catfish farming development. *Aquaculture*, 68(4):311-320. ([http://dx.doi.org/10.1016/0044-8486\(88\)90245-1](http://dx.doi.org/10.1016/0044-8486(88)90245-1))
- Karthik, M., Suri, J., Saharan, N. & Biradar, R.S. (2005) - Brackish water aquaculture site selection in Palghar Taluk, Thane district of Maharashtra, India, using the techniques of remote sensing and geographical information system. *Aquacultural Engineering*, 32(2):285-302. (<http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaeng.2004.05.009>)
- Lee, D.O.C. & Wickins, J.F. (1997) - *Cultivo de crustáceos*. 466p., Acribia, S.A., Zaragoza, Espanha.
- Nath, S.S., Bolte, J.P., Ross, L.G. & Aguilar-Manjarrez, J. (2000) - Applications of geographical information systems (GIS) for spatial decision support in aquaculture. *Aquacultural Engineering*, 23(1-3):233-278. ([http://dx.doi.org/10.1016/S0144-8609\(00\)00051-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0144-8609(00)00051-0))
- Nunes, A.J.P. & Parsons, G.J. (1998) - Dynamics of tropical coastal aquaculture systems and the consequences to waste production. *World Aquaculture*, 29(2):27-37.
- Peixoto, S., Junior, W.W., Cavalli, R.O., Santos, M.H.S. & Poersch, L.H.S. (2005) - Diretrizes para o desenvolvimento responsável da carcinicultura na região do estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil. *Gerenciamento Costeiro Integrado*, Itajaí, UNIVALI, 4:1-4.
- Pérez, O.M., Telfer, T.C., Beveridge, M.C.M. & Ross, L.G. (2002) - Geographical Information Systems (GIS) as a Simple Tool to Aid Modelling of Particulate Waste Distribution at Marine Fish Cage Sites. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 54(4):761-768. (<http://dx.doi.org/10.1006/ecss.2001.0870>)
- Poli, C.R., Borghetti, J.R. & Grumann, A. (2000) - Situação Atual da Aqüicultura na Região Sul. In: Poli, C.R. & Grumann, A. (eds.), *Aqüicultura no Brasil: Bases para um desenvolvimento sustentável*, pp. 323-351, Florianópolis, Brazil.
- Primavera, J.H. (2006) - Overcoming the impacts of aquaculture on the Coastal zone. *Ocean & Coastal Management*, 49(9-10):531-545. (<http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2006.06.018>)
- Radiarta, I.N., Saitoh, S. & Miyazono, A. (2008) - GIS-based multi-criteria evaluation models for identifying suitable sites for Japanese scallop (*Mizuhopecten yessoensis*) aquaculture in Funka Bay, southwestern Hokkaido, Japan. *Aquaculture*, 284(1-4):127-135. (<http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.07.048>)
- Salam, M.A., Ross, L.G. & Beveridge, C.M.M. (2003) - A comparison of development opportunities for crab and shrimp aquaculture in southwestern Bangladesh, using GIS modelling. *Aquaculture*, 220(1-4):477-494. ([http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486\(02\)00619-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00619-1))
- Salam, M.A., Khatun, N.A. & Ali, M.M. (2005) - Carp farming potential in Barhatta Upazilla, Bangladesh: a GIS methodological perspective *Aquaculture*, 245(1-4):75-87. (<http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.10.030>)