

SIG e sensoriamento remoto para a determinação do potencial da aqüicultura no baixo São João – RJ

Claudio Michael Völcker¹, volcker@superig.com.br

Philip Scott², philip@laquasiq.bio.br

¹OADS - Organização Ambiental para o Desenvolvimento Sustentável - Araruama, RJ, Brasil

²Universidade Santa Úrsula, Instituto de Ciências Biológicas e Ambientais - Rio de Janeiro, RJ, Brasil

*Recebido: Junho, 2008 / Aceito: Dezembro, 2008

RESUMO

Este estudo foi realizado com o objetivo de identificar o potencial para o desenvolvimento da aqüicultura ao longo do baixo curso do rio São João, RJ. Para tal, foi construído um Sistema de Informação Geográfica a partir de várias imagens. Dois modelos foram desenvolvidos, integrando critérios ambientais importantes para as espécies eurihalinas já estabelecidas e cultivadas na área de estudo que incluem Litopenaeus vannamei (camarão branco), Macrobrachium rosenbergii (pitu), e Oreochromis niloticus (tilápia). Para a escolha das áreas aptas, utilizou-se processamento de diversas imagens integradas numa avaliação multicritério (MCE). Áreas com restrições para o desenvolvimento foram identificadas e excluídas. O Processo de Hierarquia Analítico (PHA) foi usado para estabelecer pesos do MCE gerando áreas viáveis para cada espécie. A área total adequada encontrada foi de 55,79 km². No total foram encontrados 667 ha para L. vannamei, 4.697 ha para M. rosenbergii e 4.905 ha para O. niloticus. Estas informações poderão ser úteis ao processo de planejamento regional e tomada de decisões de gestores e investidores. Os resultados mostram o potencial de geração de novos empregos assim como o desenvolvimento da aqüicultura regional.

Palavras-Chave: Aqüicultura. SIG. Gestão Ambiental. Rio São João.

1. INTRODUÇÃO

Zonas costeiras constituem áreas de grande complexidade, onde a exploração dos recursos naturais e os impactos humanos têm causado uma grande variedade de mudanças. São locais ideais para o desenvolvimento regional, devido à quantidade abundante de água que dispõem, são regiões que sofrem intensas pressões e demandas dos vários setores da sociedade, inclusive o setor pesqueiro onde, segundo a FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations, (1995), e DIAS-NETO, (2003), apontam várias causas como responsáveis pela crise pesqueira, principalmente o excesso de esforço de pesca e a falta de investimentos para a conservação e ordenamento da pesca a longo prazo. A degradação ambiental também vem causando redução do estoque pesqueiro, dada a dificuldade de controle dos processos de reprodução das espécies, sobretudo aquelas que utilizam a zona costeira como berçário. A decadência social por sua vez afeta os estoques

pesqueiros, pois é muito difícil controlar populações famélicas em períodos de defeso da pesca.

Nesse contexto, a aquíicultura costeira, marinha, estuarina ou dulcícola, surge como uma alternativa. BRANDINI *et al.*, (2000) colocam a maricultura como alternativa para atender à demanda comercial por pescados, sendo ainda uma forma de repovoamento em regiões onde os recursos pesqueiros estejam em decadência. Contudo, nos países em desenvolvimento, a aquíicultura não é apenas estratégica, mas tem se tornado uma solução sustentável, baseada no eficiente uso dos recursos naturais em vez de sistemas que possam ameaçar a degradação dos recursos naturais disponíveis como a pesca, (HILDSDORF & MOREIRA, 2004). Contudo no Brasil, a aquíicultura vem despontando como atividade promissora, registrando um crescimento superior à média mundial, passando de 20,5 mil toneladas, em 1990, para 210 mil toneladas em 2001, correspondendo a uma receita de US\$ 830,3 milhões, apresentando um crescimento de aproximadamente 825%. O Brasil que se encontrava na 36ª colocação entre os produtores aquícolas em 1990, passou a ocupar a 19ª posição em 2001 e a 13ª posição na geração de renda bruta. No ranking da América do Sul de 2001, o Brasil encontrava-se em segundo lugar, sendo superado apenas pelo Chile que apresenta uma produção três vezes superior com 631,6 mil toneladas, (BORGHETTI *et al.*, 2003).

Em 2003, o Brasil se destacou no ranking mundial, alcançando o 6º lugar, com 90.190t, e em 1º lugar em termos de produtividade com 6.084 kg/ha/ano. No Nordeste, o camarão cultivado chegou à segunda posição das exportações do setor primário da economia da região, logo depois do tradicional açúcar de cana e à frente de setores dinâmicos como a fruticultura irrigada da região, (ROCHA *et al.*, 2004).

Uma das espécies de grande sucesso é o camarão de água doce. A criação deste camarão, o *Macrobrachium rosenbergii* iniciou-se no Brasil no final da década de 70 em Pernambuco, (VALENTI, 1993, 1995, 2000) e atingiu uma produção na última década em torno de 500 t anuais, (FAO, 2002). O Grupo de Trabalho em Camarões de Água Doce (GTCAD) estimou que a produção em 2001 atingiu cifras em torno de 400 t.

Por sua vez, a tilápia é uma espécie exótica e acredita-se que no final da década de 90 se tornou o peixe mais cultivado no Brasil, responsável por cerca de 40% do volume da aquíicultura nacional, (ZIMMERMAN, 2004).

O cultivo comercial de camarões marinhos no Brasil teve início na década de 70, na Região Nordeste com a espécie *Marsupenaeus japonicus*, seguido das espécies *Farfantepenaeus brasiliensis*, *F. subtilis* e *Litopenaeus schmitti*. No início da década de 80 foram introduzidas as espécies exóticas *Penaeus monodon* e *L. vannamei*, esta última que no início da década de 90 predominou o cultivo no Brasil, BARBIERI Jr. & NETO, (2002). Em 2002, a produção nacional em cativeiro com esta espécie alcançou um volume de 60.128 t, um incremento da ordem de 50% em relação ao ano anterior. A produtividade média anual passou de 4.706 kg/ha/ciclo para 5.458 kg/ha/ciclo em 2003, ROCHA & RODRIGUES, (2003). Estes dados atestam o avançado crescimento da carcinicultura marinha no Brasil.

Os grandes investidores na maricultura são indústrias de médio a grande porte, localizados principalmente no Nordeste e recentemente em Santa Catarina. Em 2003, o Brasil se destacou no ranking mundial: 6º lugar, com 90.190 t, e em 1º lugar de produtividade com 6.084 kg/ha/ano. No Nordeste, o camarão cultivado chegou à segunda posição das exportações do setor primário da economia da região, logo depois do tradicional açúcar de cana em bruto e à frente de setores dinâmicos como a fruticultura irrigada da região, (ROCHA *et al.*, 2004). O número de fazendas camaroneiras nos 14 estados produtores aumentou de 905 para 997 fazendas. A área inundada das fazendas aumentou de 14.842 hectares para 16.598 ha. Os laboratórios de larvicultura e as indústrias de processamento mantiveram seus níveis de atividade. Os camarões marinhos têm sua maior produção concentrada na região Nordeste, embora ocorra nas regiões Sudeste e Sul. Em 2004, a Associação Brasileira de Criadores de Camarões – ABCC realizou pela segunda vez um censo da carcinicultura, (ROCHA, 2004), conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Produção da carcinicultura marinha/estado em 2004. Fonte: ABCC.

Estado	Fazendas		Área		Produção		Produtividade t/ha/ano
	Nº	%	ha	%	(t)	%	
RN	381	38,2	6.281	37,8	30.807	40,6	4.905
CE	191	19,2	3.804	22,9	19.405	25,6	5.101
BA	51	5,1	1.850	11,1	7.577	10,0	4.096
PE	98	9,8	1.108	6,7	4.531	6,0	4.089
PB	68	6,8	630	3,8	2.963	3,9	4.703
PI	16	1,6	751	4,5	2.541	3,3	3.383
SC	95	9,5	1.361	8,2	4.267	5,6	3.135
SE	69	6,9	514	3,1	2.543	3,4	4.947
MA	7	0,7	85	0,5	226	0,3	2.659
PR	1	0,1	49	0,3	310	0,4	6.327
ES	12	1,2	103	0,6	370	0,5	3.592
PA	5	0,5	38	0,2	242	0,3	6.368
AL	2	0,2	16	0,1	102	0,1	6.375
RS	1	0,1	8	0,0	20	0,2	2.500
TOTAL	997	100	16.598	100,0	75.904	100,0	4.573

A utilização de Sistemas de Informação Geográficos aplicados ao planejamento e ordenamento da região costeira e das atividades socioeconômicas existentes na região apresenta diversas vantagens, que incluem a integração das técnicas de processamento digital de imagens de sensores remotos e a classificação temática automatizada com a análise espacial. Esta tecnologia permite uma melhor organização espacial das informações ambientais, otimizando a implantação de novas atividades socioeconômicas conflitantes, gerando menores impactos ambientais, resguardando áreas de proteção ambiental e beneficiando os investidores com uma melhor produtividade e segurança em áreas bem escolhidas para exploração de suas atividades, (SOUTO & AMARO, 2005).

A região teve seus ecossistemas profundamente alterados pelo Programa Especial para o Norte Fluminense do DNOS (Ministério do Interior), através de obras hidráulicas de retificação de rios e drenagem de brejos, executadas entre as décadas de 50 e 80. Além destas obras, foi construída uma grande barragem (Represa de Juturnaíba) que aumentou consideravelmente a capacidade de retenção de água da região, (CUNHA, 1995, BENIGNO, *et al.*, 2005)

A piscicultura ainda é pouco praticada na região. Pequenas captações de água da bacia são utilizadas para criatórios de peixe. Na década de 90, no Município de Silva Jardim, existiram alguns desses criatórios que produziam tambaquis (*Colossoma macropomum*), carpas, tilápias e bagre africano (*Clarias gariepinus*) na localidade de Goiabal.

Atualmente há um programa de fornecimento de alevinos de tilápia desenvolvido pela Secretaria de Agricultura e Pesca no Município de Casimiro de Abreu para os pequenos produtores rurais e pesque-e-leve da Prefeitura. O peixe engordado em tanques dos pequenos produtores é vendido para a própria Prefeitura que utiliza o mesmo para a merenda escolar.

A carcinicultura dulcícola representada pelo *M. rosenbergii* foi iniciada, em diversas pequenas fazendas, hoje está restrita à Fazenda Santa Helena em Silva Jardim.

Recentemente, em 2004/5 iniciaram-se testes de criação de camarão marinho próximo à foz do rio São João.

Este trabalho compila informações para auxiliar a gestão da bacia costeira do Rio São João, utilizando uma metodologia adaptada para áreas com precariedade de informações. O método associa informações obtidas em campo com dados morfométricos e dados espectrais dos sensores do satélite Landsat de forma a identificar de forma hierarquizada o potencial da aqüicultura, em áreas sub-explotadas.

O objetivo foi Identificar as áreas mais apropriadas para o desenvolvimento da aqüicultura terrestre em viveiros escavados na zona costeira do baixo curso do rio São João para as espécies *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931), conhecido como camarão branco, *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) conhecido como pitu ou gigante-da-Malásia e *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1757), conhecido como tilápia.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. LOCALIZAÇÃO

A bacia hidrográfica do rio São João está compreendida entre as latitudes 22°20' e 22°50' S longitudes 042°00' e 042°40' W, compreendendo uma superfície de aproximadamente 2.113 km² e perímetro de 266 km (Figura 1).

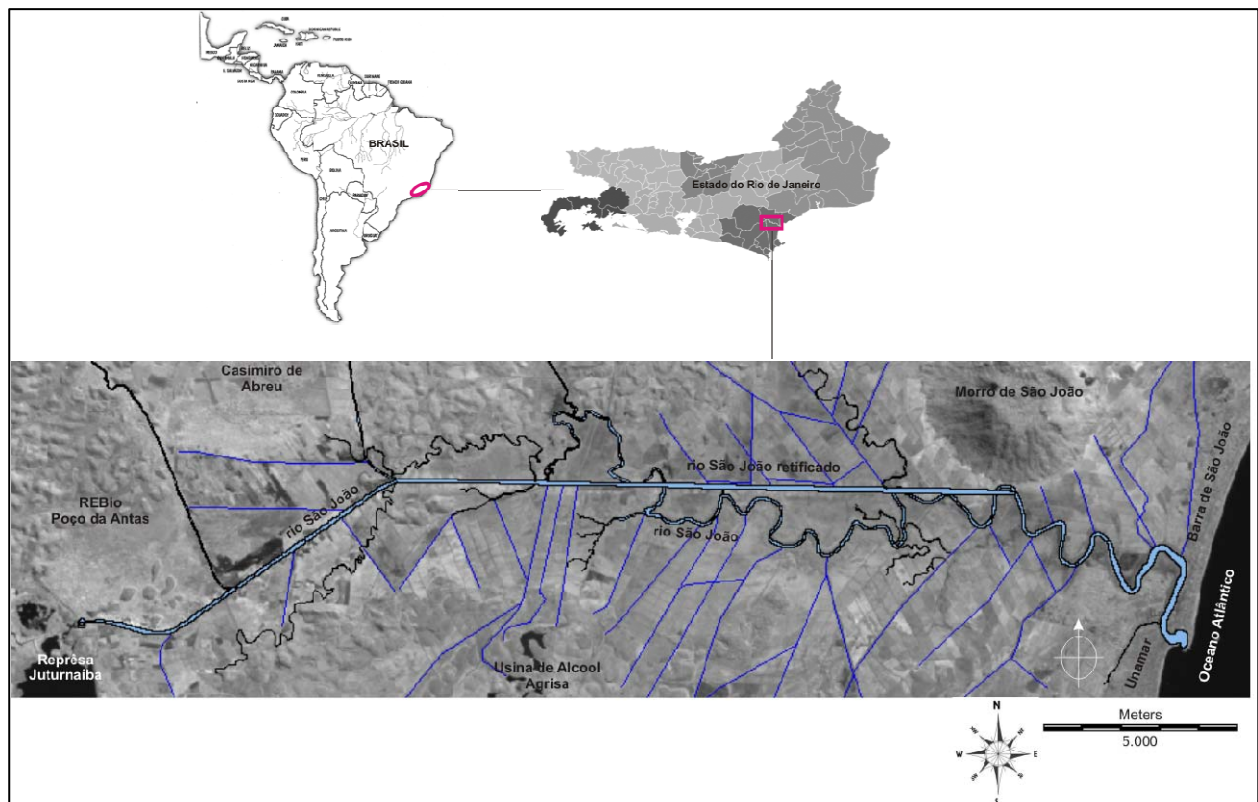


Figura 1 - Localização da área de estudo

2.2. SOFTWARE

O Sistema de Informação Geográfica utilizado foi o IDRISI®, desenvolvido pela Clark University, EUA. Nele foi criado um banco de dados georeferenciados incluindo valores de parâmetros ambientais para temperatura, oxigênio dissolvido, pH, salinidade, colimetria da água, e qualidade dos solos.

2.3. FONTES DE DADOS

Os fatores ambientais ligados à produção considerados os mais importantes para o desenvolvimento da aquíicultura, são a salinidade, temperatura superficial da água, teor de oxigênio dissolvido e pH. Entre julho de 2005 a julho de 2006 em intervalos de aproximadamente 15 dias, em sete estações fixas, da foz à barragem da represa de Juturnaíba ao longo do curso original do Rio São João e 18 estações adicionais, abrangendo canais, valas e afluentes, foram observados valores para os parâmetros temperatura, oxigênio dissolvido, pH, salinidade, superfície e fundo. Para cada parâmetro foi criado um Plano de Informações através da interpolação dos valores médios de superfície obtidos na campanha de coleta de dados. Foram realizadas 14 coletas para análise de colimetria na foz do rio São João e no Canal dos Medeiros. Todo o material foi analisado pelo laboratório da Cia. Álcalis em Arraial do Cabo.

A imagem-base utilizada no estudo foi uma Landsat 7 TM da órbita e ponto 216/076, obtida em 28/02/2000 e cedida pelo Global Land Cover Facility (GLCF) do Institute for Advanced Computer Studies (Maryland University, EUA), com aproximadamente 90 metros de resolução espacial. A correção geométrica foi realizada através de pontos de controle, utilizando confluências e pontos notáveis da rede de canais e vias de acesso principal e secundário. Composições em falso colorido utilizando as bandas 4, 5 e 7; 5, 4 e 2 e 7, 5 e 4 foram criadas para realizar a classificação supervisionada da área de estudo, subsidiadas por pontos de controle colhidos em campo descrevendo o uso predominante do solo. As informações foram aferidas em algumas fotografias aéreas disponíveis da região.

Uma indicação do relevo da região de estudo foi obtida utilizando-se uma imagem SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), desenvolvido pela NASA do ano 2000, com aproximadamente 90 metros de resolução espacial. A imagem foi importada para o IDRISI®, recortada e ajustada à imagem Landsat 7 da área de trabalho.

Para análise das áreas viáveis para as três espécies consideradas seguiu-se o modelo descrito por SCOTT & ROSS, (1998) e SCOTT, (2003), com proposta de uma metodologia de avaliação espacial para a localização de áreas potenciais para a aquíicultura. A mesma metodologia aplicada neste trabalho, seguindo os mesmos critérios e etapas do SIG, (SCOTT, 2003), resultou em mapas que também localizaram áreas disponíveis para a aquíicultura, com a diferença da microregionalidade.

O método de Combinação Linear Ponderada (Weighted Linear Combination – WLC) permite que para um dado local, a pontuação baixa de um fator seja compensada pela pontuação alta de outro(s) fator(es). As formas como os fatores se podem compensar uns aos outros é determinada pelo peso relativo atribuído a cada um dos fatores. Para a reclassificação dos Planos de Informação (PI) foi usada uma escala similar à proposta por KAPETSKY *et al.* (1987,1988, 1997), onde 4 = Excelente; 3 = Muito bom; 2 = Bom e 1 = Regular. Como critério para reclassificar cada PI, usou-se sempre que possível indicações da literatura, e na falta destas, a opinião pessoal do primeiro autor, baseada em sua experiência. A reclassificação das camadas em função dos pesos atribuídos foi obtida através da utilização do módulo RECLASS do IDRISI®.

A integração dos PI foi realizada utilizando avaliação de multicritérios, num modelo geral contendo quatro sub-modelos que adequaram a área analisada conforme a) o uso dos solos, b) os fatores ambientais, c) a disponibilidade de recursos hídricos e d) a infraestrutura, conforme ilustrado na Figura 2.

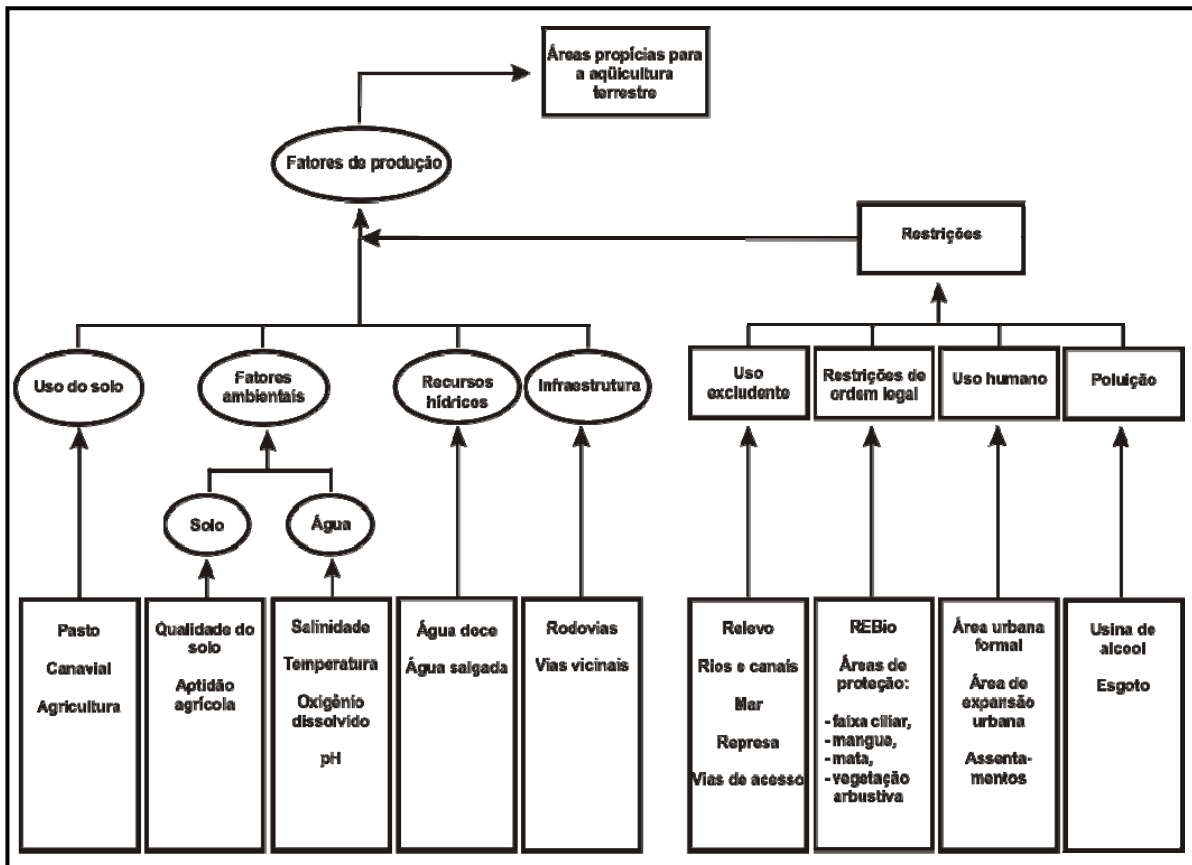


Figura 2 - Modelo para avaliação de áreas potenciais para aquícultura.

O propósito dos pesos é a de expressar a importância de cada critério ou preferência em relação a outros critérios. Para cada critério pode ser atribuído um peso específico que reflete sua importância em relação a outros critérios como: pastagem, canavial, agricultura, vias de acesso, captação de água (doce e salgada), tipos de solo e físico-química da água (temperatura, oxigênio dissolvido, pH,...). O módulo WEIGHT do menu Analysis / Decision Support utiliza a comparação dos fatores dois a dois no cálculo de um conjunto de pesos cuja soma total é 1.0. Valores próximos de zero mostrar boa consistência, valores superiores a 1,0 indicam que a importância relativa de comparações deve ser reconsiderada.

2.4. SUBMODELO 'USO DO SOLO'

As áreas ocupadas por atividade pecuária (pastos), canaviais e a agricultura, foram identificadas com base em excursões a campo, e na interpretação de imagens aerofotogramétricas digitalizadas na escala de 1:30.000, datadas de 1999 e 2000, (BENIGNO, *et al.*, 2003). Os três tipos de uso do solo encontrados são compatíveis com a transformação destes para a aquícultura, uma vez que ambas atividades são praticadas em terrenos planos, ou de baixa variação de declividade, facilitando trabalhos de terraplenagem. Os terrenos identificados como canaviais e agricultura, já sofreram intervenção mecânica, onde as operações de nivelamento, destoca e calagem são freqüentes e melhoram as condições para agricultura como também para aquícultura, Tabela 2.

Tabela 2 - Ocupação e uso do solo e sua classificação.

Descrição	Descrição	Classes
Agricultura	Áreas produtiva e plana, solo fértil	4
Campo / pasto	Áreas produtiva e plana	4
Canavial	Áreas produtiva e plana	3
Vegetação arbustiva	Áreas não prioritárias	2
Taboa	Indica áreas com baixa drenagem	2
mangue	Áreas de preservação	1
Florest	Áreas de preservação	1
Morro / elevações	Topografia	1
Área urbana e expansão	Áreas antrópicas	1

Assim, a expressão para o submodelo fica:

$$\text{Aptidão de uso do solo} = (\text{'Pastos'} * 0,48 + \text{'Canaviais'} * 0,11 + \text{'Agricultura'} * 0,41)$$

2.5. SUBMODELO 'PEDOLOGIA'

As áreas consideradas favoráveis para o desenvolvimento da aquíicultura incluíram informações sobre a) 'qualidade dos solos' segundo o Departamento de Recursos Minerais do Serviço Geológico do Brasil e b) sua 'aptidão agrícola' assim como descrita pelo Serviço Geológico do Brasil - CPRM, 2001. Assim, os pastos, canaviais e áreas de agricultura por situarem-se em áreas planas indicando facilidade de mecanização foram consideradas áreas favoráveis.

Para a construção de viveiros escavados, os solos devem apresentar uma textura composta por uma mistura de silte, argila e areia, idealmente com teor de silte argiloso entre 30% a 70%, (NUNES *et al.*, 2004) e pH próximo a 7, não contendo mais de 10% de matéria orgânica. Os solos com característica ácida (pH inferior a 5) e com uma alta concentração de matéria orgânica devem ser evitados devido aos custos e tempo associados com a correção química. Na bacia do baixo Rio São João, verifica-se uma grande variação dos solos. Nas cotas próximas ao nível do mar, são verificados solos com fortes influências das marés apresentando salinidade e tiomorfismo, pertencendo a diferentes ordens, (Tabela 3), onde estão apresentadas as unidades do mapa de solos e divididos em classes conforme a aptidão para a aquíicultura. Os critérios adotados para o estabelecimento e subdivisão das classes de solos e simbologia estão de acordo com as normas estabelecidas em EMBRAPA, (1988, 1999) e SANTOS *et al.*, (1996) e descritos por PÁDUA, (2003) e ONO & KUBITZA, (2002).

Tabela 3 - Identificação dos tipos de solos na região do baixo São João e sua classificação de acordo com a adequação de plasticidade, granulometria, composição e aptidão agrícola para a construção de viveiros escavados. (EMBRAPA, 1988, 1999 e SANTOS, et al., 1996).

Descrição geológica	Descrição aptidão agrícola	Classes
GPS1 - GLEI POUCO HÚMICO SALINO SOLÓDICO ou não, argila de atividade alta, textura moderada e média argilosa + - GLEI HÚMICO SOLÓDICO ou não eutrófico argila de atividade baixa e alta, húmico ou chernozêmico argiloso ou muito argiloso + - GLEI HÚMICO TIOMÓRFICO, argila de atividade baixa e alta, húmico ou proeminente argiloso ou muito argiloso.	LAVOURAS – regular - 2(b)c	4
GPa2 - GLEI POUCO HÚMICO ÁLICO ou DISTRÓFICO textura moderada argilosa + - GLEI HÚMICO ÁLICO ou DISTRÓFICO, argila de atividade baixa, húmico ou proeminente muito argiloso ou argiloso.	LAVOURAS – restrita 3(bc)	3
PVa4 - PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO ÁLICO ou DISTRÓFICO, textura média e muito argilosa PVd4 - PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICO ou ÁLICO, não abrupto ou abrupto, moderado a médio argiloso e muito argiloso HPd1 - PODZOL HIDROMÓRFICO DISTRÓFICO ou ÁLICO, textura arenosa LVa4 - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO ÁLICO, textura moderada argilosa a muito argilosa	SILVICULTURA e/ou PASTAGEM natural 5(n)	2
PAa2 - PODZÓLICO AMARELO ÁLICO ou DISTRÓFICO textura média argilosa ou textura média e muito argilosa + PEe1 - PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO EUTRÓFICO, textura média argilosa + - CAMBISSOLO DISTRÓFICO, textura média argilosa, fase rochosa	SEM APTIDÃO AGRÍCOLA - preservação da flora e fauna 6	1

Os solos argilosos (GPS1 e GPa2) são os que apresentam maior facilidade de serem trabalhados, de serem modelados com melhor compactação dos diques ou barragens, assentamento e compactação do fundo dos viveiros, portanto áreas com este tipo de solo são viáveis para empreendimentos aquícolas.

Assim, a expressão para o submodelo fica:

$$\text{Aptidão de solos} = ('Geologia' * 0,40 + 'Aptidão agrícola' * 0,60)$$

2.6. SUBMODELO 'ÁGUA'

Para a criação das espécies consideradas neste estudo, uma busca na literatura resultou na Tabela 4 que classifica a variação de valores para as classes 1 - 4. Assim, a expressão para o submodelo:

$$\text{Aptidão de Água} = ('Salinidade' * 0,58 + 'Temperatura' * 0,15 + 'pH' * 0,11 + 'Oxigênio dissolvido' * 0,16) \text{ para } \underline{L. vannamei}$$

$$\text{Aptidão de Água} = ('Salinidade' * 0,06 + 'Temperatura' * 0,35 + 'pH' * 0,27 + 'Oxigênio dissolvido' * 0,32) \text{ para } \underline{M. rosenbergii} \text{ e } \underline{O. niloticus}$$

Tabela 4 - Classificação da adequação da área em função da variação de parâmetros abióticos, onde: 4 - excelente; 3 - muito bom; 2 - bom e 1 - regular.

Espécie	Salinidade	Temperatura	pH	O ₂	Classes
<i>L. vannamei</i> *	25 – 35	25– 31	7 – 7,5	8 – 10	4
	18 – 25 e 35 – 40	23 – 25 e 31 – 33	6,5 – 7 e 7,5 – 8	5 – 8	3
	5 – 18 e 40 – 50	21 – 23 e 33 – 37	5,5 – 6,5 e 8 – 8,5	4 – 5	2
	< 5 e > 50	< 21 e > 37	< 5,5 e > 8,5	3 – 4	1
<i>M. rosenbergii</i> e <i>O. niloticus</i> **	0 – 1	28 – 31	7 – 7,5	7 – 10	4
	1 – 2	22 – 28 e 31 – 33	6,5 – 7 e 7,5 – 8	5 – 7	3
	2 – 10	18 – 22 e 33 – 37	5,5 – 6,5 e 8 – 8,5	4 – 5	2
	> 10	< 18 e > 37	< 5,5 e > 8,5	3 – 4	1

* BARBIERI & NETO, (2002); ABCC, (2005); NUNES, (2001); PÁES-OSUNA, (2001); BELTRAME, (2003); BOYD, (1990).

** NEW & SINGOLKA, (1984); COELHO et al., (1982); POOPER & DAVISON, (1982); SMITH et al., (1982); PROENÇA & BITTENCOURT, (1994); JÚNIOR & JUNIOR, (2004); KUBITZA, (2005); DELL'ORTO, (2002).

2.7. SUBMODELO 'RECURSOS HÍDRICOS'

Outro fator de importância para o desenvolvimento da aqüicultura é a distância e perenidade das fontes de captação de água, doce ou do mar de modo a minimizar os custos de energia com o bombeamento e riscos de falta de água. Na larvicultura nas espécies *L. vannamei* e *M. rosenbergii* é necessário mistura de água salgada com a água doce. Neste estudo foram considerados os critérios na Tabela 5.

Tabela 5 - Classificação da adequação da área em função da distância de fontes de captação de água, onde: 4 - excelente; 3 - muito bom; 2 - bom e 1 - regular.

Rio São João (m)	Canais e valas (m)	mar (m)	Classes
Captação de água doce		Captação de água salgada	
0 – 1.000	0 - 500	0 – 1.000	4
1.000 - 3.000	500 – 1.000	1.000 - 4.000	3
3.000 - 6.000	1.000 - 1.500	4.000 - 6.000	2
> 6.000	> 1.500	6.000 - 9.000	1

Assim, a expressão para o submodelo: 'Recursos hídricos':

$Aptidão\ recursos\ hídricos = ('Captação\ de\ água\ doce' * 0,05 + 'Distância\ do\ mar' * 0,95)$ *L. vannamei*

$Aptidão\ recursos\ hídricos = ('Captação\ de\ água\ doce' * 0,90 + 'Distância\ do\ mar' * 0,10)$ *M. rosenbergii* e *O. niloticus*

2.8. SUBMODELO 'INFRAESTRUTURA'

A malha viária tem grande importância para empreendimentos aqüícolas por razões diversas como chegada de insumos incluindo ração e serviços, bem como o escoamento da produção. Embora os mapas para a região estejam desatualizados, não incluindo muitas das estradas secundárias não pavimentadas presentes, a imagem Landsat e a aerofotogrametria foram bastante úteis para cobrir esta deficiência. A via principal de serviços à região é a Rodovia Amaral Peixoto, RJ-106, Tabela 6.

Tabela 6 - Adequação da área em função da distância para as vias de acesso primário (vias pavimentadas) e secundário (não pavimentadas), na área de estudo.

Acesso Primário (m)	Acesso Secundário (m)	Classes
0 - 2.500	0 - 300	4
2.500 – 5.000	300 - 600	3
5.000 - 15.000	600 - 1.000	2
Acima de 15.000	Acima de 1.000	1

Assim, a expressão para o submodelo:

$$\text{Aptidão infra-estrutura} = (\text{'Estradas pavimentadas'} * 0,70 + \text{'Estradas secundárias'} * 0,30)$$

2.9. RESTRIÇÕES AO DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE

Uma série de fatores pode impedir ou restringir o desenvolvimento da aqüicultura. Estes foram identificados espacialmente para a região de estudo, e somados de modo a criar uma máscara de exclusão aplicada ao resultado final do modelo. Foram consideradas áreas restritas todas aquelas que por imposições legais e/ou aspectos técnicos fossem inviáveis para o desenvolvimento da atividade.

As áreas identificadas como restritas à atividade foram: a) Zonas de Proteção de Vida Silvestre (ZPVS), incluindo matas e vegetação arbustiva para a criação dos corredores biológicos e áreas de mangue; b) a Reserva Biológica de Poço das Antas; c) uma faixa de amortecimento 30 m para os rios com menos de 10 m de largura, outra de 50 para rios com largura entre 10 e 50 m; e outra de 100 para rios com largura entre 50 e 200 m, conforme determinado pela Portaria N° 324 de 28/08/04, SERLA; d) uma faixa de proteção de 100 m em torno dos manguezais, conforme a Lei N° 4771 de 15/09/65; e) áreas a 60 m de ambos os lados das vias de acesso, canais e valas; f) áreas urbanas e de expansão urbana do 5° Distrito de Casimiro de Abreu, Barra de São João e os assentamentos Sebastião Lan I e II incluindo zona de amortecimento adicional de 1 km; g) Áreas com altos índices de coliformes fecais como na foz do rio São João (13 a 4.300 NMP/100ml), e na vala dos Medeiros (130 a 240.000 NMP/100ml) foi adicionada uma zona de amortecimento de 2 km em torno destes dois pontos identificados e amostrados além de 3 km de amortecimento em torno das lagoas de decantação de vinhoto de uma usina local de álcool; g) todas áreas em corpos d'água como rios, canais, valas, a represa de Juturnaíba a foz e o mar, pois o estudo em pauta se restringe apenas a identificar o potencial da aqüicultura baseada em terra, em viveiros escavados; h) todas áreas com mais de 15 m de altitude conforme reclassificação da imagem *SRTM* utilizada.

Para a decisão multi-critério fatores de produção para as espécies em questão utilizou-se o módulo *Weight* para *L. vannamei* (Tabela 7) e *O. niloticus* com *M. rosenbergii* (Tabela 8), onde foram dados pesos a cada fator em relação ao outro, como: uso da terra – áreas planas, vias de acesso, recursos hídricos e fatores ambientais.

Tabela 7 - Matriz de decisões utilizada pelo módulo *Weight* para obter os pesos relativos aos fatores de produção para *L. vannamei*.

	Uso da terra	Vias de acesso	Recursos hídricos	Fatores ambientais	Peso
Uso da terra	1				0,06
Vias de acesso	1	1			0,07
Recursos hídricos	9	9	1		0,72
Fatores ambientais	5	2	1/8	1	0,15

Assim a expressão para o submodelo:

$$\text{Aptidão para Aqüicultura} = (\text{'Uso do solo'} * 0,06 + \text{'Fatores ambientais'} * 0,15 + \text{'Recursos hídricos'} * 0,72 + \text{'Infraestrutura'} * 0,07) * \text{'Restrições'}$$

Tabela 8 - Matriz de decisões utilizada pelo módulo Weight para obter os pesos relativos aos fatores de produção para *M. rosenbergii* e *O. niloticus*

	Uso da terra	Vias de acesso	Recursos hídricos	Fatores ambientais	Peso
Uso da Terra	1				0,06
Vias de Acesso	1	1			0,07
Recursos hídricos	8	9	1		0,67
Fatores ambientais	5	3	1/5	1	0,20

Assim a expressão para o submodelo:

$$\text{Aptidão para Aqüicultura} = (\text{'Uso do solo'} * 0,06 + \text{'Fatores ambientais'} * 0,20 + \text{'Recursos hídricos'} * 0,67 + \text{'Infraestrutura'} * 0,07) * \text{'Restrições'}$$

Os modelos com os pesos atribuídos para cada critério e os sub-modelos de produção que resultou nos mapas temáticos das áreas mais viáveis para a espécie *L. vannamei* e para as espécies *M. rosenbergii* e *O. niloticus* estão ilustrados nas Figuras 3 e 4 respectivamente.

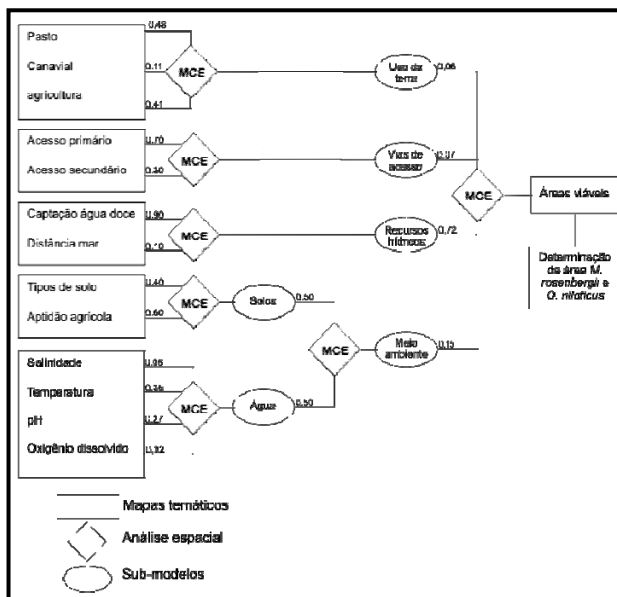


Figura 3 - Modelo do potencial do cultivo de *L. vannamei*, no baixo São João.

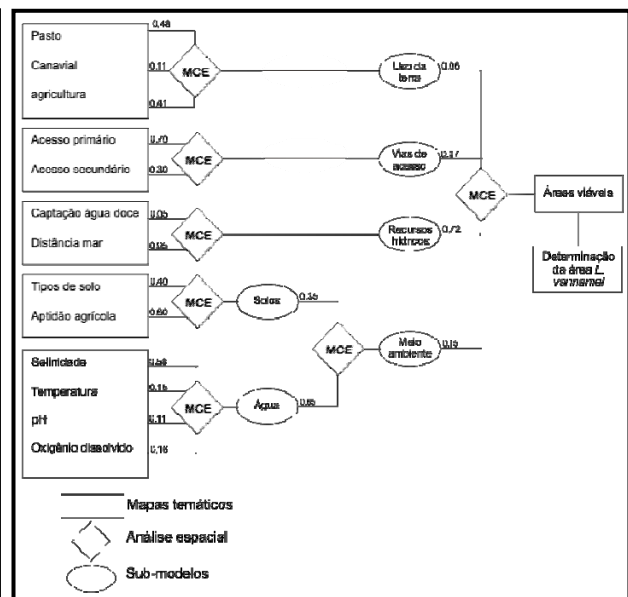


Figura 4 - Modelo do potencial do cultivo de *M. rosenbergii* e *O. niloticus*, no baixo São João.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As figuras abaixo ilustram os resultados da modelagem espacial para as espécies *L. vannamei*, *M. rosenbergii* e *O. niloticus*. O somatório das áreas aptas para o desenvolvimento da aquíicultura é 20,41% (55,79 km²) da área total de 763,47 ha que foram considerados aptos para a aquíicultura. Para o cultivo de camarão marinho e pitú, no entanto, neste estudo, convencionou-se tomando em conta a viabilidade técnica e financeira de empreendimentos desta natureza (carcinicultura), somente manchas de áreas viáveis acima de 15 ha contíguas. Portanto, o total de área disponível para o cultivo de *L. vannamei*

é de 667 ha, sendo considerados 180 ha muito boas e 487 ha boas (Figura 5) e, para o *M. rosenbergii* 4. 697 ha, sendo 3.819 ha excelentes e 878 ha muito bons, (Figura 6).

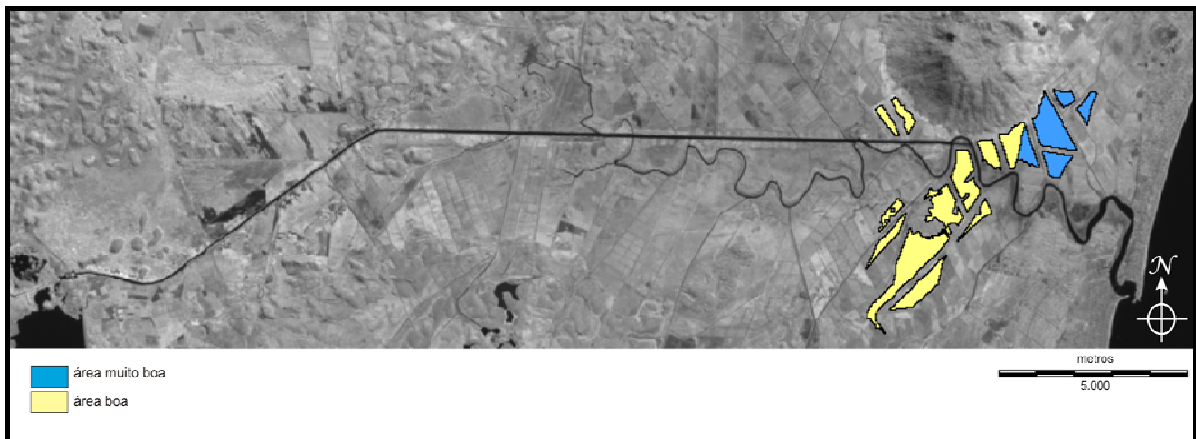


Figura 5 - PI 'Áreas adequadas para o cultivo de *L. vannamei*', no baixo curso do rio São João, totalizando 667 ha.

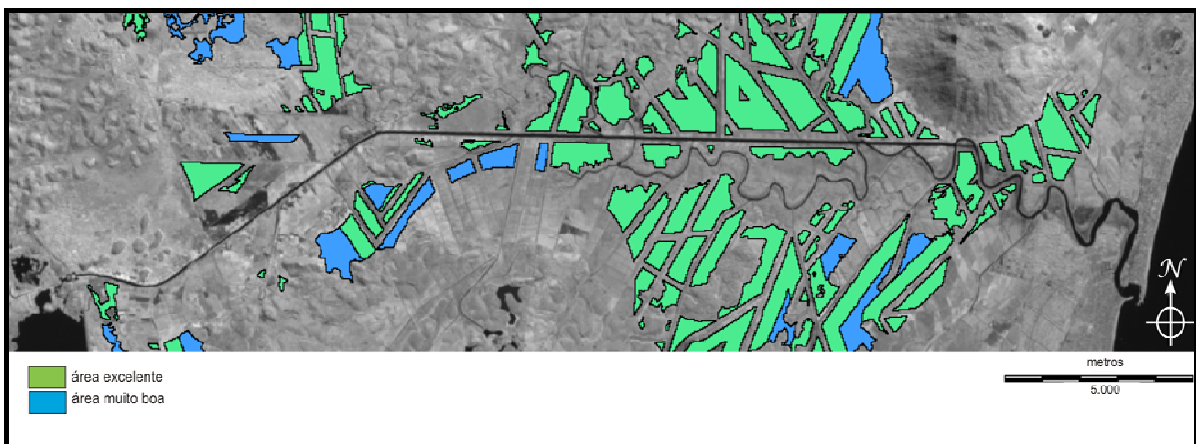


Figura 6 - PI 'Áreas adequadas para o cultivo de *M. rosenbergii*' totalizando 4.697ha.

Para *O. niloticus*, descontando manchas menores de 1ha, ficou disponível 4.905 há, classificada como excelente 3.843 há e muito boas 1.062 ha, (Figura 7).

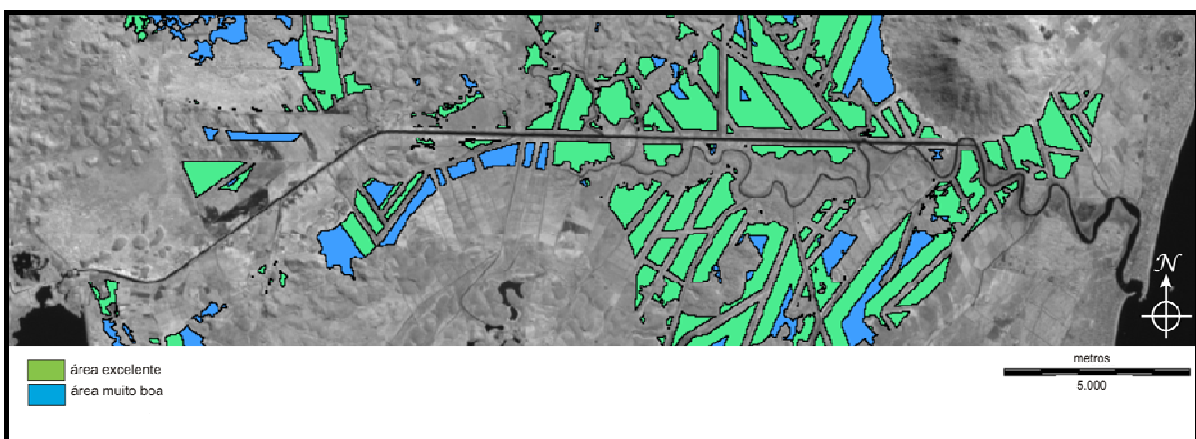


Figura 7 - PI 'Áreas adequadas para cultivo de *O. niloticus*', totalizando 4.905 ha, excluindo manchas menores que 1 ha.

Os resultados obtidos nesta pesquisa já foram utilizados na construção do mapa de zoneamento e plano de manejo da APA do Rio São João, realizado pelo IBAMA em novembro de 2006.

No total, este estudo apontou para mais de 5.300 ha. de áreas adequadas para o cultivo das três espécies consideradas. Um sinal indicativo da validade dos modelos empregados é o fato de 3 propriedades que atualmente empreendem aqüicultura, e adicionalmente mais uma, cuja licença está sendo analisada, estão nas áreas consideradas adequadas.

O *M. rosenbergii* foi introduzido nesta região em meados da década de 80, onde pequenos e médios produtores realizaram a sua engorda. Hoje somente a Fazenda Santa Helena ainda produz esta espécie comercialmente. A sua larvicultura por depender de água salobra, requer que o laboratório esteja situado em região estuarina ou depende do transporte de água salgada ou da produção de água salgada artificial o que eleva bastante o custo. A engorda pode ser realizada nas mesmas áreas escolhidas para a tilápia, (SANTOS & VALENTI, 2002), como também foi proposto neste trabalho.

O Município de Casimiro de Abreu é hoje o principal centro de produção de alevinos de tilápia híbrida para abastecer a região pelo potencial em áreas disponíveis para a aqüicultura dulcícola. Neste trabalho foram identificados no total 4.905 ha. de áreas ideais para o cultivo de *O. niloticus*.

Foi demonstrada a viabilidade de policultivo entre *Oreochromis niloticus* e *Macrobrachium rosenbergii*, (VALENTI, 2002 e SANTOS & VALENTI 2002), pois ambas as espécies toleram água de baixa qualidade e têm exigências de temperatura similares, (ROUSE & KAHN, 1998). Neste trabalho, através do SIG, as áreas determinadas, favorecem o cultivo para ambas as espécies.

Como o sensoriamento remoto oferece uma visão espacial das grandes áreas, necessita da verificação terrestre para que as interpretações possam ser validadas, (BONETTI FILHO, 1996). No presente trabalho, foram realizadas mais de 25 excursões em campo para validar as interpretações das imagens e o georeferenciamento de pontos específicos quanto ao mapa de cobertura e uso do solo. Foram registradas *in loco* fazendas já existentes e em planejamento nas áreas indicadas como boa e muito boa, no modelo empregado neste estudo.

O potencial econômico da aqüicultura da área de estudo para a região está expresso na Tabela 9, relacionando os resultados das áreas propícias, da produtividade média e preços de atacado mínimos encontrados para cada uma das espécies neste estudo. De acordo com dados estatísticos, a aqüicultura gera em torno de 1,89 empregos diretos/ha e 1,86 empregos indiretos/há, (ROCHA & RODRIGUES, 2003). Como o consumo médio per capita de pescado no Brasil é de 6,8 kg/ano, (FAO, 2002), a região estudada teria capacidade de alimentar mais de meio milhão de pessoas com camarão branco, 1,4 milhões com pitu e mais de 4 milhões com tilápia, podendo gerar em torno de 9.300 empregos direto e 9.100 empregos indiretos.

Tabela 9 - Capacidade de produção da região do baixo São João com relação à produtividade das espécies e das áreas adequadas disponíveis.

Produto	Produtividade kg/ha/ano	Área apta¹ disponível em ha	Capacidade de produção (ton)	Caract. produto	Preço atacado Mínimo kg	Receita anual estimada R\$
<i>L. vannamei</i>	5.458*	667	3.640	Inteiro resfriado	8,50 ²	30.940.000
<i>M. rosenbergii</i>	2.100***	4.697	9.864	Inteiro resfriado	9,00 ⁴	88.776.000
tilápia	5.700**	4.905	27.959	Inteiro	3,50 ³	97.856.500
				filetado	6,00 ³	167.754.000

*Rocha & Rodrigues, 2003

**Scott et al., 2002

*** Valenti, 2002

¹ somatória das áreas: excelente, muito bom e bom aptas para a aqüicultura das espécies em questão² CEASA³ Cooperativa Casimiro de Abreu⁴ Fazenda Sta. Helena

4. CONCLUSÕES

O presente trabalho proporcionou a integração dos mais diversos tipos de dados de uma bacia hidrográfica, em particular no estuário do rio São João, e que utilizados de forma conjunta e com o auxílio de técnicas de geoprocessamento possibilitaram uma análise rica, capaz de subsidiar a posterior decisão sobre estratégias de gestão e avaliação de áreas para a aqüicultura e para outras atividades, de maneira sustentável, respeitando as limitações e os potenciais do meio ambiente.

O objetivo da avaliação do potencial para a aqüicultura do baixo curso do rio São João, foi possível através dos dados levantados em campo e aqueles adquiridos através de Sensoriamento Remoto, após a integração e análise por meio de técnicas de geoprocessamento que constituíram uma base eficiente para a seleção de áreas adequadas para aqüicultura com base nos seguintes critérios: possibilidade de captação de água salgada e doce, tipos de solo, aptidão agrícola, topografia, vegetação e uso atual do solo, e das áreas de restrições naturais e legais. O processamento dos dados em ambiente de SIG permitiu integrar as variáveis, mantendo a relação de peso entre elas, e demonstrou ser um recurso adequado para a classificação das áreas com maior ou menor aptidão para aqüicultura das espécies eurihalinas *L. vannamei*, *M. rosenbergii* e *O. niloticus* no baixo curso do rio São João.

A eficiência dos resultados deste trabalho e da metodologia em SIG utilizado pode ser comprovada *in loco*, na fazenda de engorda de *L. vannamei* já existente e do pedido de licenciamento de novos projetos aqüícolas para a região.

A aplicação das técnicas de geoprocessamento contribuiu de forma significativa para as análises e identificação de áreas propícias para a aqüicultura. A integração de diversos tipos de dados, como aqueles oriundos de sensores remotos (satélites), de digitalização de produtos cartográficos e de levantamentos em campo, mostrou-se como uma ferramenta bastante eficiente e precisa que permite a localização espacial de áreas propícias e viáveis para o cultivo das espécies propostas.

O SIG IDRISI[®] mostrou-se uma ferramenta eficiente, rápida e confiável em constatar, por meio de seus diferentes módulos para georreferenciamento, classificação digital do uso

da terra e modelo matemático, indicando as áreas propícias para a aquicultura e de outros planos de informações.

A aquicultura, além de gerar empregos, proporciona alta rentabilidade como atividade comercial e pode gerar receitas significativas de exportação para o país. O potencial da área estudada para o cultivo da tilápia e do pitu gigante-da-malásia, se devidamente aproveitado, pode transformar-se em uma das mais importantes fontes de geração de divisas do setor primário para os municípios do entorno, com capacidade de produção de 27.959 ton. e receita anual entre R\$ 97.856.500 a R\$167.754.000 e, 9.864 ton. e receita de R\$ 88.776.000 respectivamente.

5. REFERÊNCIAS

ABCC. **Programa de biossegurança na fazenda de camarão marinho**. Ed. ABCC, 1ª Ed. 61 p., Recife, 2002.

BARBIERI JR, R. B. e NETO, A. O. **Camarões Marinhos – Engorda**. Ed. Aprenda Fácil. 370p., Viçosa, 2002.

BELTRAME, E. **Seleção de sítios e planejamento da atividade de cultivo de camarões marinhos com base em geotecnologias**. Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFSC para obtenção do título de Doutor. 197 p., Florianópolis, 2003.

BENIGNO, E.; SAUNDERS, C. e WASSERMAN, J. C. **Estudo dos Efeitos da Renaturalização no Regime Hídrico do Baixo Curso do Rio São João**. Universidade Federal Fluminense - Consórcio Intermunicipal Lagos São João - WWF. Niterói. 2003.

BONETTI FILHO, J. **Sensoriamento Remoto Aplicado à Análise de Ambientes Costeiros Impactados - Avaliação Metodológica: Baixada Santista**. Tese de Doutorado. Departamento de Geografia, FFLCH/USP. São Paulo, 1996.

BORGHETTI, B. N. R.; OSTRENSHY, A. e BORGHETTI, J. R. **Aquicultura: uma visão geral sobre a produção de organismos aquáticos no Brasil e no mundo**. Grupo Integrado de Aquicultura e Estudos Ambientais, 128 p., 2003.

BOYD, C. E. **Water quality in ponds for aquaculture**. Auburn University, Alabama. Birmingham Publishig Co. 482 p., Alabama, 1990.

BRANDINI, F. P.; SILVA, A. S. e PROENÇA, L. A. O. Oceanografia e Maricultura. In: VALENTI, W.C. (ed.) **Aquicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável**. CNPq. Ministério da Ciência e Tecnologia, 73-106, Brasília, 2000.

COELHO, P. A.; PORTO, M. R. e SOARES, C. M. A. **Biologia e cultivo de camarões de água doce**. Série Aquicultura No 1. Univ. Federal de Pernambuco, Dep. de Oceanografia. 53p., Recife, 1982.

COSTA, H. G. e FREITAS, A. L. P. Metodologia multicritério para a medição e classificação do grau de satisfação de clientes. In: METROLOGIA, 1., 2000, São Paulo. **Anais...**São Paulo: Sociedade Brasileira de Metrologia, 2000. v.1. p.10.

CUNHA, S. B. da. **Impactos das obras de engenharia sobre o ambiente biofísico da Bacia do Rio São João (Rio de Janeiro – Brasil)**. Edição do autor. 378 p., Rio de Janeiro, 1995.

DELL'ORTO, L.; MORAIS, M. e SOLEDADE, D. Cultivo de Tilápias em Tanques-Rede em Ambiente Estuarino. **Panorama da Aqüicultura**, 12 (72):15-21, Rio de Janeiro, 2002.

DIAS-NETO, J. **Gestão do uso dos recursos pesqueiros marinhos no Brasil**. Edições IBAMA, 242 p., Brasília, 2003.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Critérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento**. Normas em uso pelo SNLCS. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS, (EMBRAPA-SNLCS. Documentos, 11), 67p., Rio de Janeiro, 1988.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Embrapa Solos, 412 p., Rio de Janeiro, 1999.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). **Code of Conduct for Responsible Fisheries**. FAO, Roma, 1995. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/005/v9878e/v9878e00.htm>. Acesso em: 13 de março de 2007.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). **Yearbook of fishery statistics: summary table**. FAO, Roma, 2002. Disponível em: <http://www.fao.org>. Acesso em: 22 de junho de 2005.

HILDSDORF, A. W. S. & MOREIRA, R. G. Aqüicultura retoma desafios da revolução verde. **Scientific American**, 2 (22), 24-29, São Paulo, 2004.

JÚNIOR, H. M. J. & JUNIOR, W. R. dos S. Produção de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em regiões frias do Planalto Serrano de Santa Catarina, In: I Congresso da Sociedade Brasileira de Aqüicultura e Biologia Aquática – Aqüimerco, 2004, Vitória. **Anais...** p. 161.

KAPETSKY, J. M.; MCGREGOR, L. e NANNÉ, E. H. **A geographical information system and satellite remote sensing to plan for aquaculture development: a FAO – UNEP/GRID cooperative study in Costa Rica**. FAO Fisheries Technical Paper, no 287, 51 p., Roma, 1987.

KAPETSKY, J. M.; HILL, J. M. e WORTHY, L. D. A Geographical Information System for Catfish farming Development. **Aquaculture**, 68,311-320, 1988.

KAPETSKY, J. M. & NATH, S. S. **A strategic assessment of the potential for freshwater fish farming in Latin America**. FAO Copescal Technical Paper, 10, Roma, 128 p., 1997.

KUBITZA, F. Tilápia em água salobra e salgada. Uma boa alternativa de cultivo para estuários e viveiros litorâneos. **Panorama da Aqüicultura**, 15 (88), 14-18, Rio de Janeiro, 2005.

LIKERT, R. A. Technique for measurement of attitudes. **Archives of psychology**, v.140, n.1, p.5-55, 1932.

NEW, M. e SINGHOLKA, S. Cultivo **Del camarón de água Dulce. Manual para el cultivo de Macrobrachium rosenbergii**. FAO Documento Técnico de Pesca 224. Roma, 118p., 1984.

NUNES, A. J. B. O cultivo do Camarão *Litopenaeus vannamei* em águas oligohalinas. **Panorama Aqüicultura** ,11 (65), 26-33., Rio de Janeiro, 2001.

NUNES, A. J. B.; SANTANA JR, A. L. V.; BORBA JR, C. G e WALDIGE, V. **Fundamentos da engorda de camarões marinhos**. 2ª Ed. Purina do Brasil, 42 p., São Lourenço da Mata, 2004.

ONO, E. A. e KUBITZA, F. Construção de viveiros e de estruturas hidráulicas para o cultivo de peixes. **Panorama da Aqüicultura**, 12 (72), 35-48, Rio de Janeiro, 2002.

PÁDUA, H. B. **O solo na aqüicultura. Composição e gradiente das partículas do solo. Métodos práticos de identificação**: 8 p., Jundiaí, 2003. Disponível em: http://www.serrano.neves.nom.br/helcias/017_helcias.pdf. Acesso em: 04 jan. 2007.

PAEZ-OSUNA, F. **Camaronicultura y Médio Ambiente**. Unidad Acadêmica Maztlán. Instituto de Ciências Del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Mazatlán, Sinaloa, 450 p., México. 2001.

POOPER, D. M. e DAVISON, R. An experiment in rearing freshwater prawns in brackish water. In **Giant prawn farming**, ed. M. B. NEW, 161-172, Amsterdam, Elsevier, 1982.

PROENÇA, C. E. M. e BITTENCOURT, P. R. L. **Manual de Piscicultura Tropical**. IBAMA, DIREN, DEPAQ/DIPEA, 196 p., Brasília, 1994.

RIBEIRO, T. A. C. **Avaliação institucional de IES**: um estudo de caso sob a ótica do corpo discente. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes.

ROCHA, I. P. Impactos Sócio-econômicos e ambientais da carcinicultura brasileira: Mitos e Verdades. ABCC: 8p. 2004. Disponível em: www.abccam.com.br/ Acesso em: 12 fev. 2007.

ROCHA, I. P. e RODRIGUES, J. A carcinicultura brasileira em 2002. **Revista da ABCC**, 5(1), 30-45, Recife, 2003.

ROCHA, I. P.; RODRIGUES, J. & AMORIM, L. **A carcinicultura brasileira em 2003**. Recife, 2004. Disponível em: <http://www.mcraquacultura.com.br/arquivos/A%20CARCINICULTURA%20EM%202003.pdf>. Acesso em: 04 jan. 2007.

ROUSE, D. B. e KAHN, B. M. Production of Australian red claw *Cherax quadricarinatus* in polyculture with Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. **Journal of the World Aquaculture Society**, 29 (3), 340-344, 1998.

ROY, B. **Classement et choix em presence de points de vue multiples** (la methode Electre). Lausanne: Presses Polytechniques et Universitaires, 1968.

SAATY, T. L. **Método de análise hierárquica**. São Paulo: McGraw-Hill, 1991.

SANTOS, M. J. M. e VALENTI, W. C. Production of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* and freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* stocked at different densities in polyculture systems in Brazil. **Journal of the World Aquaculture Society**, 37(3), (no prelo), 2002.

SANTOS, H. G. dos; OLMOS ITURRI LARACH, J. & MOTHCI, E. P. Símbolos e convenções para identificação de classes de solos. **Boletim informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, set./dez, v. 21, (3), 119-122, Campinas, 1996.

SCOTT, P. C. **GIS and Remote Sensing – based models for development of aquaculture and fisheries in the coastal zone: a case study in Baía de Sepetiba, Brasil**. Tese de Doutorado. Institute of Aqualculture, University of Stirling, 244, Stirling, Scotland, 2003.

SCOTT, P. e ROSS, L. G. O Potencial da Mitilicultura na Baía de Sepetiba. **Panorama da Aquíicultura**, (setembro/outubro), 13-19, Rio de Janeiro, 1998.

SEIFFERT, W. Q. **Modelo de planejamento para a gestão territorial da carcinicultura marinha**. Tese apresentada para o curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) para a obtenção do título de Doutor em Engenharia Civil, 230 p., Santa Catarina, 2003.

SMITH, T. I. J., SANDIFER, P. A. e JENKINS, W. E. Growth and survival of prawns, *Macrobrachium rosenbergii*, pond reared in different salinities. In: **Giant prawn farming**, ed. M. B. NEW, 191-202, Amsterdam, Elsevier. 1982.

SOUTO, M. V. da S. e AMARO, V. E. Aplicação das técnicas de geoprocessamento para o mapeamento da Vulnerabilidade Natural para a região da Ponta do Tubarão, litoral setentrional do Estado do Rio Grande do Norte, município de Macau. **Anais XII SBSR**, 2773-2778, Joãoia, 2005.

VALENTI, W. C. Freshwater prawn culture in Brazil. **World Aquacult.**, 24 (1), 30-34, Baton Rouge, 1993.

VALENTI, W. C. Situação atual e perspectivas da carcinicultura no Brasil e no mundo, pp. 8-18, in **Anais I. Simpósio Internacional sobre Nutrição de Peixes e Crustáceos**, 1994. Campos do Jordão, Campos do Jordão, 1995.

VALENTI, W. C. Aquaculture for sustainable development. In: VALENTI, W.C. et al. **Aqüicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável**. CNPq/MCT, 17-24, Brasília, 2000.

VALENTI, W. C. Criação de camarões de água doce, pp. 229-237, in **Anais 12º Congresso de Zootecnia, Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos**, Vila Real, Portugal, 2002.

ZELENY, M. **Multiple criteria decision making**. New York: MacGraw-Hill, 1982.

ZIMMERMAN, S. Desafios da produção intensiva de tilápias (*Oreochromis spp*) no Brasil, p. 65, In: I Congresso da Sociedade Brasileira de Aqüicultura e Biologia Aquática – Aqüimerco, **Anais...**, 464 p., Vitória, 2004.

GIS and remote sensing supported aquaculture potential determination along the lower stretch of the São João river – RJ

Claudio Michael Völcker¹, volcker@superig.com.br

Philip Scott², philip@laquasig.bio.br

¹OADS - Organização Ambiental para o Desenvolvimento Sustentável - Araruama, RJ, Brasil

²Universidade Santa Úrsula, Instituto de Ciências Biológicas e Ambientais - Rio de Janeiro, RJ, Brasil

*Received: June, 2008 / Accepted: December, 2008

ABSTRACT

*This study was carried out in order to identify the potential and suitable areas for land-based aquaculture development along the lower stretch of the São João River, RJ. A Geographical Information System was prepared using several image sources. Two models were developed integrating important environmental criteria for euryhaline species already cultured in the study area which include – *Litopenaeus vannamei*, *Macrobrachium rosenbergii*, and *Oreochromis niloticus*. The choice of suitable areas was based on the processing of several images integrated in a multicriteria evaluation (MCE). Areas with development restrictions were identified and excluded. An Analytical Hierarchy Process (AHP) was used to establish weights for the MCE generating suitable areas for each species. The total suitable area found was 55.79 km². In total, 667 ha were found suitable for *L. vannamei*, 4.697 ha for *M. rosenbergii* and 4,905 ha for *O. niloticus*. It is hoped that this information will be useful for regional planners, managers and investors. The results include potential generation of new jobs as well as aquaculture production.*

Key-words: Aquaculture. GIS. Environmental Management. São João River.
