Revista de GESTÃO COSTEIRA Integrada
Journal of Integrated COSTAL ZONE MANAGEMENT

http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-538_Collaco.pdf | DOI:10.5894/rgci538

Cultivo de Bijupirá (*Rachycentron canadum*) em Cananeia, SP, Brasil. Avaliação da viabilidade utilizando geoprocessamento

Fátima L. Collaço[a]; Sílvia M. Sartor[b]; Edison Barbieri[@, a]

Resumo

Os relatórios frequentes da FAO indicam a redução da pesca extrativista e o crescimento da maricultura na última década, como uma alternativa para a produção de alimento e geração de renda. O Bijupirá, *Rachycentron canadum,* se destacou nos últimos anos,sendo estudado sobre diferentes aspectos com vistas à produção comercial no Brasil. Com o crescimento da maricultura, o desenvolvimento de instrumentos gerenciais para a zona costeira se mostra cada vez mais necessário. Com o estabelecimento de bases sustentáveis para a correta escolha dos locais de instalação de cultivos é possível maximizar a eficiência da maricultura, produzindo o máximo de organismos com o mínimo de custo. Essa viabilidade exige o entendimento da relação entre as exigências fisiológicas do organismo aquático selecionado frente às condições ambientais. Neste trabalho utilizou-se dados obtidos de pesquisas bibliográficas, documentos de agências públicas, restituição de imagens de satélite e coletas de campo organizados em um gerenciador de banco de dados geográficos. Os dados foram analisados utilizando geoestatística, interpolação, análise de distância e de densidade para definir prováveis áreas ideais para o cultivo de Bijupirá na região estuarina e costeira de Cananéia. Como resultado obteve-se a indição de áreas propícias ao cultivo de Bijupirá na região de estudo considerando variáveis ambientais, socioeconômicas e logísticas. Demonstrou-se que a ferramenta Sistema de Informações Geográficas (SIG) é capaz de contribuir de forma efetiva, facilitando a tomada de decisão, por parte de interessados na maricultura e por gestores licenciadores e fiscalizadores.

Palavras-chaves: Geoprocessamento, Gestão Costeira, maricultura, Bijupirá, Rachycentron canadum.

Abstract

Cultivation of cobia (Rachycentron canadum) in Cananeia, SP, Brazil. Feasibility assessment using GIS

The Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) frequently publishes reports about world fisheries production. These reports state wild fish stocks increasingly depleted and mariculture production growth in the past decade. The mariculture emerged then as an alternative to food production and generating income. Cobia, Rachycentron canadum, has been highlighted in recent years and is being studied in different aspects aiming its commercial production in Brazil. As mariculture has expanded, the development of management instruments for coastal zone is shown increasingly necessary. As establishing a sustainable basis to select the proper location to install fish farming it is possible to maximize the efficiency mariculture, producing raising the maximum number of organisms with minimal costs. This viability occurred through the understanding of the relationship between the physiological requirement of the aquatic organism selected and the environmental conditions. Data were obtained through literature searches, documents from government agencies, restitution of satellite images and field sampling organized in a manager geodatabase and analyzed using geostatistical interpolation, distance and density analysis to define ideal areas of Cananéia´s estuary and coastal zone to cultivate Cobia. The current

[@] Corresponding author, to whom correspondence should be addressed:

[a] Instituto de Pesca – APTA – SAASP – Governo do Estado de São Paulo. Av. Prof. Besnard s/n. Caixa Postal 157. CEP 11990-000. Cananéia, SP, Brasil. e-mails: Collaço <fatinhalis@gmail.com>; Barbieri <edisonbarbieri@yahoo.com.br>

[b] Avenida Prof Luciano Gualberto, 380, travessa 3 - CEP 05508-010. Butantã, São Paulo - SP, Brasil. e.mail: <silvisartor@gmail.com>

Submission: 13 JUL 2014; Peer review: 25 AUG 2014; Revised: 10 NOV 2014; Accepted: 28 MAR 2015; Available on-line: 30 MAR 2015

This article contains supporting information online at http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-538_Collaco_Supporting-Information.pdf

work indicates areas suitable for growing Cobia in the studied region considering environmental, socioeconomics and logistics variables. The Geographic Information System (GIS) has shown itself capable of contributing effectively, facilitating potential shell fishermen and manager decision making.

Key words: GIS, coastal management, mariculture, cobia, Rachycentron canadum.

1. Introdução

A produção mundial de pescado em 2009, segundo FAO (2010), atingiu um volume de 145,1 milhões de toneladas. A maricultura correspondeu a 13,8% e a pesca extrativista marinha a 55% deste total. O relatório indicou ainda um crescimento de 17% da maricultura na última década. Paralelamente, a pesca extrativista teve um decréscimo de 5%, com a maioria dos estoques pesqueiros tradicionais em declínio. A causa principal desta queda ocorre em virtude da sobrepesca e da destruição dos habitats, em decorrência da expansão das atividades antrópicas na zona costeira. A sobrepesca vem atuando em níveis insustentáveis (Pauly *et al.* 2002, 2013), enquanto os habitats vem sendo degradados por vários interesses econômicos.

Peixe é a principal fonte de proteína para 17% da população mundial (FAO, 2013). Com o crescimento populacional aliado ao declínio dos estoques pesqueiros, estima-se que haverá aumento de empreendimentos de aquacultura no mercado futuro. A indústria pesqueira também acredita na maricultura como substituto em potencial de seus lucros. Segundo Brandini *et al.* (2007), milhões de dólares tem sido investidos na produção de algas, peixes e outros frutos do mar, utilizando tecnologia em escala comercial, exemplificados pela China, Perú e Indonésia que se destacaram em 2008 como maiores produtores mundiais (FAO, 2010). No Atlântico o Bijupirá vem sendo explorado comercialmente (Arnold *et al.*, 2002) e, nos últimos anos, tem sido considerado um peixe importante para a aquacultura devido ao seu crescimento rápido e eficaz com utilização da ração (Chou *et al.*, 2001; Liao & Leaño, 2007).

Sanches *et al.* (2008) afirmam que a maricultura vem ganhando impulso nos últimos anos pela consolidação dos resultados de pesquisas acadêmicas, despertando o interesse da iniciativa privada e potencializando a atividade.

O Bijupirá (*Rachycentron canadum)* vem se destacando nos últimos anos na maricultura brasileira, sendo estudado sob diferentes aspectos com vistas à produção comercial no Brasil. Batista (2011) avaliou o crescimento e canibalismo em juvenis, concluindo que grupos homogêneos de peixes pequenos apresentam melhor taxa de crescimento se comparado com grupos homogêneos de peixes grandes. Também concluiu que a classificação por tamanhos evitou perda por canibalismo. Sanches *et al.*, (2013) avaliaram a viabilidade econômica da produção de formas jovens, concluindo pela viabilidade quando houver taxa de sobrevivência superior a 10% e preço superior a R$ 2,00/kg. Devido aos custos de implantação e manutenção há maior viabilidade econômica do cultivo para grandes empreendedores (Sanches *et al.*, 2008; Domingues, 2012). Tosta (2010) avaliou a oferta de ração para Bijupirá concluiu ser viável o cultivo de juvenis da espécie para engorda em tanque-rede no mar. Sampaio *et al.* (2010) investigaram o avanço da maricultura, no Brasil, na primeira década do Século XXI citando o Bijupirá como espécie mais promissora para ser produzida em ambientes marinhos. Cavalli *et al.* (2011) também consideraram a produção de Bijupirá promissora no Brasil em mar aberto.

Com o crescimento da maricultura, o desenvolvimento de instrumentos gerenciais para a zona costeira se mostra cada vez mais necessário, já que sua falta pode causar prejuízos irremediáveis aos ambientes costeiros e a vida aquática como um todo.

Os Sistemas de Informações Geográficas - SIG vêm sendo amplamente utilizado por vários países nas últimas décadas para planejar as atividades humanas nas regiões litorâneas (Scott & Vianna, 2001; Simms, 2002; Scott, 2003; Macleod, 2002; Freitas *et al.*, 2009; Farias *et al.*, 2010; Bezerra *et al.*, 2011). SIG´s vêm sendo desenvolvidos com a proposta de combinar dados espaciais, descrever e analisar interações, fazer previsões através de modelos e fornecer apoio na tomada de decisões. O domínio de técnica de geoprocessamento aliada ao conhecimento das variáveis ambientais e metabolismo dos organismos aquáticos pode apoiar o planejamento contribuir para a sustentabilidade aquícola de uma área.

Estabelecendo bases sustentáveis para a correta escolha de locais para cultivos é possível maximizar a eficácia da maricultura. O entendimento da relação entre exigência fisiológica do organismo aquático selecionado frente às condições ambientais é primordial nesse processo.

Diversos autores utilizaram SIG no planejamento da maricultura. Salam & Ross (1999) utilizaram SIG para modelar a aqüicultura em Bangladesh, Índia, comparando dois cenários distintos de produção de peixes e camarões em águas doce e salobra. Salam *et al.* (2003) utilizaram SIG para comparar a eficiência de cultivos de caranguejo e camarão nos estuários do sudeste de Bangladesh, Índia, buscando identificar as melhores áreas para tal finalidade. Macleod (2002) utilizou SIG para avaliar o potencial da maricultura em

mar aberto, na costa de Massachusetts, USA, considerando o bacalhau *Gadhus morhua* e o mexilhão *Mytilus edulis*. Bezerra *et al.* (2011) definiram áreas propícias para o cultivo de peixes no Estado de Pernambuco utilizando SIG. Vianna (2007) comparou os métodos determinísticos e probabilísticos para a seleção de sítios, utilizando como exemplo a maricultura de Santa Catarina. Longdill *et al.* (2008) propuseram o uso de SIG para selecionar áreas para a maricultura visando a sustentabilidade a longo prazo, utilizando cultivo suspenso do mexilhão *Perna canaliculus,* na Nova Zelândia. Radiarta *et al.* (2008) identificaram locais mais adequados para o cultivo de vieira *Mizuhopecten yessoensis* na baía de Funka, Hokkaido, Japão. Freitas *et al.* (2009), com o uso de SIG, avaliaram locais propícios para a instalação de fazenda de camarão marinho, na região da Ilha da Torotama, Rio Grande do Sul. Farias e*t al.* (2010) identificaram áreas favoráveis ao cultivo de macroalgas marinhas no município de Amontada, Ceará. Silva *et al.* (2011) selecionaram área para o cultivo de marisco no estuário de Valdivia, no Chile. Esses trabalhos comprovaram a efetividade da ferramenta na identificação de áreas de cultivos.

Este estudo foi motivado por recentes programas de fomento para cultivo de Bijupirá na região. Neste contexto, utilizaram-se técnicas de geoprocessamento para indicar áreas propícias ao cultivo de Bijupirá *Rachycentron canadum* na região estuarina-lagunar de Cananéia, Estado de São Paulo, Brasil, considerando variáveis físicas, químicas, biológicas do ambiente costeiro e estuarino, e o metabolismo da espécie.

2. Métodos

A área de abrangência deste estudo foi compreendida pelas águas estuarinas e costeiras do município de Cananéia/SP, delimitada pelos paralelos 25° 18' 30" e 24° 53' 00" Sul e pelos meridianos 48° 12' 00" e 47° 33' 30" Oeste, referenciadas pelo Datum Horizontal SIRGAS 2000. Nas águas costeiras definiu-se como limite a área de abrangência da Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Sul. O estuário de Cananéia possui tradicionalmente atividades de maricultura, especialmente o manejo de ostras. A área também tem um papel importante do ponto de vista bioecológico, sendo responsável pela produção de matéria orgânica que serve de alimento para muitas espécies. Barbieri e Cavalheiro (2000) descrevem a área como um importante criadouro para um grande número de peixes e crustáceos de interesse comercial devido a sua elevada produtividade.

Para padronizar os procedimentos que foram adotados no planejamento da maricultura, o presente estudo propõe utilizar o geoprocessamento como uma ferramenta útil para a tomada de decisões, com análise utilizando modelo conceitual pautado em processo analítico hierárquico – AH. Adaptou-se a metodologia proposta por Macleod (2002), que avaliou o potencial de aqüicultura "offshore" de Bacalhau Atlântico (*Gadus morhua)* e mexilhões (*Mytilus edulis)*, em Massachusetts, USA, utilizando SIG.

Para a modelagem dos dados foi utilizado o software gvSIG versão 1.11 (GVSIG, 2011). Uma Base de Dados Geográfica - BDG (Gazola e Furtado, 2007) foi estruturada para armazenar, editar, relacionar e analisar os dados. O sistema de projeção adotado foi UTM - SIRGAS 2000, fuso 23S, MC -45.

2.1. A espécie

O Bijupirá é uma espécie marinha migratória de ampla distribuição em oceanos tropicais e subtropicais, ocorrendo também de forma sazonal, em águas temperadas (Briggs, 1960; Shaffer & Nakamura, 1989). É encontrada nos oceanos Atlântico e Pacífico onde a temperatura média da água é 24°C ou superior (Smith, 1995). Bijupirás foram coletados nos USA em águas com temperatura entre 16,8°C e 32°C (Shaffer & Nakamura, 1989). Shaffer & Nakamura (1989) relataram que temperaturas superiores a 37,7°C são letais para juvenis de Bijupirá. Toleram temperaturas abaixo de 17,7°C; contudo, a 18,3°C param de se alimentar (Shaffer & Nakamura, 1989). Alwood *et al.* (2004) detectaram que a temperatura letal é de 10,4°C e que juvenis quando expostos a temperatura da água entre 16°C e 17°C deixam de se alimentar.

Segundo Liao & Leaño (2005), no cultivo de Bijupirá, para que se obtenha o desenvolvimento máximo, a temperatura deve variar entre 27°C e 29°C. Liao & Leaño (2005) também relatam que em intervalos de 16°C a 27°C essa espécie cresce de forma moderada, e se percebe uma diminuição significativa no consumo de alimento em temperaturas abaixo de 16°C. Em experimento realizado em mar aberto, na Costa Rica, em temperatura variando de 26°C a 30°C, em baixa densidade, o Bijupirá alcançou um peso médio entre 4 e 6kg em um ano de cultivo (Benetti *et al.*, 2008). Miao *et al.* (2009) afirmam que a temperatura ideal para a espécie está entre 22°C e 32°C. Miao *et al.* (2009) relataram que, nos sistemas de cultivo, se observou redução na alimentação de Bijupirás quando a temperatura diminuía para 20 - 21°C, cessando completamente ao chegar em 19° C. Também observaram que temperaturas abaixo de 16° C e acima de 36° C são letais para a espécie. Sampaio *et al.* (2010) relataram que juvenis de Bijupirá, quando expostos a temperaturas entre 27°C e 29°C, têm otimizados seu crescimento e eficiência alimentar, e que, em temperaturas menores, até 18° C, têm seu crescimento retardado (Schuwarz *et al.*, 2007, Sampaio *et al.*, 2010). Expostos a temperaturas superiores a 36°C cessam a alimentação, e 36,5°C

é considerada letal para 50% da população (Sampaio *et al.* 2010).

Naturalmente a espécie é encontrada em águas com salinidade entre 22,5 e 44,5 (Shaffer e Nakamura, 1989). O Bijupirá tolera ampla variação de salinidade podendo crescer em ambientes pouco salinos; porém, quando a salinidade é inferior a 5, começam a ficar suscetíveis a doenças e a requerer adição nutricional (Faulk e Holt, 2006). Alwood *et al.* (2004) observaram mortalidade total em juvenis de Bijupirá em salinidades abaixo de 2. Miao *et al.* (2009) afirmam que a espécie tolera os limites de salinidade de 4 e 35. Sampaio *et al.* (2010) observaram maior crescimento de juvenis na salinidade 30 do que em 15 e 5, diferentemente de Resley *et al.* (2006) que não verificaram diferenças no crescimento de juvenis a 5 e 30 de salinidade. Cavalli *et al.* (2011) relataram que em experimento realizado na costa de Recife, a espécie estocada em viveiro de terra com variação de salinidade entre 14 e 26 teve a sobrevivência estimada em 82%. Chen *et al.* (2009) recomendaram a salinidade 30 como ideal para o desenvolvimento de juvenis de Bijupirá. Barbieri & Doi (2012) avaliaram a toxicidade da amônia em juvenis de Bijupirá, nas salinidades 5, 20 e 35 e concluíram que quando menor que 20, o metabolismo aumenta e são mais sensíveis a ação da amônia.

2.2. Classificação de critérios

A classificação dos critérios que foram utilizados para orientar as análises e definir as áreas propícias estão elencados na Tabela 1.

As variáveis ambientais foram confrontadas com as características bioecológicas da espécie. Consideraram-se também aspectos socioeconômicos e logísticos visando melhor custo benefício do empreendimento.

Definiram-se 3 critérios para a escolha das áreas mais adequadas para implantação de projeto de cultivo de Bijupirá. O critério "Ambiental" levou em conta as condições ambientais relativas à qualidade da água e variáveis importantes para o desenvolvimento da espécie escolhida, o "Socioeconômico" considerou os potenciais conflitos com os usos já existentes na área e o "Logístico" a proximidade das estruturas de beneficiamento de pescado e dos mercados consumidores.

Os dados relativos a estes critérios foram padronizados e classificados em 3 classes conforme proposto por Bezerra (2010) considerando o cultivo do Bijupirá: muito adequada, adequada e inadequada (Tabela 1).

Consideraram-se áreas muito adequadas aquelas que apresentaram condições ideais para o cultivo, onde se espera que o Bijupirá tenha o máximo desempenho. Áreas adequadas foram aquelas onde as variáveis estão dentro dos limites aceitáveis pela bioecologia da espécie. As áreas consideradas inadequadas referem-se àquelas que não apresentam condições adequadas para o cultivo do Bijupirá. Como complemento, também há a necessidade de avaliar a viabilidade econômica de cada empreendimento.

As variáveis foram analisadas individualmente, para possibilitar livre escolha ao tomador de decisão, quanto aos critérios que deseja considerar, adotando-se posteriormente um processo de análise espacial efetuado após a escala das viariáveis e definição dos seus pesos (Figura 1)

2.3. Descrição das variáveis

2.3.1. Poluição

A resolução CONAMA nº 357 de 2005 determina os níveis aceitáveis para o cultivo de bivalves, considerando serem organismos filtrantes, utilizados na alimentação humana. No presente estudo utilizaram-se os níveis recomendados por esta norma. Considerando se tratar de água salobra, adotou-se o valor determinado na seção II, alínea "g" do inciso I do art. 18 da Resolução CONAMA nº 357 de 2005 para cultivo de bivalves, ou seja, 88 coliformes por 100 ml em 90% das amostras (CONAMA, 2005). Para os demais usos, incluindo a pesca e o cultivo de organismos, esta resolução determina que a contagem de coliformes não deve exceder a 100 por 100 ml em 80% das amostras. Visando colaborar com a manutenção da qualidade de água na área de estudo optou-se por utilizar os níveis mais rígidos de presença de coliformes, ou seja, 88 coliformes por 100 ml de água. Os dados de referência utilizados na avaliação foram levantados pelo Instituto de Pesca, base de Cananéia, em 2012, constituindo os únicos dados para toda a região.

2.3.2. Potencial de poluição

Como critério para "locais potenciais de poluição", considerou-se localizações com atividades náuticas, levantadas pela Agência Ambiental da CETESB de Registro, no ano de 2011, além de locais levantados em Google Earth®. Foram incluídos como pontos de potencial poluição: Estação de Tratamento de Esgoto, postos de abastecimento náutico, balsa, entrepostos pesqueiros, trapiches, rampas e portos.

2.3.3. Temperatura e salinidade

Os dados de temperatura e salinidade foram levantados em campo com o uso de garrafas VanDorf, termômetros e refratômetros. Estes dados foram levantados em 5 campanhas realizadas em 2012, com total de 90 estações de coleta.

2.3.4. Rotas de navegação

A área de estudo constitui-se em área utilizada para navegação. Correspondem aos locais de maior profun-

Tabela 1 - Classificação dos critérios utilizados para a indicação de áreas propícias ao cultivo de Bijupirá.
Table 1 - Classification of criteria used for indication of appropriate areas for the cultivation of Cobia.

Critério	Unidade	Faixa de classificação			Referências	Tipo de análise
		Muito adequada	Adequada	Inadequada		
Ambiental						
Poluição C. Termotolerantes	NMP/1000	0	<88	>88	Dados IP/2012; Resolução CONAMA nº 357/2005	Método determinístico
Potencial de poluição	Proximidade	Distante	-	Próximo	Imagens Google Earth®	Método probabilístico
Temperatura	°C	27 – 30	16 - 27	<16 e >36	Alwood *et al.* (2004); Miao *et al.* (2009); Schuwarz *et al.* (2007), Sun *et al.*(2006), Sampaio *et al.* (2010); Benetti *et al.* (2008); Liao & Leaño (2005); Shaffer & Nakamura (1989); Alwood *et al.*(2004) e Miao *et al.* (2004)	Método determinístico
Salinidade		30	<20 - 35>	<2 e >44,5	Faulk & Holt (2006); Alwood *et al.*(2004); Sampaio *et al.*(2010); Barbieri & Doi (2012); Shaffer & Nakamura (1989), Miao *et al.*(2009)	Método determinístico
Socioeconômico						
Conflitos de uso Rota de embarcação Estruturas náuticas e praia para banho	M - -	Fora da faixa de 100 - -	- - -	Dentro da faixa de 100 - -	Carta Naútica 1703; coleta de campo; imagens Google Earth®; ortofotos IF/PPMA/2001; CETESB/2011	Método determinístico Método probabilístico
Conflito com interesses de UC´s	-	Sem restrição		Com restrição	Mosaico IF/PPMA/2001; IBAMA/2007.	Método determinístico
Logístico						
Unidades de beneficiamento	Proximidade	Próximo		Distante	Imagens Google Earth; CETESB/2011	Método probabilístico
Mercado consumidor	Proximidade	Próximo		Distante	Imagens Google Earth; CETESB/2011	Método probabilístico

didade excluindo áreas estuarinas com bancos de areia ou baixios que, aliados à variação de maré, dificulta a navegação. Desta forma, manter estas áreas livres de estruturas fixas ou flutuantes é extremamente importante. Através dos dados bati-métricos definiu-se os locais com maior profundidade (de 5 a 20 metros), que originou as rotas de navegação. Com a definição de um buffer de 100 metros produziu-se o Mapa de conflito com rotas de navegação.

2.3.5. Estruturas náuticas e praia para banho

Foram consideradas estruturas náuticas: trapiches, rampas, portos, entrepostos pesqueiros. Como praia para banho, considerou-se os locais frequentados por banhistas.

2.3.6. Conflitos com Unidades de Conservação

Na região de estudo, existe um mosaico de Unidades de Conservação, predominantemente de uso sustentável. Apesar dos usos destas Unidades estarem previstos no SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação, Lei nº 9.985 de 2000 (SNUC, 2000), que permite o uso sustentável de parcela de seus recursos naturais, pode haver conflito entre seus interesses e a atividade de maricultura. Desta forma, foram consideradas as restrições existentes nos

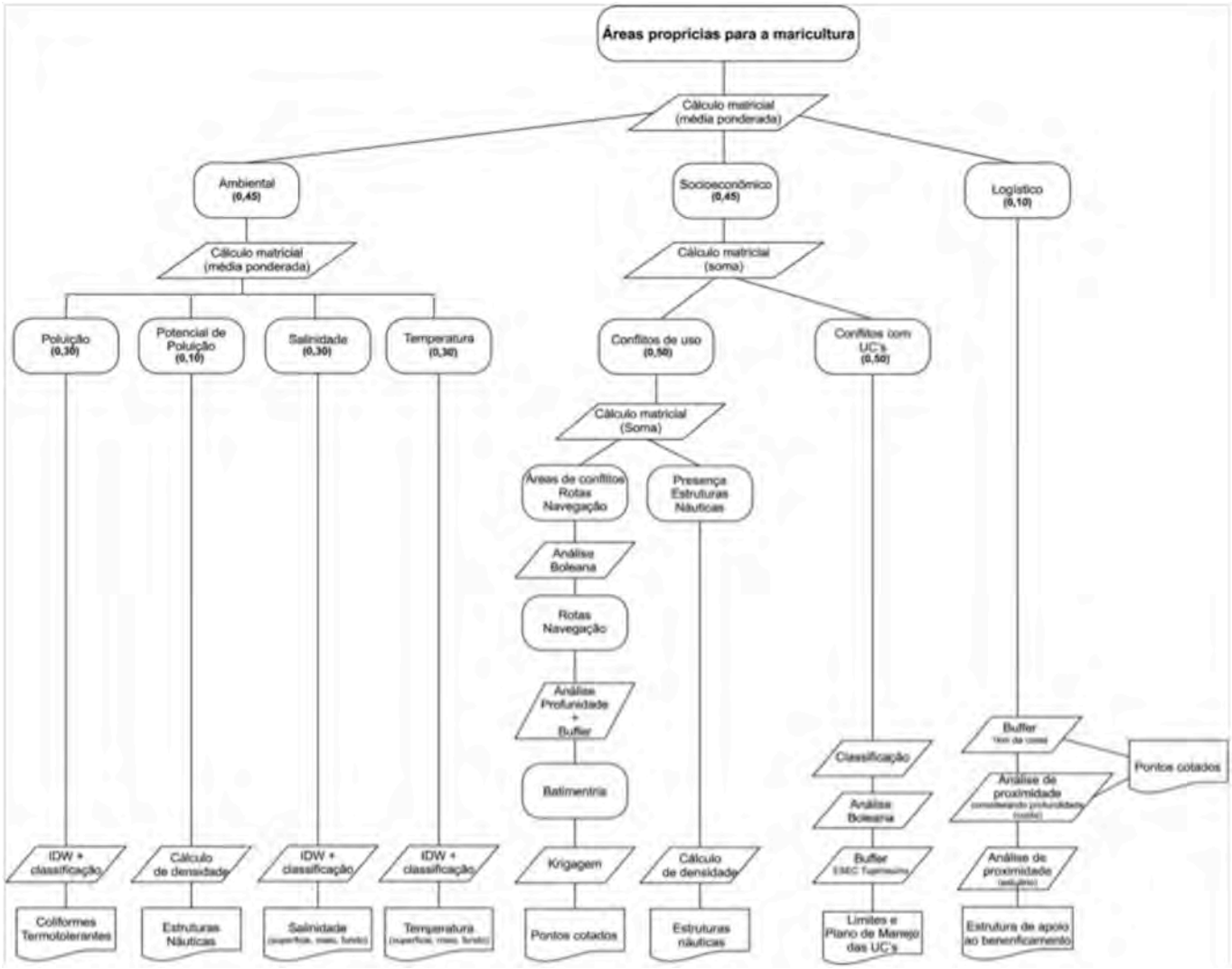

Figura 1 - Processo de análise espacial efetuado após a escolha das variáveis e a definição de seus pesos

Figure 1 - Process of spatial analysis performed after the choice of variables and the definition of their weights

Planos de Manejo, quando existentes, e o tipo de Unidade de Conservação para determinação das áreas propícias para cultivo.

No presente estudo, foram consideradas as Unidades de Conservação (UCs) com território inteiro ou parcialmente inserido no ambiente aquático.

As Reservas Extrativistas – RESEX e Reservas de Desenvolvimento Sustentável – RDS foram incluídas aqui como áreas com restrição, já que seu uso é destinado a atividades específicas.

2.3.7. Unidades de beneficiamento

A proximidade das áreas de cultivo com as unidades de beneficiamento pode representar maior probabilidade e sucesso comercial, pelas facilidades logísticas. Considerou-se como unidades de beneficiamento: fábricas de gelo, unidades de processamento de pescados, unidades depuradoras e entrepostos.

2.3.8. Mercado consumidor

A comercialização da produção de pequena escala geralmente é feita de forma direta aos consumidores e ocorre principalmente no verão. Portanto, as áreas com maior probabilidade e sucesso comercial são aquelas com maior proximidade e melhor acesso aos mercados consumidores e unidades beneficiadoras.

2.3.9. Mapas para análise das variáveis ambientais, socioeconômicas e logísticas

Para análise das variáveis ambientais foram gerados mapas de Poluição, Potencial de Poluição, Temperatura e Salinidade.

Para o mapa de poluição utilizou-se dados da contaminação por coliformes termotolerantes, coletados em 2012 em 10 pontos no estuário pelo Instituto de Pesca (Doi *et al.,* 2014). Para o setor costeiro esta variável não foi considerada porque os índices encontrados estavam

todos abaixo de 2 coliformes termotolerantes por 100 ml.

Utilizou-se a densidade de presença de estruturas náuticas para gerar o mapa de potencial de poluição, obtidas pelos dados da Agência Ambiental da CETESB e levantamento sobre imagens do Google Earth®.

O mapa de salinidade foi gerado com os dados levantados em campo em três profundidades distintas (superfície, meio e fundo), no ano de 2012. Os dados foram interpolados, gerando um mapa de salinidade média. Foram incluídos neste mapa os limites da Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Sul, já que a salinidade da costa tem pouca variação e atende as exigências metabólicas do Bijupirá.

O mapa de temperatura considerou os valores descritos na Tabela 1 e dados levantados em campo.

A partir dos mapas de conflitos de uso, que considerou: a) conflitos com rotas de navegação; b) conflito com a presença de estruturas náuticas, c) praias utilizadas para banho e, d) conflitos com os interesses das Unidades de Conservação, gerou-se o mapa socioeconômico, que identificou as áreas com restrições para a finalidade de cultivos.

Para produzir o mapa logístico considerou-se a proximidade das áreas de cultivo com as unidades de beneficiamento e o mercado consumidor. O critério adotado neste caso foi: quanto mais próximo dessas estruturas maior probabilidade de sucesso comercial. Como há sobreposição dos mercados consumidores com as áreas de estruturas de apoio ao beneficiamento, as variáveis foram analisadas conjuntamente. Na zona costeira se excluiu uma faixa de 1 km onde conflitos poderiam ocorrer e onde a profundidade é muito baixa. Nesta zona consideraram-se ainda as faixas de profundidades e proximidades das estruturas de apoio e comercialização.

3. Resultados e Discussão

Este estudo gerou uma série de mapas que indicam as áreas propícias ou não para o cultivo do Bijupirá.

A partir dos valores médios do monitoramento feito pelo Instituto de Pesca, no ano de 2012, em 10 pontos no estuário de Cananéia, e de acordo com os critérios adotados e a malha amostral disponíveis, observou-se no mapa de Presença de Coliformes Termotolerantes (Figura 2) que não há no estuário um local considerado muito adequado para o cultivo de Bijupirá levando-se em consideração o critério microbiológico.

O mapa de potencial de poluição (Figura 3) apresenta as áreas com maior ou menor potencial de poluição, indicando que o cultivo pode ocorrer em todo estuário, exceto onde há núcleos urbanizados.

Considerando os valores de salinidade definidos na Tabela 1, definiu-se as áreas propícias para o cultivo do

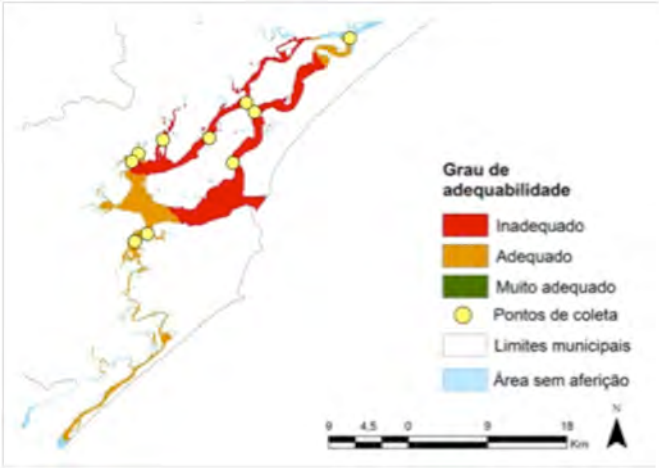

Figura 2 - Áreas contaminadas por coliformes termotolerantes.

Figure 2 - Areas contaminated with termotolerants coliforms.

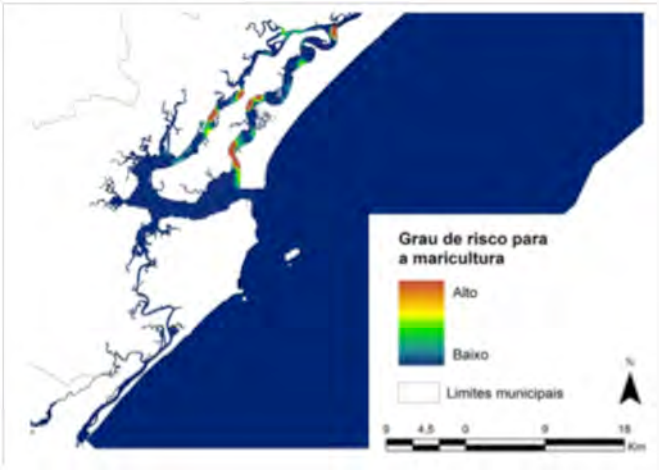

Figura 3 - Mapa de potencial de poluição, considerando a presença de estruturas náuticas.

Figure 3 - Map of potential pollution considering the presence of nautical structure.

Bijupirá (Figura 4), indicando que o cultivo é mais viável na área costeira devido à maior estabilidade na salinidade.

Levando-se em consideração a temperatura, todo o estuário mostrou-se propício para o cultivo do Bijupirá, exceto uma pequena área próxima a barra de Cananéia (Figura 5).

Com as variáveis ambientais constantes na Tabela 1, obteve-se o mapa ambiental (Figura 6), que demonstrou que a área estuarina é inadequada, em toda a sua extensão, ao cultivo do Bijupirá, principalmente devido à contaminação microbiógica e conflitos com outras atividades existentes.

Considerando um *buffer* de 100 metros dos locais com maior profundidade produziu-se as rotas de conflito com a navegação (Figura 7), cujos traçados são importantes para indicar o não uso dessas áreas para cultivos.

Figura 4 - Mapa de salinidade do estuário considerando as faixas de adequabilidade para o cultivo do Bijupirá.

Figure 4 - Salinity map of the estuary whereas the suitability for cultivation of Cobia.

Figura 5 - Mapa de temperatura do estuário considerando as faixas de adequabilidade para o cultivo de Bijupirá.

Figure 5 - Temperature map of the estuary whereas the suitability for growing Cobia.

Utilizando a presença de estruturas náuticas e as áreas destinadas para banho obteve-se o mapa de conflitos com estes usos (Figura 8), indicando que o cultivo pode ocorrer em todo estuário, exceto onde há núcleos urbanizados.

A sobreposição dos 2 mapas indicativos de conflitos (presença de estruturas náuticas, praias utilizadas para banho e rotas de navegação), gerou o mapa de conflitos de uso (Figura 9), importante para a definição das áreas que não devem ser utilizadas em cultivos. Esse mapa demonstra que toda área costeira, assim como o estuário é propício para o cultivo de Bijupirá, exceto onde há núcleos urbanizados.

Os potenciais conflitos os quais podem haver com as Unidades de Conservação resultou no mapa de conflito com iteresses das Unidades de conservação (Figura 10), que indicou a impossibilidade de uso das áreas no entorno das ilhas que compõem a Estação Ecológica dos Tupiniquins, rios do Parque Estadual da Ilha do Cardoso, áreas das Reservas Extrativistas do Mandira e Taquiri e Tumba e Reserva de Desenvolvimento Sustentável Itapanhapima.

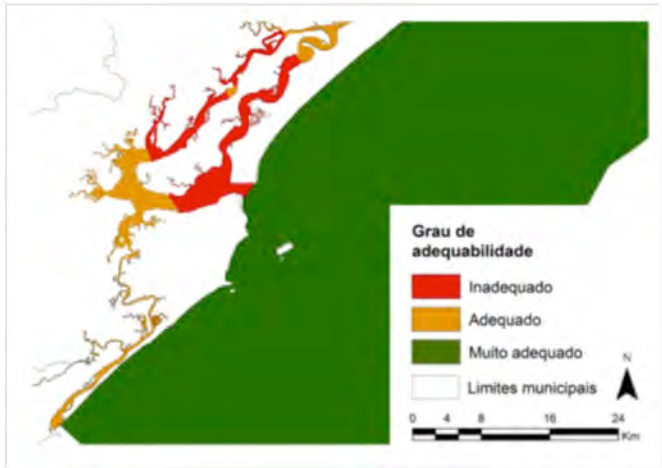

Figura 6 - Mapa Ambiental considerando as faixas de adequabilidade para o cultivo de Bijupirá, pautados nos resultados obtidos considerando poluição por coliformes termotolerantes, potencial de poluição, temperatura e salinidade.

Figure 6 - Environmental map considering the suitability for Cobia cultivation, based the on results obtained, considering coliform pollution, pollution potential, temperature and salinity

Figura 7 - Mapa de conflito com rotas de navegação. Exibe as áreas consideradas adequadas e inadequadas para o cultivo de Bijupirá, considerando a principal rota utilizada por embarcações.

Figure 7 - Conflict map in relationship to navigation routes. Display the áreas considerated suitable and unsuitable for the cultivation of Cobia, whereas the main route used by boats.

O mapa socioeconômico (Figura 11) possibilitou a identificação das áreas dentro de Unidades de Conservação com restrição para a maricultura e áreas com potencial de conflitos, classificadas por proximidade, ou seja, áreas urbanizadas. Dessa forma, é

possível que, em termo de conflitos socioeconômicos, a região é propícia ao cultivo do Bijupirá.

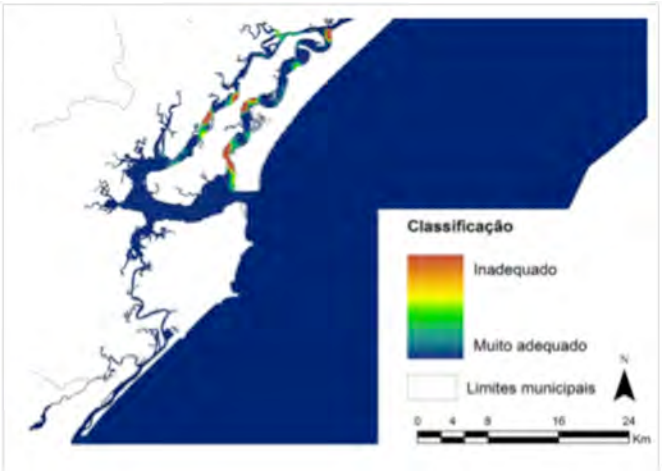

Figura 8 - Mapa de conflito com a presença de estruturas náuticas e praias utilizadas para banho.

Figure 8 - Conflict map with presence of nautical structures and beaches used for tourist.

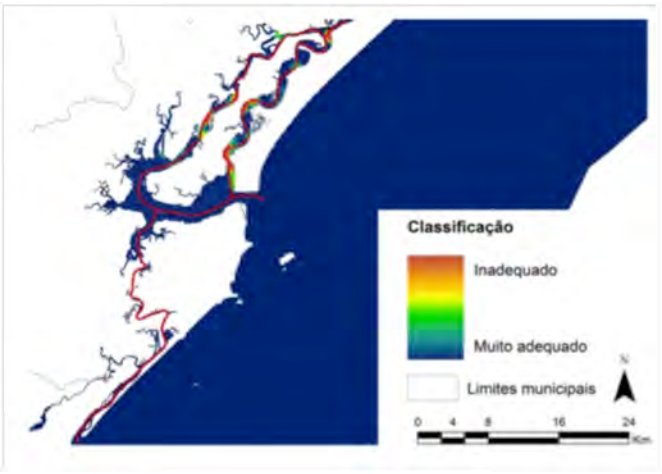

Figura 9 - Mapa de conflito de uso. Considerou-se a densidade da presença de estruturas náuticas, área de banho e rotas utilizadas para navegação.

Figure 9 - Map of conflicting use. It was considered the density of the presence of nautical structure, tourism área and navigation routes.

O mapa logístico (Figura 12) demonstrou que, contrapondo-se aos resultados obtidos com os dados relativos à poluição, as áreas mais próximas aos núcleos urbanizadas são mais adequadas ao cultivo.

O mapa final, indicativo das áreas propícias ao cultivo de Bijupirá (*Rachycentron canadum*) na região estuarina e costeira de Cananéia, foi obtido considerando todos os critérios indicados e mapas gerados, representado na Figura 13, demonstrou que apenas a zona costeira poderia ser utilizada na maricultura, apesar de ser a área mais distante dos locais de beneficiamento e, sendo assim, demonstrou que apenas a zona costeira poderia ser utilizada na maricultura, apesar de ser a área mais distante dos locais de beneficiamento.

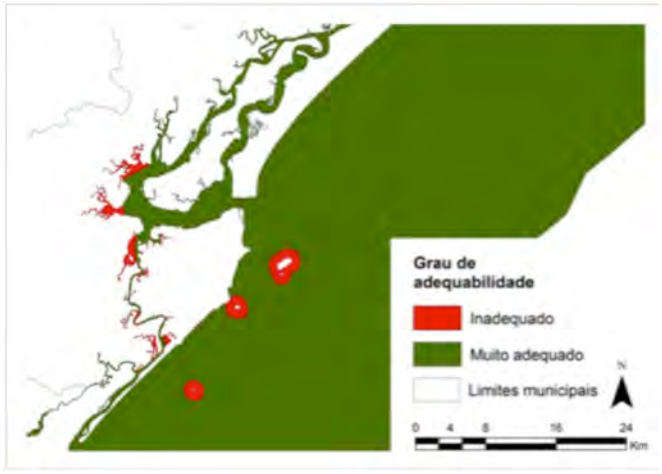

Figura 10 - Mapa de conflito com interesses das UC´s.

Figure 10 - Conflictive map with Conservation Units

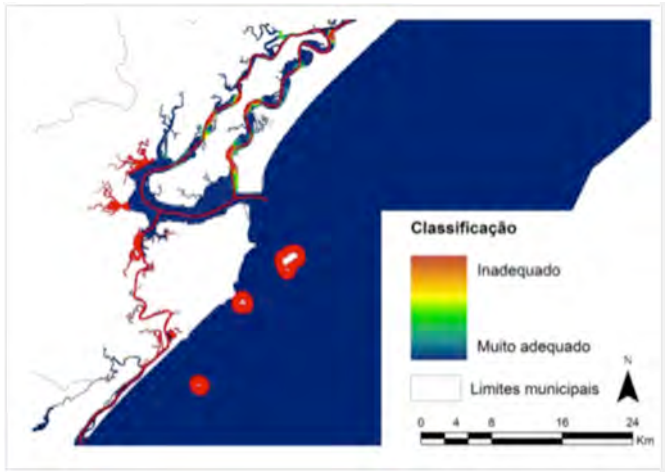

Figura 11 - Mapa socioeconômico. A área de estudo foi classificada pelo grau de adequabilidade para a maricultura, considerando distância das áreas com potencial de conflitos ou restritas para o uso com esta finalidade. Consideraram-se as variáveis rotas de navegação, presença de estruturas náuticas e praia para banho e interesses de Unidades de Conservação.

Figure 11 - Socio-economic map. The study área was classified by the degree of suitability for mariculture, considering distance from areas with potential for conflicts or restricted for use for this purpose. Variables considered: navigation routes, presence of nautical structures, tourism área and conservation units.

Conforme indicado na introdução, o cultivo de Bijupirá na região foi fomentado pela então Secretaria Especial da Pesca – SEAP, que em meados de 2005 construiu, em parceria com a Prefeitura Municipal de Ilha Comprida, o Laboratório Nacional de Produção de Formas Jovens Marinhas, com o objetivo de produzir, inicialmente, juvenis desta espécie. Os resultados deste estudo evidenciaram que a produção dessa espécie ficou

restrita ao interior da baía de Trapandé no estuário e quase a totalidade da região costeira, excluindo apenas aquelas cuja distância da costa inviabilizaria tal atividade, ou seja, mais de 10 km da costa.

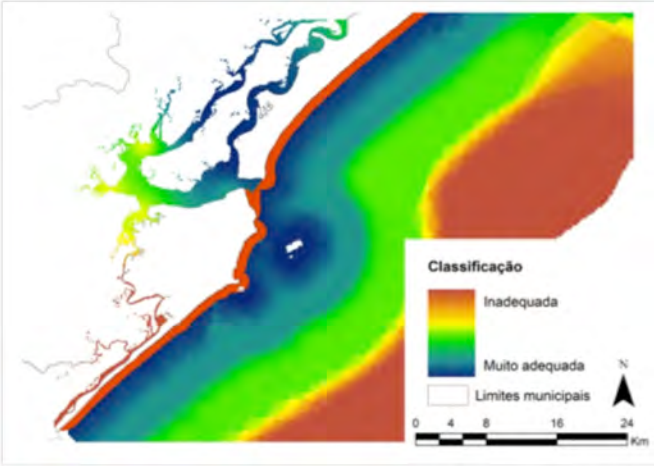

Figura 12 - Mapa Logístico, representando as áreas mais próximas às estruturas de apoio e mercados consumidores, indicando maior probabilidade de sucesso comercial.

Figure 12 - Logistic map, depicting the áreas closest to the supporting structures and consumer markets, indicating greater likelihood of commercial success

A referência utilizada na definição dos critérios a considerar, baseados em Macleod (2002) como: temperatura, salinidade, qualidade da água, química, áreas de lazer, legal/político, necessidade/estabelecimento de infraestrutura, segurança e mercado foi importante na análise das áreas propícias à criação do Bijupirá em Cananéia e Ilha Comprida.

A consideração da variável temperatura foi essencial para a análise da viabilidade do empreendimento na região. Liao *et al.* (2004) apontaram como um problema a baixa temperatura durante o inverno no cultivo de Bijupirá nas ilhas Pengu em Taiwan. Segundo Liao *et al*. (2004) o crescimento de Bijupirá é retardado em baixas temperaturas (abaixo de 16°C) e como resultado, o período de cultivo nessas áreas em tanque redes é mais longo (até 17 meses) em relação às áreas ao sul de Taiwan (11-14 meses), onde a faixa de temperatura da água é 23,5-28°C durante todo o ano. Cavalli *et al.* (2011) identificaram, na costa brasileira, as regiões propícias para o cultivo do Bijupirá considerando a temperatura como fator limitante e concluiu que a porção do litoral entre o Estado do Maranhão até o norte da Bahia é altamente recomendada, já a região do sul da Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo teriam restrição no inverno. Assim sendo, a região sul teria apenas 6 meses propícios para o cultivo da espécie, o que poderia tornar a produção menos competitiva com o nordeste. O mapa de temperatura (Figura 7), considerando a malha amostral utilizada (241 pontos amostrais colhidos no presente trabalho), demonstra que o máximo desempenho da espécie seria obtido ao norte da área de estudo, região apontada no mapa de salinidade como inadequada. As informações consideradas para temperatura e salinidade no estuário de Cananéia são corroboradas por diversos trabalhos, como Jaworski (2010) e DAEE (2011).

A salinidade é outra variável de importância primária em locais de água mista, na consideração de viabilidade econômica de um empreendimento de maricultura. Barbieri & Doi (2012) relataram que, quanto menor a salinidade, mais tóxica se torna a amônia para juvenis de Bijupirá. Desta forma, o cultivo da espécie seria possível em locais com salinidade acima de 20 e com baixa concentração de amônia. A salinidade ideal para o desenvolvimento do Bijupirá, segundo Chen *et al.* (2009) e Sampaio *et al*. (2010), é de 30. O mapa de salinidade (Figura 4) demonstra que o cultivo é possível no estuário, mas a área costeira seria mais viável devido à maior estabilidade na salinidade.

A qualidade da água, analisada pela presença de coliformes termotolerantes (Figura 2) está relacionada com a viabilidade econômica, ambiental e sanitária. Os níveis de contaminação para algumas áreas do estuário de Cananéia estão acima do recomendado pela Resolução CONAMA 357/2005 para cultivos de bivalves, como concluiu Barbieri *et al.* (2012) ao avaliarem a qualidade microbiológica da água da cultura de ostras comercializadas em Cananéia. Apesar da espécie em estudo não ser um bivalves, optou-se por adotar os parâmetros para tal grupo, visando garantir a manutenção da qualidade de água em áreas de cultivos.

Os fatores químicos visam identificar as áreas que devem ser evitadas para que não haja contaminação e para manter a qualidade do ambiente. O mapa de potencial de poluição (Figura 3), baseado na proximidade de estruturas náuticas, está em consonância com os resultados apresentados no mapa de presença de coliformes termotolerantes. Ambos demonstram que quanto mais próximo aos núcleos urbanizados, maior é o risco de contaminação para o cultivo no caso de acidente. Por outro lado o cultivo intensivo ou em grande escala de Bijupirá em ambientes estuarinos podem causar poluição e alterar negativamente a qualidade da água. Segundo Maclead (2002) a poluição química originada da piscicultura é um impacto ambiental negativo freqüentemente citado em trabalhos sobre aquicultura. Na região estuarina de Cananéia uma produção intensiva de organismos que utilizam arraçoamento, poderá causar impacto, caso não exista manejo e gestão adequados.

Áreas de lazer foram analisadas juntamente com a presença de estruturas náuticas (trapiches, rampas e outras estruturas de apoio a embarcações) e rotas de navegação com o objetivo de identificar as áreas onde existe a probabilidade de haver conflitos pelo uso da

área. Todas estas variáveis estão relacionadas ao critério socioeconômico. Áreas mais distantes dos núcleos urbanizados são mais propícias a cultivos, por serem pouco utilizadas para o lazer ou como apoio às atividades náuticas. Ainda com relação aos aspectos socioeconômicos (Figura 11), onde foram avaliados os potenciais conflitos com outras atividades exercidas no estuário, observa-se a viabilidade em toda área, com poucas exceções. Existem ainda outros conflitos pelo uso da área, vinculado à qualidade estética, uma vez que instalado o cultivo pode haver alteração e concorrer pelo uso com outras atividades antrópicas, como citado por Dalton (2004).

Este trabalho analisou os critérios de necessidade/estabelecimento de infra-estrutura, segurança e mercado, o que gerou o mapa logístico (Figura 12). O mapa logístico apontou que a proximidade aos núcleos urbanizados é um fator importante para o sucesso comercial, mas contraria o resultado obtido nas análises ambiental e socioeconômica.

Os mapas socioeconômico e logístico obtidos neste estudo podem ter seu uso expandido para a análise de qualquer outro projeto de maricultura. Para geração do mapa ambiental as variáveis devem ser adaptadas, pois neste estudo analisou-se a área considerando especificamente a bioecologia do Bijupirá.

Miao *et al.* (2009) compararam o custo com insumos da produção de Bijupirá em três escalas [c] (até 10 – pequena escala, de 10 a 30 – média escala, acima de 30 – grande escala) em Taiwan e conclui que quanto maior o empreendimento, menor é o custo de produção. Kaiser *et al.* (2010) na análise do caso hipotético de um cultivo de Bijupirá em mar aberto no Golfo do México concluiram também que a viabilidade econômica do empreendimento depende da escala de produção. Cavalli *et al.* (2011) concluíram que, em função dos elevados investimentos necessários para a implantação e custeio do empreendimento, este só se torna atraente se tiver uma grande escala de produção. Isto sugere que é necessária uma grande disponibilidade de área para que um empreendimento seja economicamente viável, além de considerar os valores ideais das variáveis ambientais para que haja o desenvolvimento ótimo da espécie em questão.

O mapa de indicação das áreas propícias (Figura 13) demonstrou que o cultivo do Bijupirá é viável no ambiente costeiro pela constância na salinidade, porém há de se levar em conta a distância da costa. A logística para o sucesso do empreendimento tem como premissa que quando mais próximo à costa maior é a probabilidade de sucesso devido aos custos na implantação e manutenção de cultivos em mar aberto. Por outro lado, no estuário constatou-se as restrições impostas pelas categorias das Unidades de Conservação, pelo uso como rotas de navegação, pela temperatura e salinidade, e falta de qualidade microbiológica, fator de extrema importância para a sanidade de um cultivo que visa à produção de alimento.

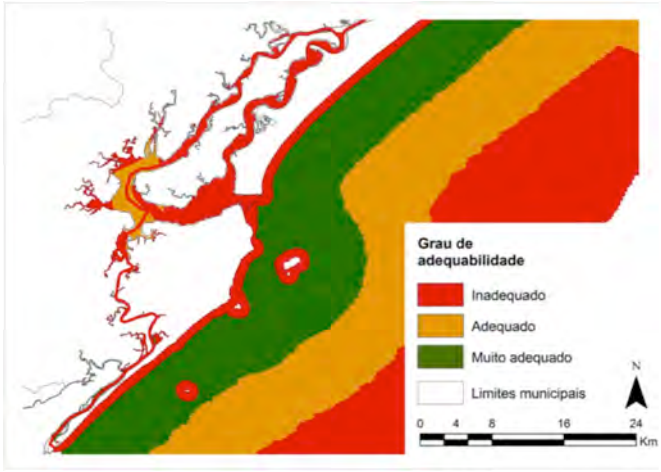

Figura 13 - Mapa final de áreas propícias para o cultivo do Bijupirá.

Figure 13 - Final map of áreas conducive to the Cobia cultivation.

Considerando-se as diversas variáveis analisadas, a análise final inviabilizou o cultivo de Bijupirá no estuário, com exceção da baia de Trapandé e indicou restrições de sazonalidade (temperatura) e logística (distância de áreas de consumo e beneficiamento), para a maricultura de Bijupirá na costa de Cananéia. A maioria dos cultivos de Bijupirá existentes nos países produtores dessa espécie são praticados em áreas marinhas protegidas (Domingues, 2012).

4. Conclusões

O estudo analisou as áreas para o cultivo do Bijupirá na região estuarina e costeira de Cananéia e indicou as restrições existentes.

O uso de SIG demonstrou ser eficaz na avaliação conjunta de variáveis que interferem na viabilidade da maricultura, considerando aspectos ambientais, sócio-econômicos e logísticos.

Concluiu-se pela inviabilidade do cultivo de Bijupirá no estuário de Cananéia, quando se considera as implicações de um cultivo em grande escala.

A ferramenta SIG demonstrou contribuir de forma efetiva, facilitando a tomada de decisão por parte de maricultores e gestores e, se utilizada antes da tentativa da implantação de um Sistema de Informações Geográficas, baseado em banco de dados estruturado, conforme o que foi elaborado no presente estudo representa um avanço metodológico e uma ferramenta de gestão imprescindível em avaliação de viabilidade da maricultura.

[1] Valores em milhões de dólar por m^3 de tanque-rede ou gaiola.

Appendix

Supporting Information associated with this article is available on-line at **http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-538_Collaco_Supporting-Information.pdf**

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer a equipe do Núcleo de Desenvolvimento do Litoral do Instituto de Pesca, Antônio Pires e Gilson Calasans e à CAPES/DS, FAPESP e CNPq pelo suporte ao trabalho, à Agência Ambiental da CETESB em Registro e a Fundação Florestal pelo fornecimento de dados.

Referências

Alwood, H.L.; Young, S.P.; Tomasso; Smith, T.I.J. (2004) - Resistance of Cobia, *Rachycentron canadum,* juveniles to low salinity, low temperature, and high environmental nitrite concentrations, *Journal of Applied Aquaculture,* 15(3-4):191-195. DOI: 10.1300/J028v15n03_16

Arnold, C.R.; Kaiser, J.B.; Hol, G.J. (2002) - Spawning of cobia (*Rachycentron canadum*) in captivity. *Journal of the World Aquaculture Society,* 33(2):205-208. DOI: 10.1111/j.1749-7345.2002.tb00496.x

Barbieri, E.; Cavalheiro, F. (2000) - Diagnóstico do impacto ambiental na parte sul da Ilha Comprida (Litoral Sul de São Paulo). *V Simpósio de Ecossistemas Brasileiro: Conservação*, 1:338-348, Vitória, ES, Brasil.

Barbieri, E.; Doi, S.A. (2012) - Acute toxicity of ammonia on juvenile cobia (*Rachycentron canadum,* Linnaeus, 1766) according to the salinity. *Aquaculture,* 20(2):373-382. DOI: 10.1007/s10499-011-9467-3

Barbieri, E.; Bondioli, A.C.; Woiciechovski, E.; Zapotoski, S.M.K. (2012) - Microbiological quality of cultivation water used for oysters marketed in Cananéia-SP, Brasil. *O Mundo da Saúde* (ISSN: 0104-7809), 36(4):541-547, Centro Universitário São Camilo, São Paulo, SP, Brasil. Disponível on-line em http://www.saocamilo-sp.br/pdf/mundo_saude/97/01.pdf

Batista, T.V.M. (2011) - *Influência da heterogeneidade de tamanho na sobrevivência, crescimento e canibalismo em juvenis do Bijupirá (Rachycentron canadum)*. 43p., Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil. Disponível on-line em http://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/95107

Benetti, D.D.; Orhun, M.R.; Sardenberg, B.; O´Hanlon, B.; Welch, A.; Hoening, R.; Zink, I.; Riveira, J.A.; Denlinger, B.; Bacoat, D.; Palmer, K.; Cavalin, F. (2008) - Advances in hatchery and grow-out technology of cobia *Rachycentron canadum*. *Aquaculture Research,* 39(7):701-711. DOI 10.1111/j.1365-2109.2008.01922.x

Bezerra, T.R.Q. (2010) - *Uso de sistemas de informação geográfica na seleção de áreas propícias para a piscicultura marinha no litoral de Pernambuco*. 72p., Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, Brasil. Disponível on-line em http://www.pgpa.ufrpe.br/Trabalhos/2010/T2010trqb.pdf

Bezerra, T.R.Q.; Duarte, C.C.; Domingues, E.C.; Hamilton, S.; Cavalli, R.O. (2011) - Uso de sistemas de informação geográfica na definição de áreas propícias para a piscicultura marinha. *Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR*, pp.4856-4863, Curitiba, PR, Brasil. Disponível on-line em http://urlib.net/rep/3ERPFQRTRW/3A5HS3S?ibiurl.language=em.

Brandini, F.P.; Silva, A.S.; Poca, K.R.; Veiga, F.A.; Dalallana, R.M. (2007) - Bases conceituais e logísticas de cultivos de moluscos em mar aberto: A experiência do Estado do Paraná, região sul do Brasil. *In:* G. F. Barroso, L. H. S. Poersch & R. O. Cavalli (orgs.), *Sistemas de cultivos aquícolas na zona costeira do Brasil: recursos, tecnologias, aspectos ambientais e socioeconômicos,* pp.195-202, Museu Nacional, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Briggs, J.C. (1960) - Fishes of world-wide (circumtropical) distribution. *Copeia* (ISSN: 0045-8511), 3:171-180.

Cavalli, R.O.; Domingues, E.C.; Hamilton, S. (2011) - Desenvolvimento da produção de peixes em mar aberto no Brasil: possibilidades e desafios. *Revista Brasileira de Zootecnia* (ISSN: 1806-9290), 40(supl. especial):155-164, Viçosas, MG. Brasil.

Chen, G.; Wang, Z.; Wu, Z.; Gu, B. (2009) - Effects of salinity on growth and energy budget of juvenile Cobia, *Rachycentron canadum*. *Jounal World Aquaculture Society*, 40(3):374–382. DOI: 10.1111/j.1749-7345.2009.00257.x.

Chou, R.L.; Su, M.S.; Chen, H.Y. (2001) - Optimal dietary protein and lipid levels for juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). *Aquaculture,* 193(1-2):81-89. DOI: 10.1016/S0044-8486(00)00480-4.

CONAMA (2005) - *Resolução CONAMA Nº 357/2005 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências*. Publicada no DOU (Diário Oficial da União) nº 053, de 18/03/2005, pp.58-63, Brasília, DF, Brasil. Disponível on-line em http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459.

Dalton, R. (2004) - Aquaculture: Fishing for trouble. *Nature,* 431(7008):502-504. DOI: 10.1038/431502a

Doi, S. A.; Barbieri, E.; Marques, H. L. A. (2014) - Densidade colimétrica das áreas de extrativismo de ostras em relação aos fatores ambientais em Cananeia (SP). *Engenharia Sanitária e Ambiental*. 19(1): 165-171. DOI: 10.1590/S1413-41522014000200007

FAO (2010) – *El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura 2010*. 219p., Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Roma, Itália. ISBN: 978-9253066759. Disponível on-line em http://www.fao.org/docrep/013/i1820s/i1820s00.htm

Farias, E.G.G.; Lorenzzetti, J.A.; Maia, L.P.; Gastão, F.G.C.; Bezerra, L.J.C. (2010) - Uso de técnicas de geoprocessamento na identificação de áreas favoráveis ao cultivo de macroalgas marinhas. *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca* (ISSN: 2175-3008), 5(3):16-27, Repesca, São Luís, MA, Brasil. Disponível on-line em http://ppg.revistas.uema.br/index.php/REPESCA/article/view/299

Faulk, C.K.; Holt, G.J. (2006) -Responses of cobia *Rachycentron canadum* larvae to abrupt or gradual changes in salinity. *Aquaculture*, 254(1-4):275-283. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2005.10.046.

Freitas, R.R.; Tagliani, C.R.A.; Poersch, L.H.S.; Tagliani, P.R.A. (2009) - Gestão de ambientes costeiros: uso de SIG como apoio a decisão na implantação de fazendas de camarões marinhos, Ilha da Torotama, RS. *Revista da Gestão Costeira Integrada / Journal of Integrated Coastal Zone Management,* 9(3):45-54. DOI: 10.5894/rgci164

Gazola, F.; Furtado, A.L. (2007) - Bancos de Dados Geográficos Inteligentes. *Monografias em Ciência da Computação, No. 04/07* (ISSN: 0103-9741), Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível on-line em ftp://ftp.inf.puc-rio.br/pub/docs/techreports/07_04_gazola.pdf

Jaworsk, K.S. (2010) - Caracterização espaço-temporal do sistema estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape (SP) a partir das associações de foraminíferos e tecamebas e suas relações com as variáveis ambientais. 218p., Tese do Doutorado, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil. Disponível on-line em: http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/21/21133/tde-04082011-163338/pt-br.php

Kaiser, J.M.; Yu, Y.; Snyder, B. (2010) - Economic feasibility of using offshore oil and gas structures in the Gulf of Mexico for platform-based aquaculture. *Marine Policy* (ISSN: 0308-597X), 34(3):699-707. DOI: 10.1016/j.marpol.2010.01.002.

Liao, I.C.; Huang, T.; Tsai, W.; Hsueh, C.; Chang, S.; Leaño, E.M. (2004) - Cobia culture in Taiwan: current status and problems. *Aquaculture,* 237(1-4):155-165. DOI: 10.1016/j.aquaculture. 2004.03.007.

Liao, I.C.; Leaño, E.M. (eds.) (2007) - *Cobia Aquaculture: Research, Developments and Commercial Production*. 178p., Asian Fisheries Society, Manila, Philippines / Fisheries Society of Taiwan, Keelung, Taiwan / World Aquaculture Society, Baton Rouge, USA.

Longdill, P.C.; Healy, T.R.; Black, K.P. (2008) - An integrated GIS approach for sustainable aquaculture management area site selection. *Ocean & Coastal Management,* 51(8-9):612–624. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2008.06.010.

Macleod, M.S. (2002) - *Potential offshore aquaculture siting off Massachusetts: a geographic information systems (GIS) analysis using the examples of Cod (Gadhus morhua) and Mussels (Mytilus edulis)*. 85p., Master Thesis, Brown University, Providence, RI, U.S.A. Disponível on-line em http://www.learningace.com/doc/4663748/b7e290c45fcd4135ce4f20fb59353414/merriellemacleod_thesis.

Miao, S.; Jen, C.C.; Huang, C.T.; Hu, S.H. (2009) - Ecological and economic analysis for cobia *Rachycentron canadum* commercial cage culture in Taiwan. *Aquaculture International,* 17(2):125–141. DOI: 10.1007/s10499-008-9185-7

Pauly, D.; Christensen, V.; Guénette, S.; Pitcher, T.J.; Sumaila, U. R.; Walters, C.J.; Watson, R.; Zellear, D. (2002) - Towards sustainability in world fisheries. *Nature*, 418:689–95. DOI: 10.1038/nature01017.

Pauly, D.; Hilborn, R.; Branch, T. A. (2013) - Fisheries: Does catch reflect abundance? *Nature*, 494:303–306. DOI: 10.1038/494303a.

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. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2008.07.048.

Resley, M.; Webb, K.; Holt, J. (2006) - Growth and survival of juvenile cobia, *Rachycentron canadum,* at different salinities in a recirculating aquaculture system. *Aquaculture,* 253(1-4):398-407. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2005.08.023

Salam, M.A.; Ross, L.G. (1999) - *GIS modelling for aquaculture in south-western Bangladesh: Comparative production scenarios for brackish and freshwater shrimp and fish*. 11p., Institute of Aquaculture, University of Stirling, Stirling, Scotland, U.K. Disponível on-line em http://www.fao.org/fishery/gisfish/ servlet/CDSServlet?status=ND0xMTM0LmdmMTAyJjY9ZW4mNjI9YXNjJjYzPWRjdGVybXMlM0Fpc3N1ZWQmMzM9YXF1YV9kb2Mmc2hvd0NoaWxkcmVuPXRydWUmMzc9aW5mbw~~

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*, 200(1-4):477-494. DOI: 10.1016/S0044-8486(02)00619-1

Sampaio, L.A.; Tesser, M.B.; Júnior, W.W. (2010) - Avanços da maricultura na primeira década do século XXI: piscicultura e carcinocultura marinha. *Revista Brasileira de Zootecnia,* 39(supl.):102-111. DOI: 10.1590/S1516-35982010001300012

Sanches, E.G.; Seckendorff, R.W.V.; Henriques, M.B.; Fagundes, L.; Sebastini, E.F. (2008) - Viabilidade econômica do cultivo do Bijupirá (*Rachycentron canadum)* em sistema offshore. *Informações Econômicas* (ISSN: 0100-4409), 38(12):143-152 ,São Paulo, SP, Brasil.

Sanches, E.G.; Tosta, G.A.M.; Souza-Filho, J.J. (2013) - Viabilidade econômica da produção de formas jovens de bijupirá (*Rachycentron canadum)*. *Boletim do Instituto de Pesca* (ISSN: 0046-9939), 39(1)15-26, Instituto de Pesca, Governo do Estado de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil. Disponível on-line em ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/39_1_15-26.pdf

Scott, P. (2003) - *GIS and remote sensing based models for the development of aquaculture and fisheries in the coastal zone: a case study in Baía de Sepetiba, Brazil.* 243p., PhD thesis, University of Stirling, Stirling, USA. Disponível on-line em http://dspace.stir.ac.uk/handle/1893/1502.

Scott, P.; Vianna, L.F.N. (2001) - Determinação de áreas potenciais para o desenvolvimento da carcinicultura em sistemas de informações geográficas. *Panorama da Aqüicultura* (ISSN: 1519-1141), 63(1):1-5*,* Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível on-line em http://www.fao.org/fishery/gisfish/cds_upload/1142947908562_Scott__ _Vianna_2001_152.pdf

Shaffer, R.V.; Nakamura, E.L. (1989) - *Synopsis of biological data on the Cobia Rachycentron canadum (Pisces: Rachycentridae).* 153p., NOAA Technical Report NMFS 82 / FAO Fisheries Synopsis, National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), National Marine Fisheries Service (NMFS), Silver Spring, MD, U.S.A. Disponível on-line em http://spo.nmfs.noaa.gov/tr82opt.pdf

Silva, C.; Ferreira, J.G.; Bricker, S.B.; Delvalls, T.A.; Martin-Diaz, M.L.; Yanez, E. (2011) - Site selection for shellfish aquaculture by means of GIS and 3

on canadum (Linnaeus, 1766) em cercados instalados em viveiros escavados. 75p., Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, Brasil. Disponível on-line em http://www.mevtropical.ufba.br/arquivos/dissertacoes/2009/ tostagam.pdf

Vianna, L.F.N. (2007) - Métodos determinísticos ou probabilísticos de representação e análise espacial de dados para seleção de sítios em sistemas de informações geográficas? O exemplo da maricultura em Santa Catarina. *Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, pp.3195-3202, Florianópolis, SC, Brasil. Disponível on-line em http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br /sbsr@80/2006/11.10.19.18/doc/3195-3202.pdf.