

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO  
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS  
INSTITUTO DE PESCA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

**PLANEJAMENTO DA MARICULTURA NA REGIÃO ESTUARINA-LAGUNAR  
DE CANANÉIA/SP, COM O USO DE GEOPROCESSAMENTO.**

**Fátima Lisboa Collaço**

Orientador: **Prof. Dr. Edison Barbieri**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA –SAA, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Pesca.

**São Paulo**

**Outubro – 2013.**

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO  
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS  
INSTITUTO DE PESCA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

**PLANEJAMENTO DA MARICULTURA NA REGIÃO ESTUARINA-LAGUNAR  
DE CANANÉIA/SP, COM O USO DE GEOPROCESSAMENTO.**

**Fátima Lisboa Collaço**

Orientador: **Prof. Dr. Edison Barbieri**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA –SAA, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Pesca.

**São Paulo**

**Outubro – 2013.**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Elaborada pelo Núcleo de Informação e Documentação. Instituto de Pesca, São Paulo

C697p

Collaço, Fátima Lisboa

Planejamento da maricultura na região estuarina-lagunar de Cananéia/SP, com o uso de geoprocessamento. / Fátima Lisboa Collaço – São Paulo, 2013. ix, 40f. ; il. ; tab.

Dissertação (mestrado) apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA - Secretaria de Agricultura e Abastecimento.

Orientador: Edison Barbieri

1. GIS. 2. Litoral Sul de São Paulo. 3. Aquacultura. 4. Peixe. 5. Ostricultura. I. Barbieri, Edison. II. Título.

CDD 639.8

Permitida a cópia parcial, desde que citada a fonte – O autor

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO  
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS  
**INSTITUTO DE PESCA**  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

PLANEJAMENTO DA MARICULTURA NA REGIÃO ESTUARINA-  
LAGUNAR DE CANANÉIA/SP, COM O USO DE  
GEOPROCESSAMENTO


**AUTOR:** Fátima Lisboa Collaço

**ORIENTADOR:** Prof. Dr. Edison Barbieri


Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de  
MESTRE EM AQUICULTURA E PESCA, Área de Concentração em  
Aquicultura, pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. Edison Barbieri



Profa. Dra. Silvia Maria Sartor



Prof. Dr. Marcelo Barbosa Henriques

Data da realização: 14 de novembro de 2013



Presidente da Comissão Examinadora  
Prof. Dr. Edison Barbieri

## **AGRADECIMENTOS**

Ao professor Dr. Edison Barbieri pela orientação, amizade, confiança, estímulo e, principalmente, pela oportunidade.

Ao Instituto de Pesca pela oportunidade concedida para o aprimoramento da minha formação acadêmica e em especial ao Ocimar.

Aos funcionários do Instituto de Pesca da base de Cananéia, em especial, Gilson e Toninho (AP), pelo auxílio técnico prestado.

À Rosangela Takasugui e Luani pela a amizade e estadia em São Paulo durante minha participação das disciplinas.

À todos que participaram e contribuíram na elaboração deste trabalho, compartilhando conhecimentos e experiências.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida.

## SUMÁRIO

<b>AGRADECIMENTOS .....</b>	<b>ii</b>
<b>SUMÁRIO.....</b>	<b>iii</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>v</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>vi</b>
<b>Resumo .....</b>	<b>viii</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>ix</b>
<b>INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>1</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>3</b>
<b>OBJETIVO GERAL .....</b>	<b>5</b>
<b>APRESENTAÇÃO DOS ARTIGOS .....</b>	<b>5</b>
<b>CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>6</b>
Resumo.....	7
Abstract.....	8
Introdução.....	9
Métodos .....	12
1. Modelo conceitual.....	13
2. Descrição das variáveis .....	14
2.1. Qualidade Microbiológica .....	14
2.2. Fontes de poluição ou potencialmente poluidoras.....	15
2.3. Batimetria ou profundidade (m) .....	15
2.4. Conflitos de uso.....	15
2.5. Conflitos com interesses das Unidades de Conservação .....	15
2.6. Estrutura de apoio ao beneficiamento .....	16
2.7. Situação logística considerando pontos de comercialização, facilidade de escoamento .....	16
3. Levantamento de dados .....	16
4. Geração dos mapas do modelo .....	17
5. Aplicação do modelo.....	18
5.1. Mapa Ambiental .....	18
5.2. Mapa Socioeconômico .....	22
5.3. Mapa Logístico.....	28
Resultados .....	29
Discussão .....	31

Agradecimentos .....	35
Literatura citada .....	35
<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>41</b>
Resumo.....	42
Abstract.....	43
Introdução .....	44
Métodos .....	46
1. A espécie .....	46
2. Classificação de critérios .....	47
3. Descrição das variáveis .....	50
3.1 Poluição .....	50
3.2 Potencial de Poluição.....	51
3.3 Temperatura e Salinidade .....	51
3.4 Rotas de navegação .....	51
3.5 Estruturas náuticas e praia para banho .....	52
3.6 Conflitos com Unidades de Conservação .....	52
3.7 Unidades de beneficiamento .....	54
3.8 Mercado consumidor.....	54
3.9 Análise das variáveis ambientais, socioeconômicas e logísticas .....	54
Resultados .....	55
Discussão .....	66
Conclusões .....	70
Agradecimentos .....	71
Literatura citada .....	71
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	78

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 1

Tabela 1. Variáveis utilizadas no Modelo Conceitual desenvolvido na avaliação de áreas propícias à maricultura de.....	14
Tabela 2. Mapas constituintes do Mapa de Potencial para a Maricultura e seus respectivos pesos .....	17
Tabela 3. Mapas constituintes do Mapa Ambiental e seus respectivos pesos .....	19
Tabela 4. Valor médio de coliformes em NMP/100 de 2012, no estuário de Cananéia/SP .....	20
Tabela 5. Classificação das atividades potencialmente poluidoras, classificadas por poluição de origem doméstica e com potencial de poluição.....	21
Tabela 6. Mapas constituintes do Mapa Socioeconômico.....	23
Tabela 7. Unidades de Conservação existente na área de estudo ordenadas pela classificação do SNUC, com indicação da existência de instrumento de gestão.....	26

### CAPÍTULO 2

Tabela 1. Classificação dos critérios para a indicação de áreas propícias ao cultivo de Bijupirá .....	48
Tabela 2. Valor médio de coliformes em NMP/100 de 2012, no estuário de Cananéia/SP .....	50
Tabela 3. Unidades de Conservação existente na área de estudo ordenadas pela Classificação do SNUC, com indicação da existência de instrumento de gestão.....	53



## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1

Figura 1. Mapa de Potencial para a maricultura, com ênfase ao cultivo de ostras .....	18
Figura 2. Mapa Ambiental.....	19
Figura 3. Mapa de Poluição, considerando a qualidade microbiológica da área de estudo.....	20
Figura 4. Mapa de Potencial de Poluição considerando a densidade de presença de estruturas náuticas e seu grau de risco.....	22
Figura 5. Mapa Socioeconômico. Exibe o potencial de risco de conflito de interesses. A. Mandira e Itapitangui, B. Retiro, Itapanhapina e canal, C. canal até o Portal passando pelo Marujá.....	23
Figura 6. Mapa de Rotas de Navegação.....	24
Figura 7. Conflitos de Uso (presença de estruturas náuticas e rotas de navegação) ..	25
Figura 8. Mapa do mosaico de Unidades de Conservação da área de estudo.....	26
Figura 9. Mapa de conflitos com interesses das Unidades de Conservação .....	28
Figura 10. Mapa Logístico .....	29

### CAPÍTULO 2

Figura 1. Mapa do mosaico de unidades de conservação da área de estudo .....	52
Figura 2. Presença de contaminação por coliformes termotolerantes. Os dados estão apresentados conforme níveis de aceitação para cultivo de bivalves (Resolução CONAMA 357/2005).....	56
Figura 3. Mapa de potencial de poluição, considerando a presença de estruturas náuticas .....	57
Figura 4. Mapa de salinidade do estuário considerando as faixas de adequabilidade para o cultivo do Bijupirá.....	57
Figura 5. Mapa de temperatura do estuário considerando as faixas de adequabilidade para o cultivo de Bijupirá.....	58
Figura 6. Mapa Ambiental considerando as faixas de adequabilidade para o cultivo de Bijupirá .....	59
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 .....	60
Figura 8. Mapa de conflito com a presença de estruturas náuticas e praia para banho .....	61

Figura 9. Mapa de conflito de uso. Considerou-se a densidade de presença de estruturas náuticas, área de banho e rota utilizada para navegação.....	62
Figura 10. Mapa de conflito com interesses das UC's .....	63
Figura 11. Mapa socioeconômico. A área de estudo foi classificada pelo grau de adequabilidade para a maricultura, através de distância com áreas com potencial de conflitos ou restritas para o uso com esta finalidade .....	64
Figura 12. Mapa Logístico. Áreas mais próximas às estruturas de apoio e mercados consumidores tem maior probabilidade de sucesso comercial.....	65
Figura 13. Mapa final de áreas propícias para o cultivo do Bijupirá.....	66

## Resumo

O presente trabalho objetivou desenvolver um instrumento gerencial para o planejamento da maricultura, através do uso de geoprocessamento na região estuarina de Cananéia, reconhecida pela produção de ostras nativas e também para indicar áreas propícias ao cultivo de Bijupirá. Os dados obtidos através de pesquisas bibliográficas, legislação ambiental vigente, agências ambientais, Carta Náutica, restituição de imagens de satélite e coletas em campo, foram organizados em um gerenciador de banco de dados geográficos e analisados através de geoestatística, interpolação, análise de distância e análise de densidade, possibilitando definir áreas propícias para o cultivo de ostra e de Bijupirá, considerando variáveis ambientais, socioeconômicas e logísticas e o metabolismo da espécie. Este trabalho fez a primeira estruturação de um banco de dados geográficos, que poderá ser atualizado constantemente, e que ficará a disposição dos tomadores de decisões e maricultores em potencial. Com relação ao cultivo do Bijupirá, concluiu-se que este é inviável no estuário de Cananéia, quando se considerar as implicações de um cultivo em grande escala. Por outro lado o ambiente costeiro se mostrou favorável para tal atividade. Porém, há de se avaliar os custos de implantação e manutenção de uma produção em mar aberto em um ambiente com as características regionais.

Palavra-chaves: GIS, litoral sul de São Paulo, aquacultura, peixe, ostreicultura.

## **Abstract**

This study aimed to develop an instrument for planning mariculture, through the use of GIS in the estuarine region of Cananeia, recognized by the production of native oysters and also to indicate conducive to the cultivation of Cobia areas. The data obtained through literature searches, environmental regulations, environmental agencies, Nautical chart, restitution of satellite images and field collections were organized into a manager geographic database and analyzed using geostatistical interpolation, distance analysis and density analysis, allowing you to define favorable for the cultivation of oyster and Cobia areas, considering environmental, socioeconomic and logistical variables and metabolism of the species. This work made the first structure a spatial database that can be updated constantly, and that will be the willingness of decision makers and shellfishermen potential. With respect to cultivating Cobia, it was concluded that this is not feasible in the estuary of Cananeia, when considering the implications of a large-scale cultivation. On the other hand the coastal environment proved conducive to such activity. However, one should assess the costs of deploying and maintaining a production offshore in an environment with regional characteristics.

*Key words: GIS, southern coast of São Paulo, aquaculture, fish, oysters.*

## INTRODUÇÃO GERAL

Com a estabilização da produção pesqueira mundial (FAO, 2012) e o declínio observado nos estoques pesqueiros tradicionais e, diante das projeções de crescimento populacional, visando prover à demanda futura por alimentos, prevê-se um aumento da procura de produtos pesqueiros favorecendo o aumento de empreendimentos para o cultivo de espécies aquáticas em cativeiro (FAO, 2013).

Há uma tendência do cultivo de recursos marinhos assumir um papel de liderança entre as atividades produtivas no mar territorial brasileiro (BRANDINI *et al.*, 2007). A maricultura na América do Sul apresentou crescimento nos últimos anos, com destaque para o Brasil e o Perú (FAO, 2012).

O Litoral Sul paulista abrange os municípios de Iguape, Ilha Comprida e Cananéia e no Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro constituem o setor do Complexo Estuarino-Lagunar de Iguape e Cananéia. Este Complexo se referente ao sistema estuarino-lagunar formado por três ilhas principais (Ilha do Cardoso, Ilha de Cananéia e Ilha Comprida) separadas por canais meandantes e rios que escoam em direção ao Oceano Atlântico. Existe ainda uma comunicação com a baía de Guaraqueçaba (no Estado do Paraná) pelo canal do Varadouro.

O Complexo Estuarino-Lagunar de Iguape e Cananéia foi reconhecido pela UNESCO como parte da Reserva da Biosfera, devido à sua importância quanto ao meio ambiente natural e às culturas tradicionais.

Devido aos atributos da região várias Unidades de Conservação foram criadas e juntas cobrem quase a totalidade do território do Litoral Sul. Essas Unidades de Conservação formam um mosaico de áreas protegidas e trás à reflexão a necessidade de uma gestão conjunta e integrada para a região.

Entre as principais atividades econômicas da região, se destacam o turismo (em especial os esportes náuticos que estão em ascensão), especulação imobiliária e a pesca.

As características geográficas, biológicas e culturais da região a tornam propícia ao desenvolvimento da maricultura, conciliando a permanência das

comunidades tradicionais e a preservação do meio ambiente, tanto que a ostreicultura é considerada uma das principais atividades aquícolas de Cananéia, explorada comercialmente desde a década de 1940 (MACHADO *et al.*, 2013).

A zona costeira é um espaço de múltiplos usos, com complexas interações entre ecossistemas, usuários e recursos. Gerenciar as complexidades e promover a sustentabilidade nesta área requer integração, como apresentado por KIEL (2011) quando discutiu as ferramentas chaves para o manejo integrado das águas e áreas costeiras. O desenvolvimento da maricultura em ambientes costeiros ou estuarinos deve evitar os conflitos de uso entre as atividades que competem pela ocupação dos espaços e utilização dos recursos naturais costeiros e marinhos (TOVAR *et al.*, 2000), o que justifica a necessidade de ferramentas de gestão integrada.

O termo Sistemas de Informação Geográfica (SIG) é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos e recuperam informações não apenas com base em suas características alfanuméricas, mas também através de sua localização espacial; oferecem ao administrador (urbanista, planejador, engenheiro) uma visão inédita de seu ambiente de trabalho, em que todas as informações disponíveis sobre um determinado assunto estão ao seu alcance, interrelacionadas com base no que lhes é fundamentalmente comum – a localização geográfica (CÂMARA e QUEIRÓZ, 2000). SIG, portanto, pode trazer enormes benefícios devido à sua capacidade de manipular a informação espacial de forma precisa, rápida e sofisticada.

Sistemas de Informações Geográficas vem sendo amplamente utilizado em análises ambientais (CURTIS *et al.*, 2003; VOLCKER e SCOTT, 2008; RIBEIRO *et al.*, 2010; VIANNA, 2011).

No Brasil, a primeira aplicação de análise espacial adotada no processo de seleção de áreas para a maricultura com foco na gestão da atividade surgiu em Santa Catarina, com o objetivo de ordenar a maricultura. Segundo VIANNA (2011), apesar de não ter sido implementado nenhum modelo em SIG, os critérios de avaliação foram analisados em campo e visualmente sobre cartas

náuticas, favorecendo a delimitação dos parques aquícolas para ordenar a atividade.

CROWFORD (2003) na avaliação da gestão da aquicultura na Tasmânia, concluiu que as iniciativas de planejamento focadas localmente tendem a proporcionar um melhor ponto de partida se atingirem resultados mais efetivos do que os obtidos por macro-zoneamento da região costeira, condizendo com o que se propõe no presente trabalho.

Este trabalho propôs um instrumento gerencial para o planejamento da maricultura na região estuarina de Cananéia, através do uso de geoprocessamento, considerando critérios ambientais, socioeconômicos e logísticos, permitindo identificar áreas propícias para cultivo de ostras, de forma a compatibilizá-las com outras atividades, buscando manter a qualidade ambiental da região. Também aplicou técnicas de geoprocessamento para indicar áreas propícias ao cultivo de Bijupirá *Rachycentron canadum* na mesma região.

## REFERÊNCIAS

- 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: BARROSO, G. F.; POERSCH, L. H. S.; CAVALLI, R. O, (orgs.). *Sistemas de cultivos aquícolas na zona costeira do Brasil: recursos, tecnologias, aspectos ambientais e socioeconômicos*. Rio de Janeiro: Museu Nacional, p.195-202.
- CÂMARA, G.; QUEIROZ, G. R. D., 2000 Arquitetura de sistemas de informação geográfica. *Introdução à Ciência da Geoinformação*. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd>> Acessado em: 10 de out. 2013.
- CRAWFORD. C., 2003 Environmental management of marine aquaculture in Tasmania, Australia. *Management of Aquaculture Effluents*. *Aquaculture*.226(1-4):129-138. [http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486\(03\)00473-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486(03)00473-3).
- FAO 2012 Relatório El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura 2012. Roma. p. 231.

- FAO 2013 FAO revela aposta na aquacultura para os países em desenvolvimento. Disponível em: <<https://www.fao.org.br/FAOraappd.asp>>. Acessado em: 21 abr 2013.
- KIEL, H. C., 2011 Manejo integrado del agua en zonas marino costeras. Herramientas claves para el manejo integrado del agua y áreas costeras. *Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Oficina Regional para América Latina y el Caribe*. Corregimiento de Ancón – ciudad de Panamá, Panamá. p. 66.
- MACHADO, I. C.; FAGUNDES, L.; HENRIQUES, M. B. 2013 Diagnóstico da comercialização da ostra de mangue pelos extrativistas de Cananéia, Estado de São Paulo. *Informações Econômicas, SP*. V. 43, nº 5. Set/out. 41-52.
- RIBEIRO, F. A. A., GOMES, M. S. B., CALDAS, A. M., NETO, F. C. R., COELHO, I. A. M., SILVA, J. P. G. 2010 Demarcação de área para maricultura familiar através de geoprocessamento no município de Goiana-PE. *X Jornada de ensino, pesquisa e extensão – JEPEX 2010 – UFRPE*: Recife, 18 a 22 de outubro.
- TOVAR, A.; MORENO, C.; MANUEL-VEZ, M. P.; GARCÍA-VARGAS, M. 2000 Environmental impacts of intensive aquaculture in marine waters. *Water Research*, Great Britain, v.34, n.1, p.334-342.
- VIANNA, L. F. N., 2011 O uso de análise espacial em SIG na gestão da maricultura: proposta de sistematização metodológica. Florianópolis/SC. 314 p. (Tese de doutorado. UFSC. Florianópolis/SC). Disponível em: <[http://www.fao.org/fishery/gisfishftp://ftp.epagri.sc.gov.br/PLDM/Vianna/Tese\\_A5\\_Vianna.pdf](http://www.fao.org/fishery/gisfishftp://ftp.epagri.sc.gov.br/PLDM/Vianna/Tese_A5_Vianna.pdf)> Acessado em: 10 de abr. 2013.
- VÖLCKER, C. M., SCOTT, P., 2008 SIG e sensoriamento remoto para a determinação do potencial da aqüicultura no baixo São João/RJ. *Revista Eletrônica Sistemas & Gestão*, 3(3):196-215.



## **OBJETIVO GERAL**

O objetivo do presente trabalho foi desenvolver um instrumento gerencial para o planejamento da maricultura na região estuarina de Cananéia, Estado de São Paulo, Brasil, através do uso de geoprocessamento e discutir sua aplicabilidade.

## **APRESENTAÇÃO DOS ARTIGOS**

Esta dissertação foi dividida em 2 capítulos, representados por 2 artigos científicos, que serão submetidos ao Journal of Coastal Research (Normas no Anexo I). O capítulo I é intitulado: “Uso do geoprocessamento para definição de áreas para o cultivo de ostras, na região estuarina de Cananéia/SP”, e o capítulo II: “Planejamento na maricultura: o cultivo de Bijupirá em Cananéia, São Paulo”.

## **CAPÍTULO 1**

## Uso do geoprocessamento para definição de áreas para o cultivo de ostras, na região estuarina de Cananéia/SP

Fátima L. Collaço<sup>1</sup>; Sílvia M. Santor<sup>2</sup> e Edison Barbieri<sup>1</sup>

### Resumo

A maioria dos estoques pesqueiros tradicionais encontra-se em declínio em decorrência da crescente expansão das atividades antrópicas na zona costeira, propiciando outras formas de produção de alimento e de geração de renda, tal como a maricultura. Neste panorama, o desenvolvimento de instrumentos gerenciais para a zona costeira se mostra necessário, já que sua ausência pode causar prejuízos irremediáveis aos ambientes costeiros e à vida aquática. Técnicas de geoprocessamento vêm sendo amplamente utilizadas nas mais diversas atividades econômicas e governamentais, fornecendo informações adequadas de planejamento e gestão de territórios e projetos. Quando aplicadas de forma coerente, estas técnicas podem contribuir para a sustentabilidade aquícola de uma área. O objetivo do estudo foi desenvolver um instrumento gerencial para o planejamento da maricultura através do uso de geoprocessamento para o cultivo de ostras na região estuarina de Cananéia. Os dados obtidos através de pesquisas bibliográficas, legislação brasileira vigente, agências ambientais, Carta Náutica, restituição de imagens de satélite e coletas em campo foram organizados em um gerenciador de banco de dados geográficos. Depois foram analisados através de geoestatística, interpolação, análise de distância e análise de densidade, possibilitando definir áreas propícias ou ideais para o cultivo da ostra *Crassostrea brasiliiana*. Na elaboração do Banco de Dados Geográficos foram considerados critérios ambientais, socioeconômicos e logísticos. Este trabalho desenvolveu uma primeira estrutura de banco de dados geográficos, que ficará à disposição dos tomadores de decisões e maricultores da região, podendo ser atualizado quando houverem novos dados.

Palavras-chaves: *SIG, litoral sul de São Paulo, maricultura, ostricultura, gerenciamento costeiro.*

---

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação do Instituto de Pesca-APTA-SAA/SP. Caixa Postal 61. Av. Prof. Besnard, s/n, 11990.000, Cananéia, SP, Brazil.

<sup>2</sup>Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, e-mail: silvia.santor@usp.br

## Abstract

Most traditional fish stocks is declining as a result of the expansion of human activities in the coastal zone, providing other forms of food production and income generation, such as mariculture. In this scenario, the development of management tools for coastal zone has become necessary, since its absence can cause irreparable damage to coastal environments and aquatic life. GIS techniques have been widely used in various economic and governmental activities, providing adequate information for planning and management of projects and territories. When applied consistently, these techniques can contribute to the sustainability of aquaculture area. The aim of the study was to develop an instrument for planning mariculture through the use of GIS for the cultivation of oysters in the estuarine region of Cananeia. The data obtained through literature searches, current Brazilian legislation, environmental agencies, Nautical chart, restitution of satellite images and field collections were organized into a manager geographic database. Were then analyzed using geostatistical interpolation, analysis of distance and density analysis, allowing you to define favorable or ideal for the cultivation of oyster *Crassostrea brasiliiana* areas. In preparing Geographical Database were considered environmental, socioeconomic and logistic considerations. This work developed a first structure of geographic database, which will be available to decision makers and shellfishermen the region and may be updated when there are new data.

*Key words: GIS, southern coast of São Paulo, mariculture, oyster, coastal management.*

## Introdução

A produção pesqueira mundial encontra-se estabilizada (FAO, 2012) e o declínio observado nos estoques pesqueiros tradicionais deve-se à sobrepesca e destruição de habitats na zona costeira.

Diante das projeções de crescimento populacional, visando prover à demanda futura por alimentos, prevê-se um aumento da procura de produtos pesqueiros favorecendo o aumento de empreendimentos para o cultivo de espécies aquáticas em cativeiro (FAO, 2013a).

Como sugerem BRANDINI *et al.* (2007), há uma tendência do cultivo de recursos marinhos assumir um papel de liderança entre as atividades produtivas no mar territorial brasileiro. A própria indústria pesqueira vê na maricultura um substituto em potencial de seus lucros em longo prazo e países desenvolvidos investem milhões em recursos financeiros na produção de algas, peixes e frutos do mar com tecnologia em escala comercial. Nos últimos anos a América do Sul apresentou crescimento, sendo o Brasil e o Perú os destaques (FAO, 2012).

O cultivo de moluscos bivalves representa uma grande parte da produção mundial de productos marinhos, especialmente por ofertar baixos custos para sua instalação e manuseio (BAUTISTA, 1989 *apud* CHRISTO, 2006), quando instalados em ambientes protegidos, e ao mesmo tempo um alto índice de rentabilidade.

Em 2008 a produção de moluscos foi de 13,1 milhões de toneladas (FAO, 2010). Já em 2010 foi estimada em 14,2 milhões de toneladas (FAO, 2012).

As características geográficas, biológicas e culturais da região estuarina-lagunar de Cananéia-Paranaguá a tornam propícia ao desenvolvimento da maricultura, conciliando a permanência das comunidades tradicionais e a preservação do meio ambiente, tanto que a ostreicultura é considerada uma das principais atividades aquícolas de Cananéia, explorada comercialmente

desde a década de 1940 (MACHADO *et al.*, 2013). Sob o ponto de vista bioecológico, a região tem importante papel na produção de matéria orgânica. Além disso, trata-se de estuário, que reconhecidamente já é ambiente de alta produção primária (DAY *et al.* 1989). Esse conjunto de condições propícias é importante criadouro para elevado número de peixes e crustáceos de interesse comercial (BARBIEIRI e CAVALHEIRO, 2000).

Atualmente apenas 40% da produção total de ostras de Cananéia são provenientes de viveiros de “engorda” (HENRIQUES *et al.*, 2010). O sistema de viveiros de “engorda” é manejo onde as ostras são extraídas do ambiente natural com tamanho entre 5 e 10 cm (Portaria SUDEPE nº 40 de 1986) e dispostas em estruturas de engorda. Duas espécies nativas de ostras ocorrem em Cananéia, a *Crassostrea rhizophorae* e *Crassostrea brasiliiana*, conhecidas como Ostra do Mangue e que são encontradas em regiões de baixa e média salinidade. Para efeitos desse trabalho optou-se trabalhar com a *C. Brasiliiana*, que é de distribuição mais ampla no estuário e tolera a uma gama maior de salinidade (GALVÃO *et al.*, 2013).

Devido à sua capacidade de filtração durante o processo de alimentação podem acumular bactérias e metais pesados nos tecidos do molusco caso o ambiente sofra ação antrópica. Isso justifica a necessidade de planejamento e controle das áreas de cultivo.

O aumento de atividade de maricultura sem planejamento pode ocasionar diversos riscos ao meio ambiente e a saúde humana pelo fato dos cultivos serem realizados na ausência, principalmente, de um sistema realmente eficaz de monitoramento da qualidade das águas. Em 2003, CURTIS (2003) relatou que a qualidade da água tem sido colocado em primeiro plano nos debates sobre política de fomento às atividades de maricultura no Estado de Santa Catarina, devido ao entendimento da magnitude dos riscos gerados pela presença de metais e semi-metais, substâncias químicas e bactérias. Monitoramento da qualidade do ambiente onde se localiza o cultivo esta diretamente ligado a certificação sanitária e ao mercado consumidor.

A Resolução CONAMA nº 357 de 2005 indica que para o cultivo de moluscos bivalves destinados à alimentação humana é necessário considerar o percentil de presença de coliformes termotolerantes.

O monitoramento da qualidade ambiental, principalmente com relação a presença de coliformes termotolerantes, além da presença de atividades potencialmente poluidoras, usos concorrentes com a maricultura, devem ser considerados na escolha de uma área para ostreicultura. Nesse sentido, o presente estudo propõe a criação de um banco de dados geográficos que pode contribuir com o planejamento da maricultura no estuário de Cananéia.

O desenvolvimento de instrumentos gerenciais para a zona costeira se mostra necessário, já que sua falta pode causar prejuízos irremediáveis aos ambientes costeiros e a vida aquática como, por exemplo, a implantação de cultivos muito além da capacidade de suporte do ambiente. Assim sendo, o SIG (Sistema de Informações Geográficas) vem sendo amplamente proposto por vários países nas últimas décadas para o planejamento das atividades aquícolas nas regiões litorâneas (SCOTT e VIANNA, 2001; SIMMS, 2002; SCOTT, 2003; MACLEOD, 2002; FREITAS *et al.*, 2009; FARIAS *et al.*, 2010; BEZERRA *et al.*, 2011).

Além disso, com o estabelecimento de bases sustentáveis para a correta escolha de locais para instalação de cultivos é possível, através do entendimento da relação entre a exigência fisiológica do organismo aquático e as condições ambientais, maximizar a eficiência da maricultura, de forma a otimizar o uso de áreas, para produzir o máximo de organismos com o mínimo de custo.

FAO (2013b), em publicação que trata do ordenamento do território para apoiar a abordagem ecossistêmica na aquíicultura descreve a situação atual do uso de SIG nesta área, concluindo que apesar de amplamente aplicada para identificação de áreas propícias para cultivos, não considera todos os setores econômicos e sociais.

Sistema de Informações Geográficas - SIG foi utilizado para o planejamento da aquicultura por TEIXEIRA *et al.* (2012) através da avaliação

da potencialidade social e econômica no Estado do Espírito Santo, por CURTIS *et al.* (2003) para determinar as áreas contaminadas por elementos traços na maricultura no litoral de Santa Catarina e por TAYLOR (2013) no monitoramento da recuperação da qualidade ambiental da baía de Chesapeake, Virgínia, USA, visando o cultivo de ostra *Crassostrea virginica*.

O SIG também foi utilizado como instrumento para avaliar o potencial da maricultura “off-shore” (MACLEOD, 2002; FREITAS *et al.*, 2009; FARIAS *et al.*, 2010; BEZERRA *et al.*, 2011). Já SILVA *et al.* (2011) testaram SIG na identificação de áreas propícias para cultivo de ostra *Crassostrea gigas* no estuário de Valdivia, centro sul do Chile.

VIANNA (2007) citou trabalho de diversos autores que contribuíram com o desenvolvimento de SIG's aplicados à zona costeira, principalmente na seleção de sítios para maricultura (SCOTT e VIANNA, 2001; SIMMS, 2002; SCOTT, 2003), Zoneamento-Ecológico-Econômico (MMA, 2002 *apud* VIANNA 2007) e estudos de potenciais para a pesca (ISAAK, 1997 *apud* VIANNA 2007).

MALCZEWSKI (2006) listou diversos trabalhos científicos que tiveram artigos sobre SIG na análise de decisão multicriterial, concluindo que houve um aumento no seu uso no período de 1990 a 2004. Modelagens de aspectos ecológicos representavam 17% destes trabalhos e agricultura 8,5%. NATH *et al.* (2000) avaliaram o uso de SIG como suporte à decisão na aquacultura, e apontaram forte tendência de crescimento do seu uso como componente de sistemas de apoio à decisão.

O objetivo do presente trabalho foi desenvolver um instrumento gerencial para o planejamento da maricultura na região estuarina de Cananéia, Estado de São Paulo, Brasil, utilizando geoprocessamento e considerando critérios ambientais, socioeconômicos e logísticos. O estudo possibilitou identificar áreas propícias para cultivo de ostras, de forma a compabilizá-los com outras atividades, buscando manter a qualidade ambiental da região.

## **Métodos**



A área de abrangência deste projeto foi a área estuarina do município de Cananéia/SP, delimitada pelos paralelos 25°19'00"S e 24°52'30"S e pelos meridianos 48°15'00"W e 47°38'20"W. Para a elaboração deste trabalho contou-se com levantamento de dados em campo, de março a dezembro de 2012, levantamento de dados bibliográficos e consulta a dados não publicados, obtidos junto à agências ambientais com atuação na região.

Visando padronizar os procedimentos para o planejamento da maricultura, o presente trabalho propõe utilizar o geoprocessamento na concepção de um modelo conceitual por processo analítico hierárquico - AHP.

A metodologia utilizada foi proposta por VIANNA (2007), considerada mais adequada para a realidade, diante da carência de dados de monitoramento de ambientes costeiros no Brasil.

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.

Foram feitas análises através de um modelo conceitual por processo analítico hierárquico – AHP, considerando as seguintes etapas: 1) Construção do modelo conceitual; 2) Levantamento de dados; 3) Estruturação de um BDG; 4) Aplicação do modelo; 5) Avaliação dos resultados; e, 6) Validação utilizando os dados levantados em campo.

### *1. Modelo conceitual*

Foi elaborada uma lista preliminar de variáveis com grau de ponderação para cada uma delas (Tabela 1). As variáveis foram agrupadas nas categorias ambientais, socioeconômicos e logísticas, sendo consideradas 3 variáveis ambientais, 2 socioeconômicas e 2 logísticas, conforme descrito na Tabela 1.

Tabela 1. Variáveis utilizadas no Modelo Conceitual desenvolvido na avaliação de áreas propícias à maricultura de *Crassostrea brasiliiana*

Ambiental	1	Qualidade Microbiológica
	2	Fontes de poluição ou potencialmente poluidoras
	3	Batimetria ou profundidade (m)
Socioeconômico	4	Conflitos de uso (estruturas náuticas, rotas de navegação)
	5	Conflitos com interesses das Unidades de Conservação
Logístico	6	Estrutura de apoio ao beneficiamento (fábrica de gelo, processadoras, depuradoras, entrepostos)
	7	Situação logística considerando pontos de comercialização, facilidade de escoamento

## 2. Descrição das variáveis

### 2.1. Qualidade Microbiológica

A região de Cananéia é caracterizada pelo alto índice pluviométrico, com média anual de 2670 mm, sendo que o valor médio mensal máximo é de 266.9 mm no verão e de 95.3 mm no inverno. O período mais chuvoso estende-se de dezembro a abril, com média mensal de 200 mm, e o mais seco, de maio a novembro, com valores inferiores, porém nunca abaixo de 80 mm (MIYAO, 1986).

A Resolução CONAMA nº 357 de 2005 define Águas Salobras como sendo, "águas com salinidade igual ou inferior a 0.5 e 30", característica da região estudada.

Segundo esta mesma Resolução, na seção II, alínea "g" do inciso I do art. 18, os padrões de qualidade mínima de águas salobras para a Classe 1

*"para o cultivo de moluscos bivalves destinados à alimentação humana, a média geométrica da densidade de coliformes termotolerantes, de um mínimo de 15 amostras coletadas no mesmo local, não deverá exceder 43 por 100 mililitros, e o percentual 90% não deverá ultrapassar 88 coliformes termotolerantes por 100 mililitros. Esses índices deverão ser mantidos em monitoramento anual com um mínimo de 5 amostras."*

Existem outros parâmetros de qualidade de água estabelecidos na Resolução CONAMA nº 357 de 2005 (substâncias orgânicas e inorgânicas). Porém, como o presente trabalho utilizou dados já existentes, eles não foram contemplados. Subentende-se que alguns tipos de contaminantes serão analisados através das variáveis relativas às fontes de poluição.

Os dados de contaminação por coliformes termotolerantes foram obtidos através de coletas mensais de água coletadas realizadas em 2012 pelo Instituto de Pesca na área de estudo em 10 pontos distintos.

### *2.2. Fontes de poluição ou potencialmente poluidoras*

Considerando que na região estudada as fontes de poluição são efluentes domésticos não tratados que podem degradar a qualidade do ambiente e pontos com presença de estruturas que podem contaminar o ambiente aquático por derivados de petróleo ou matéria orgânica. Desta forma, foram considerados potenciais para poluição: estação de tratamento de esgoto, posto de abastecimento náutico, trapiches, rampas e portos.

### *2.3. Batimetria ou profundidade (m)*

Foram consideradas as medições de profundidade realizadas durante as coletas de campo, a Carta Náutica Digital nº 1703 (MARINHA, 2012), além de profundidades determinadas a partir de imagens do Google Earth®.

### *2.4. Conflitos de uso*

Foram consideradas como atividades conflitantes com a maricultura rotas de navegação, estruturas náuticas e locais para banho (balneários). As áreas com menor risco de conflitos socioeconômicos seriam aquelas mais distantes destas atividades.

### *2.5. Conflitos com interesses das Unidades de Conservação*

A região é composta por um mosaico de Unidades de Conservação, podendo seus interesses ser conflitantes com a atividade de maricultura. Desta forma, foram considerados os Planos de Manejos existentes e o tipo de Unidade de Conservação para determinação de áreas.

### *2.6. Estrutura de apoio ao beneficiamento*

Fábricas de gelo, unidades de processamento de pescados, unidades depuradoras e entrepostos pesqueiros compõem um conjunto de estruturas de apoio ao beneficiamento que podem indicar facilidades na logística de produção em maricultura. Sendo assim, a proximidade destas estruturas foi considerada como maior probabilidade de sucesso comercial.

### *2.7. Situação logística considerando pontos de comercialização, facilidade de escoamento*

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

Como os mercados consumidores se localizam nas mesmas áreas que as estruturas de apoio ao beneficiamento, as variáveis 2.6 e 2.7 foram analisadas conjuntamente.

## *3. Levantamento de dados*

Os dados utilizados foram obtidos das seguintes fontes:

- Base cartográfica digital – Instituto Florestal do Estado de São Paulo – PPMA – Programa de Proteção à Mata Atlântica, 2001;
- Base cartográfica digital – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente, 2007;
- Base cartográfica digital SIG-RB – Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape, 2012;
- Dados de qualidade microbiológica do Estuário de Cananéia – BARBIERI *et al.*, 2012; DOI, 2012;
- Cartas náuticas digitais 1700 e 1703 – Diretoria de Hidrografia e Navegação – Marinha do Brasil;

- Levantamento de estruturas náuticas – CETESB, 2011;
- Levantamento de campo (profundidade, salinidade e temperatura);
- Os Planos de Manejo das Unidades de Conservação incluídas neste trabalho foram fornecidos para Fundação Florestal e pelo ICMBio.

Como os dados foram adquiridos de diversas fontes foi necessária a conversão de formatos e sistemas de projeção, georreferenciamento, tabulação de atributos e restituição, através de ferramentas de conversão de Datum e exportação de formato.

#### 4. Geração dos mapas do modelo

O Mapa de Potencial para a maricultura no estuário de Cananéia/SP para o cultivo de ostras (Figura 1) foi gerado a partir do cruzamento de 3 mapas: Mapa Ambiental, Mapa Socioeconômico e Mapa Logístico, através da ponderação obtida pelo processo analítico hierárquico – AHP, conforme Tabela 2.

Tabela 2. Mapas constituintes do Mapa de Potencial para a Maricultura e seus respectivos pesos.

<b>Mapa</b>	<b>Peso</b>
Ambiental	0,45
Socioeconômico	0,45
Logístico	0,10

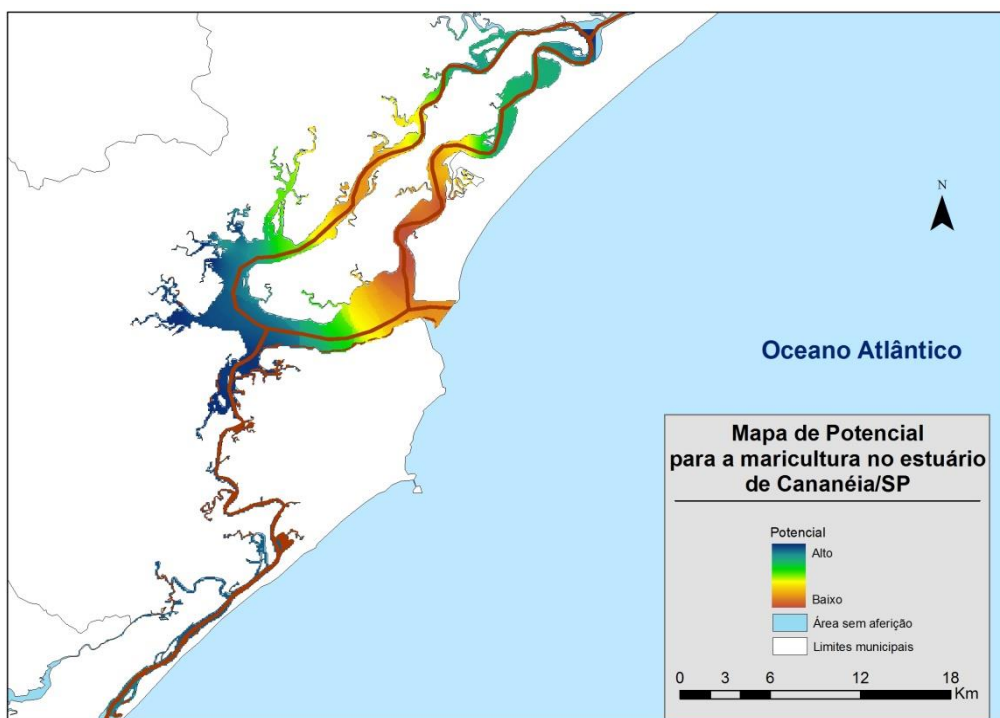


Figura 1. Mapa de Potencial para a maricultura, com ênfase ao cultivo de ostras.

### 5. Aplicação do modelo

Os mapas foram interpolados com o uso de calculadora de mapas, que permite atribuir pesos para cada uma das camadas.

#### 5.1. Mapa Ambiental

O Mapa Ambiental (Figura 2) foi composto pelas variáveis: Qualidade microbiológica e Fontes de poluição ou potencialmente poluidoras, constituindo 2 mapas distintos: Mapa de Poluição e Mapa de Potencial de Poluição.

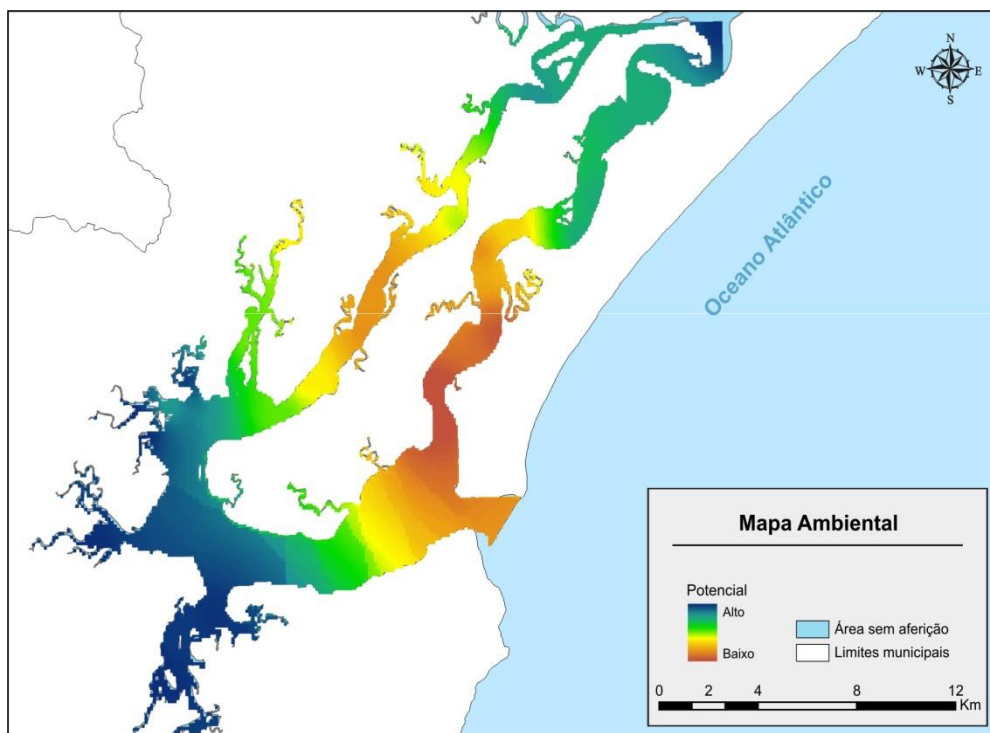


Figura 2. Mapa Ambiental.

Cada matriz (mapa raster) foi normalizada em valores entre 0 e 1, onde 1 é de maior potencial e 0 de menor potencial e, posteriormente foi gerada uma matriz que obedeceu às proporções registradas na Tabela 3. Considerou-se Poluição as áreas com contaminação por coliformes termotolerantes e Potencial de Poluição os pontos com atividades potencialmente poluidoras. Desta forma, Poluição teve um peso maior na análise final por já estar presente no ambiente e representar risco à maricultura.

Tabela 3. Mapas constituintes do Mapa Ambiental e seus respectivos pesos.

Mapa	Peso
Poluição	0,60
Potencial de Poluição	0,40

O Mapa de Poluição (Figura 3) foi gerado a partir da contaminação por coliformes termotolerantes observadas em amostras de água coletadas em 2012 no monitoramento realizado pelo Instituto de Pesca em 10 pontos distintos na área de estudo (Tabela 4).

Tabela 4. Valor médio de coliformes em NMP/100 de 2012, no estuário de Cananéia/SP.

Ponto	Média anual C. Termotolerantes (NMP/100)
1. Mandira	20,5
2. Retiro	18,5
3. Itapitangui	181,6
4. Cooperostra	70,5
5. Ilha da Casca	14,8
6. Pedrinhas	7,1
7. Mosqueteiro	268,3
8. Agrossolar	144,7
9. Pier da base do Instituto de Pesca	408,2
10. Taquari	82,8

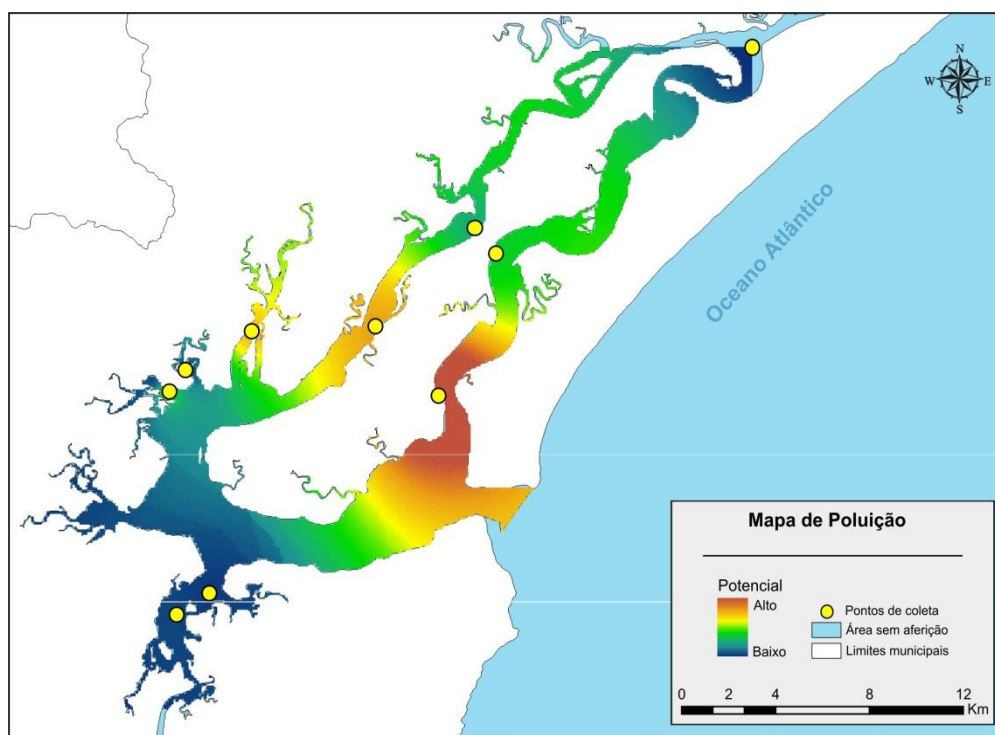


Figura 3. Mapa de Poluição, considerando a qualidade microbiológica da área de estudo.



A presença de atividades potencialmente poluidoras na área pode representar risco à maricultura, sendo assim, quanto maior a distância destes pontos menor a probabilidade de contaminação, no caso de acidentes. Foram mapeados trapiches, rampas e portos, a partir de imagens do Google Earth®, e também foram utilizados dados do levantamento de estruturas náuticas realizado pela Agência Ambiental da CESTEB de Registro, nos municípios de Cananéia e Ilha Comprida, em 2011. As atividades potencialmente poluidoras foram classificadas conforme Tabela 5, onde a fonte de poluição de origem doméstica teve um peso maior na análise, por representar maior risco que as demais (posto de abastecimento, entreposto pesqueiro, trapiche, rampa, porto).

Tabela 5. Classificação das atividades potencialmente poluidoras, classificadas por poluição de origem doméstica e com potencial de poluição.

<b>Número</b>	<b>Nome</b>	<b>Classificação</b>	<b>Peso</b>
1	Estação de Tratamento de Esgoto – ETE	Doméstico	0,23
2	Posto de Abastecimento Náutico	Pot. Poluição	0,19
3	Balsa	Pot. Poluição	0,15
4	Entreposto Pesqueiro	Pot. Poluição	0,15
5	Trapiche	Pot. Poluição	0,12
6	Rampa	Pot. Poluição	0,10
7	Porto	Pot. Poluição	0,06

Foi gerado um Mapa de Potencial de Poluição, considerando o peso das atividades e a densidade de estruturas náuticas (Figura 4).

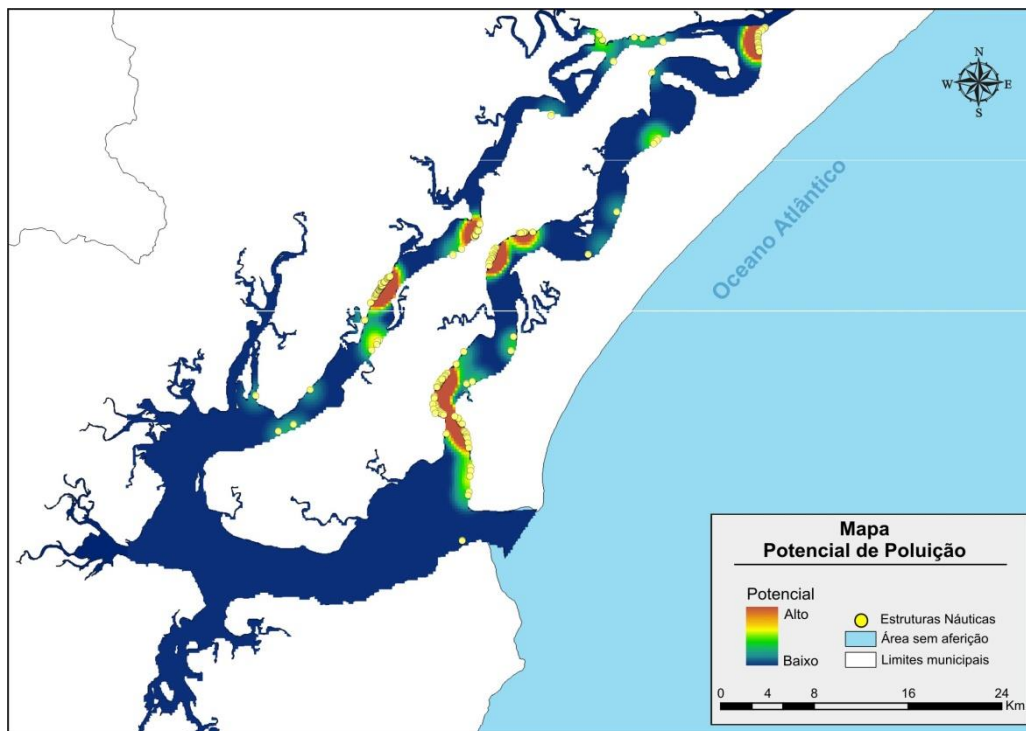


Figura 4. Mapa de Potencial de Poluição considerando a densidade de presença de estruturas náuticas e seu grau de risco.

### 5.2. Mapa Socioeconômico

O Mapa Socioeconômico (Figura 5) foi composto considerando as principais atividades que poderiam gerar conflito com a maricultura (estruturas náuticas, rotas de navegação e conflito com interesse de unidades de conservação).

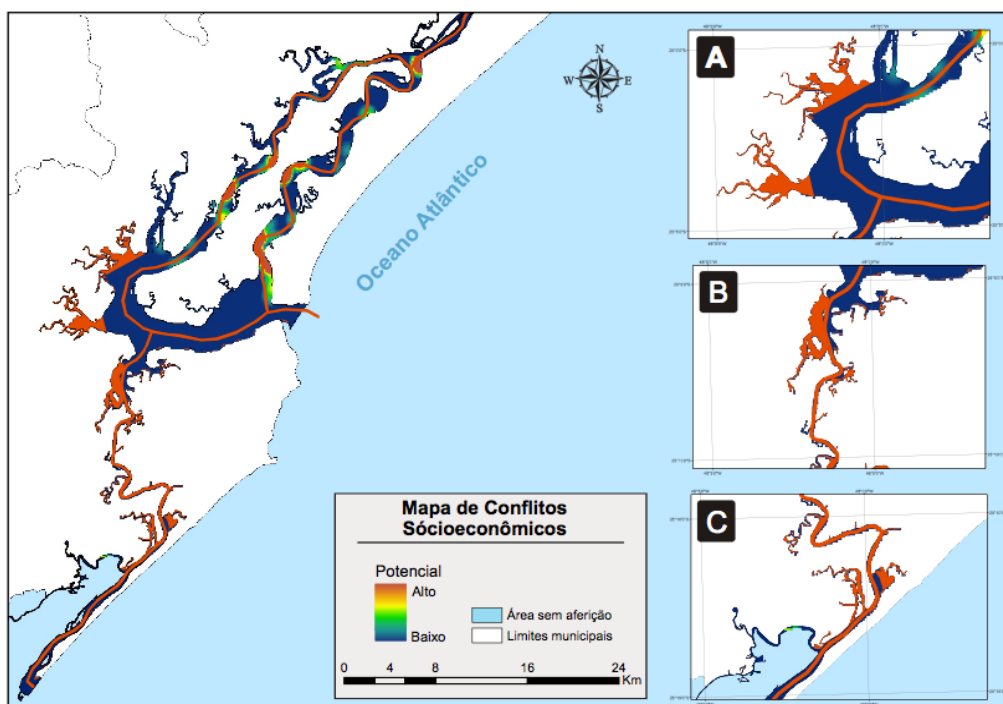


Figura 5. Mapa Socioeconômico. Exibe o potencial de risco de conflito de interesses. A. Mandira e Itapitangui, B. Retiro, Itapanhapina e canal, C. canal até o Portal passando pelo Marujá.

Estas variáveis tiveram o mesmo peso na análise final (Tabela 6), já que representam potencial de conflitos semelhantes. Optou-se aqui por utilizar a método booleano na ponderação das variáveis Rotas de Navegação e Conflitos com interesses de Unidades de Conservação, já que as restrições impedem o uso das áreas, e geoestatístico para a variável de presença de estruturas náuticas, sendo assim quanto mais próximo destas áreas maior a probabilidade que haver conflito.

Tabela 6. Mapas constituintes do Mapa Socioeconômico.

Mapa
Conflitos de uso
Conflitos com interesses de Unidades de Conservação

Para determinarmos a rota de embarcações utilizou-se a Carta Náutica Digital nº 1703 (MARINHA, 2012) como base, além de dados coletados em campo para este trabalho, para determinação da profundidade da área. No interior do estuário a distribuição dos pontos amostrais apresentou vazios em alguns pontos, principalmente nas áreas onde deságuam os rios e em áreas de mangues e areia, sendo representadas pelo software como áreas com profundidade com valor zero. Assim sendo, baseado em imagens do Google Earth®, definiu-se pontos amostrais com valores de 0,5m e 0,1m às desembocaduras de rios, bancos de areia e mangue. Os dados foram interpolados utilizando-se o método geoestatístico krigagem (JAKOB, 2002) para a representação do terreno. Os métodos geoestatísticos se baseiam nos modelos estatísticos que incluem autocorrelação, tornando-os capazes não só de produzir um modelo de superfície, mas também prover algumas medições de exatidão desta superfície modelada (SCHMITZ, 2009). Considerando as áreas com maior profundidade, foram traçadas rotas de navegação. Foi gerado o Mapa de Rota de Navegação, com buffer de 100 metros de restrição (Figura 6).

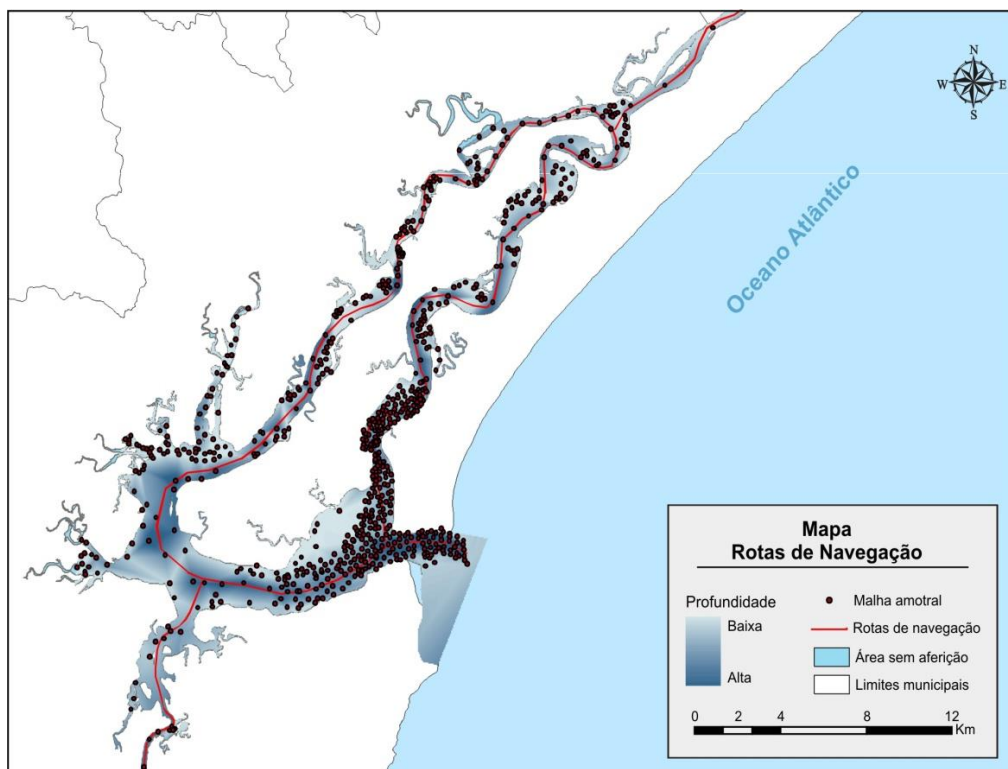


Figura 6. Mapa de Rotas de Navegação.

A definição do canal de navegação e a densidade da presença de estruturas náuticas geraram o Mapa de Conflito de Usos (Figura 7).

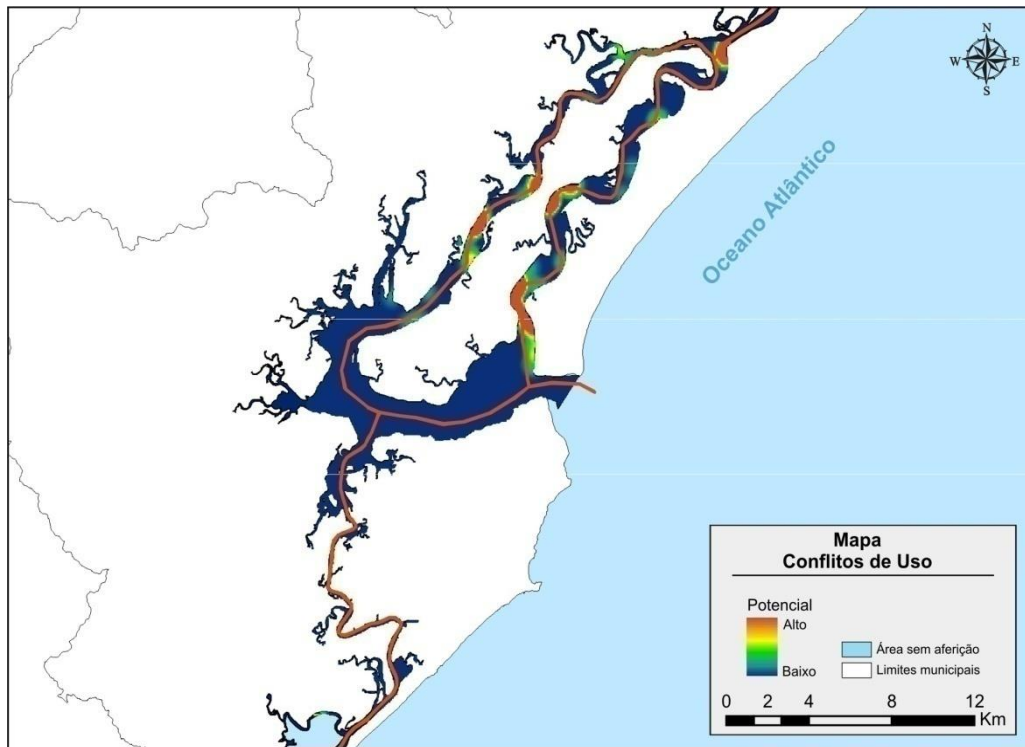


Figura 7. Conflitos de Uso (presença de estruturas náuticas e rotas de navegação).

As Unidades de Conservação consideradas foram aquelas cujo território está inteiro ou parcialmente inserido no ambiente aquático (Figura 8).

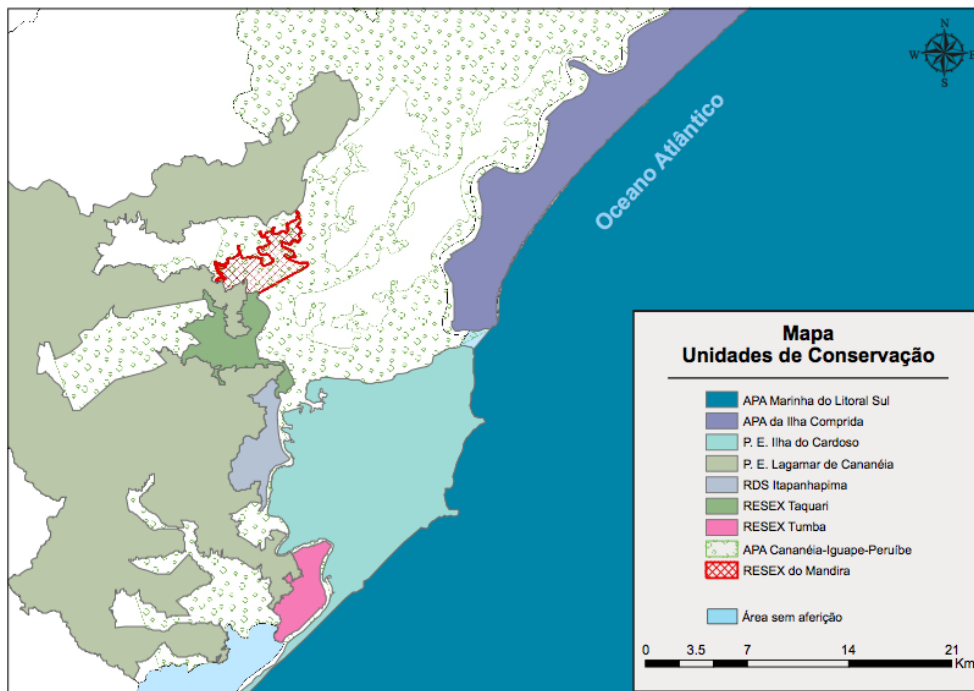


Figura 8. Mapa do mosaico de Unidades de Conservação da área de estudo.

Fonte: PPMA/IF/SMA/SP (2001) e IBAMA (2007).

As Unidades de Conservação consideradas, assim como sua classificação encontram-se na Tabela 7.

Tabela 7. Unidades de Conservação existente na área de estudo ordenadas pela classificação do SNUC, com indicação da existência de instrumento de gestão.

<b>Tipo</b>	<b>Nome da Unidade</b>	<b>Existência de instrumento de gestão</b>
Proteção Integral	Parque Estadual Ilha do Cardoso	Possui Plano de Manejo. A Unidade de Conservação é terrestre, porém engloba os rios que se encontram no interior da Ilha. Desta forma, a proibição para a maricultura se restringe aos rios que estão no seu interior. Não existe área de amortecimento ou zona de entorno previsto no Plano de Manejo.
	Parque Estadual do Lagamar	Não possui Plano de Manejo, porém como é uma Unidade de Proteção Integral o uso direto não é permitido.
Uso Sustentável	APA Cananéia-Iguape-Peruíbe	Não possui Plano de Manejo.

APA Marinha Litoral Sul	Não possui Plano de Manejo.
RDS Itapinhapima	Possui Plano de Uso e seu uso é exclusivo para pessoas que tem autorização do Conselho Deliberativo da UC.
RESEX do Mandira	Possui Plano de Manejo e seu uso é exclusivo dos remanescentes quilombolas do Quilombo do Mandira.
RESEX do Tumba	Possui Plano de Uso e seu uso é exclusivo para pessoas que tem autorização do Conselho Deliberativo da UC.
RESEX do Taquari	Possui Plano de Uso e seu uso é exclusivo para pessoas que tem autorização do Conselho Deliberativo da UC.

Considerando as informações da Tabela 7 foi gerado o Mapa de conflitos com interesses das Unidades de Conservação (Figura 9). As Reservas de Desenvolvimento Sustentáveis e Reservas Extrativistas foram consideradas áreas com restrição de uso, já que é restrito a grupos específicos.

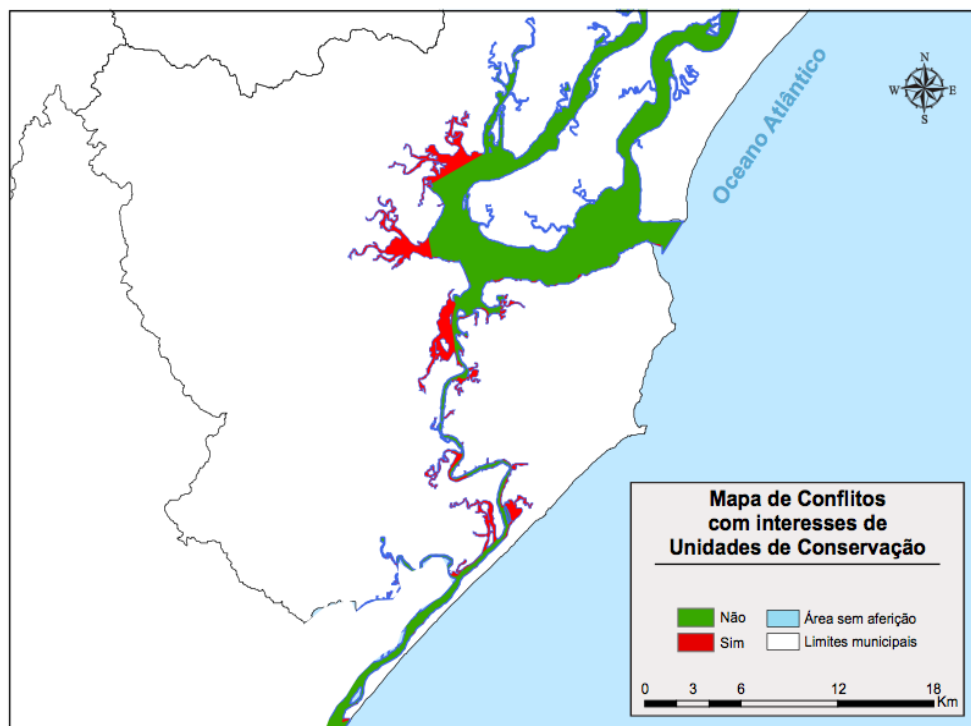


Figura 9. Mapa de conflitos com interesses das Unidades de Conservação.

### 5.3. Mapa Logístico

Considerou-se proximidade ao mercado consumidor, facilidade de acesso e presença de unidades de beneficiamento como critérios logísticos visando o sucesso comercial.

Para o Mapa Logístico (Figura 10) foram consideradas a localização de estruturas de apoio ao beneficiamento (fábrica de gelo, processadoras/indústria de pesca, depuradoras e entrepostos pesqueiro) e dos pontos de comercialização e facilidade de escoamento. Também foram considerados locais com concentração de restaurantes, pousadas ou pesqueiros que correspondem ao mercado potencial de pescados. A localização das estruturas



de apoio ao beneficiamento e dos pontos de comercialização e facilidade de escoamento foram obtidos através de entrevistas com representantes de instituições envolvidas no setor pesqueiro em Cananéia e plotadas sobre imagens do Google Earth®. Utilizou-se o método de análise de distância para definir quais locais são mais propícios para o cultivo.

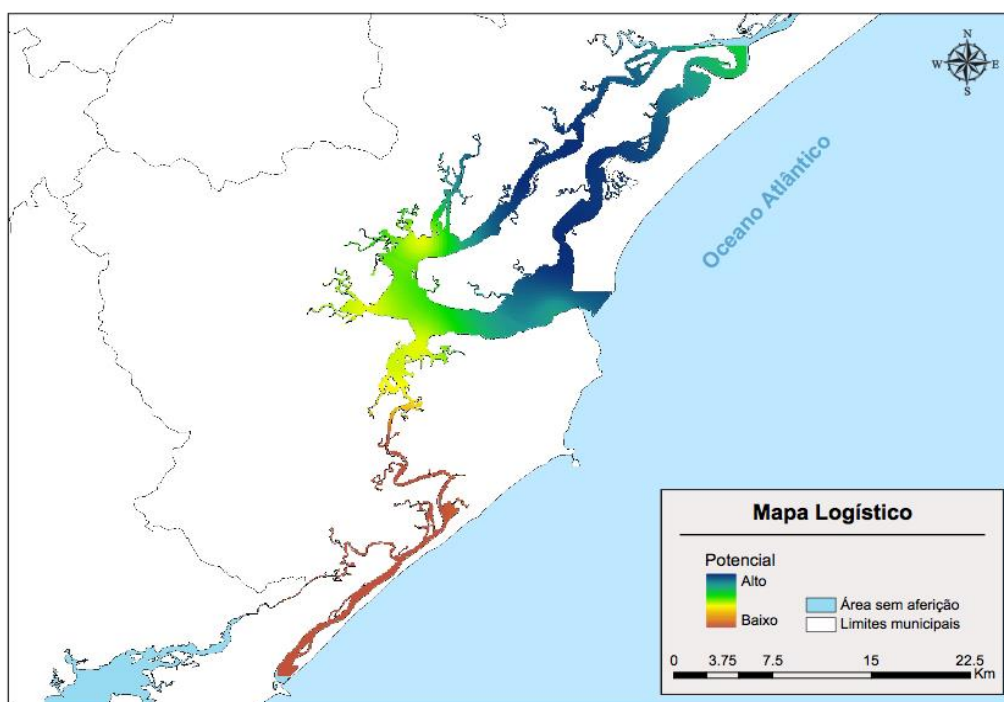


Figura 10. Mapa Logístico.

## Resultados

No presente trabalho foi possível determinar áreas propícias para a maricultura, com ênfase no cultivo de ostras, no estuário de Cananéia (Figura 1) através das informações disponíveis, utilizando uma análise multi-criterial e ponderada hierarquicamente. Executou-se o cruzamento dos mapas Ambiental, Socioeconômico e Logístico essa determinação.

Foi gerado mapa Ambiental (Figura 2) através da análise de dados sobre a situação de contaminação por coliformes termotolerantes (Figura 3), além de mapear a presença de atividades potencialmente poluidoras (Figura 4). O mapa ambiental visou identificar o grau de poluição da região de estudo. Desta forma, quanto maior a distância das áreas com potencial de poluição, menor a

probabilidade de contaminação dos cultivos. Esse critério é essencial no cultivo de ostras para garantir a qualidade higiênico-sanitário do alimento produzido.

A geração do mapa Socioeconômico (Figura 5) visou identificar as áreas com restrições para a finalidade de cultivos. Esta identificação se deu através na análise de conflitos com os interesses das Unidades de Conservação (Figura 9) e rotas de navegação e estruturas náuticas já existentes (Figura 7). A Figura 6 indica diz respeito as rotas de navegação. Assim sendo, identificou-se áreas restritas para a maricultura e áreas com potencial de conflitos, porém passíveis de uso.

Gerou-se ainda, um mapa Logístico (Figura 10) para avaliar as áreas onde a existência de estruturas de apoio beneficiariam a maricultura como uma atividade econômica.

Finalizando, as localidades produtoras de ostras da região estuarina de Cananéia foram contrapostas com o mapa de potencial para a maricultura no estuário (Figura 1), demonstrando que das vinte localidades produtoras de ostras mapeadas por CAMPOLIM e MACHADO (1997) cinco estão em local inapropriado (Figura 11), considerando a presença de contaminação microbiológica, conflitos com outras atividades e a distância do centro comercial do município. Cabe ressaltar que a comunidade do Marujá, apesar da alta qualidade ambiental da área, esta longe do centro comercial e dentro de do Parque Estadual da Ilha do Cardoso.

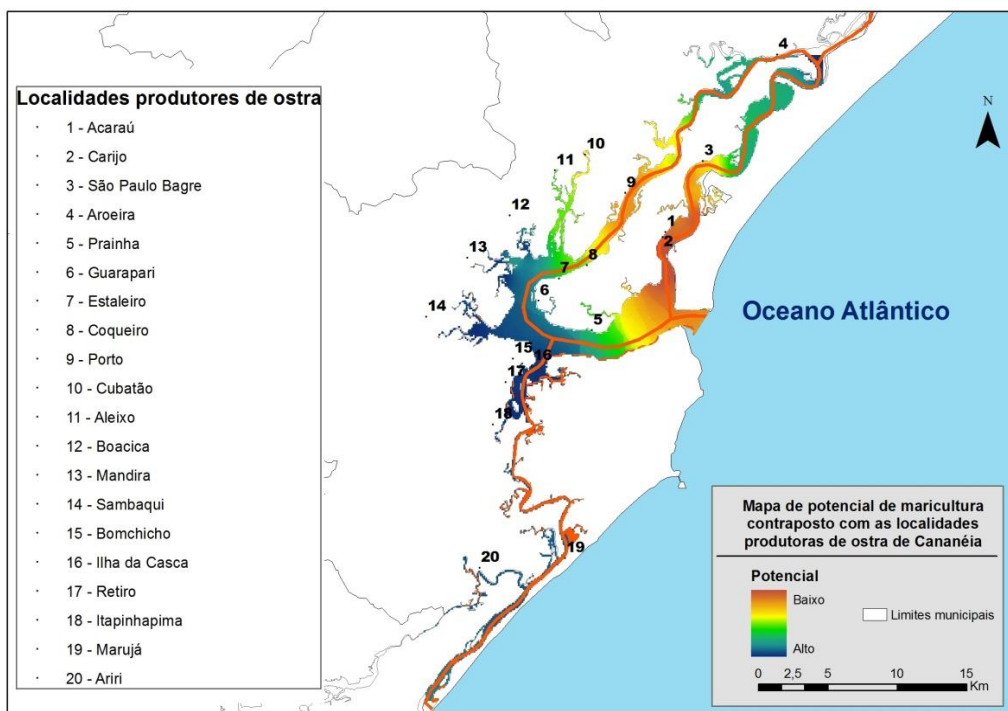


Figura 11. Mapa de contraposição das áreas em potencial para a maricultura e as localidades produtoras de ostra.

Além da aplicação exposta, no presente estudo se propõem que, para a região, o banco de dados geográfico elaborado venha a auxiliar no planejamento de outras atividades, assumindo um caráter multissetorial.

## Discussão

Esse trabalho analisou variáveis ambientais, socioeconômicas, além de logísticas, utilizando SIG, para eleger as áreas propícias para a maricultura no estuário de Cananéia, com ênfase no cultivo de ostras. Apesar da aplicação da metodologia proposta por VIANNA (2007) no presente trabalho se utilizou um número menor de variáveis, consideradas suficientes para o apontamento de áreas propícias para a maricultura.

Um aspecto importante e considerado primordial nesta análise foi buscar a garantia da manutenção da qualidade do ambiente e do alimento a ser

produzido, além de evitar conflitos pelo uso do espaço. BARBIERI *et al.* (2012) estudaram a concentração de coliformes totais e termotolerantes do Estuário de Cananéia (Mar de Cubatão) verificando que na maior parte das amostras os índices de coliformes termotolerantes foram superiores ao permitido pela Resolução CONAMA nº 375 de 2005, existindo ainda uma forte correlação entre esses índices e os índices pluviométrico mensais da região. Além disso, os outros usos da área podem ser outras fontes de poluição química.

Como colocado por MACHADO *et al.* (2002), moluscos bivalves são organismos filtradores (que se alimentam através de um processo de filtração da água e retenção das partículas em suspensão, principalmente plâncton e microrganismos presentes na água), e sofrem de maneira intensa a bioacumulação destes contaminantes, tornando-se muitas vezes impróprios para o consumo humano.

Assim sendo, as variáveis ambientais e socioeconômicas tiveram um peso maior que a logística, também importante do ponto de vista de sustentabilidade econômica da produção, como indicado no trabalho produzido por VIANNA (2007).

Os resultados demonstraram, através de mapas, que a utilização de SIG na escolha dos locais adequados para a maricultura no estuário de Cananéia é uma ferramenta promissora para o planejamento da atividade. Essa constatação é corroborada pelos trabalhos de SALAM e ROSS (1999), MACLEOD (2002), GIFFORD *et al.* (2007), LONGDILL *et al.* (2008), RADIARTA *et al.* (2008), SILVA *et al.* (2011) que utilizaram SIG.

O SIG é uma ferramenta útil para correlacionar aspectos espaciais da aquicultura. Auxilia a planejar a atividade, facilitando na tomada de decisões administrativas (ROSS *et al.*, 2009).

A existência de um mosaico de Unidades de Conservação na área de estudo propicia a maricultura pela alta qualidade ambiental, principalmente por incluírem majoritariamente unidades de uso sustentável. Porém, é necessário considerar o zoneamento referente às restrições de uso, de acordo com os instrumentos de gestão de cada Unidade. As Reservas Extrativistas e

Reservas de Desenvolvimento Sustentável merecem atenção especial. No presente trabalho considerou-se que há restrição de uso, já que este é permitido apenas a membros das comunidades tradicionais beneficiárias das Unidades de Conservação, cadastrados e reconhecidos pelos Conselhos Gestores. Na implantação de um Sistema de Informações Geográficas para a gestão da região, as atividades desenvolvidas pelas comunidades beneficiárias das Unidades de Conservação devem ser consideradas, já que podem afetar diretamente a qualidade da área, assim como a utilização do entorno a qualidade ambiental destas áreas.

Estruturas náuticas como rampas, portos e trapiches, apesar de representarem risco de contaminação aos cultivos, em caso de acidente, podem apoiar a manutenção das estruturas, bem como facilitar o acesso a elas e, portanto foram considerados como aspectos positivos.

Através de imagens de satélite é possível monitorar diversas variáveis de forma remota, pois são capazes de representar ecossistemas, habitats e recursos socioeconômicos localizados na costa (SCOTT, 2003 e TAYLOR, 2013). Entretanto, neste trabalho não se utilizou imagem de satélite para o monitoramento de variáveis ambientais e socioeconômicos, restringindo seu uso para verificação de baixos no estuário (profundidades determinadas a partir de imagens do Google Earth®) e presença de estruturas náuticas.

A FAO (2013b) fornece uma visão do uso de SIG, Sensoriamento Remoto e mapeamento com abordagem ecossistêmica na aqüicultura mundial. Porém os dados coletados demonstram que os temas relacionados à aqüicultura ainda são analisados isoladamente, faltando considerar aspectos importantes para uma gestão multissetorial.

A formação de Sistema de Informações Geográfica - SIG com a finalidade de auxiliar o planejamento de qualquer atividade deve iniciar com a estruturação de um banco de dados eficaz. O segundo passo seria o monitoramento constante de variáveis consideradas cruciais para o bom desempenho dessa atividade, aliada a manutenção da qualidade ambiental da área. Esse é o primeiro trabalho que utiliza o SIG para o planejamento da

maricultura no estado de São Paulo e o banco de dados geográfico elaborado poderá servir para tomada de decisões futuras pelos administradores regionais.

O acesso à informação produzidas devem ser acessíveis à todos para que haja o desenvolvimento sustentável de atividades econômicas, de modo que isso contribua a autoconscientização e participação efetiva dos diversos atores sociais, como foi lembrado por BOARETTO e LADWING (2012).

Exemplos bem sucedidos do uso do SIG na maricultura encontramos em FAO (2013b), AquaGIS (2013) e em estudos do National Oceanic and Atmospheric Administration – NOAA/USA (GIFOORD *et al.*, 2007). No Vale do Ribeira, região na qual se situa a área de estudo, pode-se citar o SIG-Ribeira que mantém disponível para download um banco de dados geográficos na Bacia Hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape (SIG-RB, 2013). Os dados utilizados neste estudo encontravam-se dispersos e em formatos diversos. Recomenda-se definir responsabilidades para organizá-los. O banco de dados geográficos iniciado neste estudo poderá ser utilizado para dar início ao processo. Novas variáveis poderão ser incorporadas, compondo um Sistema de Informações Geográficas a ser utilizado e alimentado em conjunto pelas instituições públicas de assistência técnica, gestão ambiental, de pesquisa além de empreendedores na maricultura. Os resultados poderão ser disponibilizadas através de geoportal, a exemplo do SinBiota (<http://sinbiota.biota.org.br/sinbiota>).

Segundo FAO (2013b) há necessidade de treinamento sobre "consciência espacial". Este tipo de treinamento é apropriado para níveis gerenciais e técnicos. O banco de dados GISFish, mantido pela FAO abrange um leque de oportunidades de formação, incluindo a auto-formação com o freeware analítica. No entanto, a resolução de problemas do mundo real deve ser a base para a elaboração dos programas de formação técnica. Aliada a esta formação está a necessidade de promover a comunicação entre os gestores e analistas de SIG. MELLO (2003) *apud* VIANNA (2007), VIANNA *et al.* (2012) justificam o uso de SIG como ferramenta de apoio à decisão com a participação pública pelo uso de gráficos e imagens que são didaticamente mais adequados que tabelas e dados numéricos, contribuindo para um

desenvolvimento participativo. Essas recomendações são pertinentes para uso na região, avançando na modelagem ambiental das variáveis para auxiliar a prever cenários espaciais futuros na utilização da área, buscando sinergismo na ocupação por futuros projetos.

Quando construído com bases de conhecimento sólidas, o SIG no planejamento representa um avanço metodológico e uma importante ferramenta de gestão inovadora para gerenciar a costa, capaz de promover a conservação de recursos importantes, garantir a continuidade de atividades tradicionais e assegurar a estabilidade das comunidades costeiras e da maricultura em especial.

## **Conclusões**

A ferramenta SIG mostrou ser capaz de representar a região de estudo para auxiliar no planejamento de atividades de maricultura no estuário de Cananéia.

Este trabalho fez a primeira estruturação de um banco de dados geográficos que é passível de atualização. Ficará disponível aos maricultores e tomadores de decisões.

## **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.

## **Literatura citada**

AquaGIS 2013 Disponível em:<<http://gis.gov.nf.ca/aquagis/weather.asp>>  
Acessado em: 21 mar. 2013.

- BARBIERI, E. 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*: p. 338-348.
- 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*. São Paulo, 36(4):541-547.
- 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*, Curitiba, PR, Brasil. 30 de abril a 05 de maio de 2011. INPE. 4856.
- BOARETTO, L. S. e LADWIG, N. I. 2012 O SIG como instrumento de planejamento e gestão da atividade de maricultura. Disponível em: <[http://www.rexlab.unisul.br/junic/2012/arquivo\\_sistema/resumo\\_expandido\\_o\\_2012\\_28\\_08\\_13\\_\\_503cfb628607d.pdf](http://www.rexlab.unisul.br/junic/2012/arquivo_sistema/resumo_expandido_o_2012_28_08_13__503cfb628607d.pdf)> Acessado em: 25 fev. 2012.
- 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: BARROSO, G. F.; POERSCH, L. H. S.; CAVALLI, R. O.* (orgs.). *Sistemas de cultivos aquícolas na zona costeira do Brasil: recursos, tecnologias, aspectos ambientais e socioeconômicos*. Rio de Janeiro: Museu Nacional, p.195-202.
- CAMPOLIM, M. B. e MACHADO, I. C. 1997 Proposta de ordenamento da exploração comercial da ostra do mangue *Crassostrea brasiliana* na região estuarino-lagunar de Cananéia/SP. *Seminário Ciência e Desenvolvimento Sustentável*. Anfiteatro Camargo Guarnieri – Universidade de São Paulo. Julho-1997. p. 275-287.
- CHRISTO, S. W. 2006 Biologia reprodutiva e ecologia de ostras do gênero *Crassostreasacco*, 1897 na Baía de Guaratuba (Paraná-Brasil): um subsídio ao cultivo. (Tese de Doutorado. Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná). Disponível em: <[http://ri.uepg.br:8080/riuepg/bitstream/handle/123456789/505/TESE\\_SuseteWambierChristo.pdf?sequence=1](http://ri.uepg.br:8080/riuepg/bitstream/handle/123456789/505/TESE_SuseteWambierChristo.pdf?sequence=1)>Acessado em 30 abr. 2014.
- CURTIUS, A. J.; SEIBERT, E. L.; FIEDLER, H. D.; FERREIRA, J. F.; VIEIRA, P. H. F. 2003 Avaliando a contaminação por elementos traços em atividades de maricultura. *Resultados parciais de um estudo de caso realizado na Ilha de Santa Catarina, Brasil*. *Quim. Nova*, 26(1): 44-52.



- DAY, J. W.; HALL, C. A. S.; KEMP, W. N.; YÁÑEZ-ARANCIBIA, A. 1989 Estuarine Ecology. Editorial Wiley, NY, USA. p. 555.
- DOI, S. A. 2012 *Estudo da qualidade microbiológica da água e das ostras Crassostrea sp nas áreas aquícolas do município de Cananéia, SP.* (Dissertação de mestrado. Instituto de Pesca, APTA). Disponível em: <<ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/DissertaSoniaAssamiDoi2012.pdf>> Acessado em 04 abr. 2013.
- FAO 2010 Relatório El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura 2010. Roma, FAO. p. 219.
- FAO 2012 Relatório El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura 2012. Roma. p. 231.
- FAO 2013a FAO revela aposta na aquicultura para os países em desenvolvimento. Disponível em: <<https://www.fao.org.br/FAOraappd.asp>>. Acessado em: 21 abr 2013.
- FAO 2013b Current status of GIS, remote sensing and mapping applications in aquaculture from an ecosystem viewpoint. The potential of spatial planning tools to support the ecosystem approach to aquaculture. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/012/i1359e/i1359e03.pdf>> Acessado em: 17 abr. 2013.
- 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*, 5(3):16-27.
- 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.
- GALVÃO, M. S. N.; PEREIRA, O. M.; HILSDORF, A. W. S. 2013 Molecular identification and distribution of mangrove oysters (*Crassostrea*) in an estuarine ecosystem in Southeast Brazil: implications for aquaculture and fisheries management. *Aquaculture Research*, 2013, 44, 1589–1601 doi:10.1111/j.1365-2109.2012.03166.x
- GAZOLA, F. e FURTADO, A. L. 2007 Disponível em: <[ftp://ftp.inf.puc-rio.br/pub/docs/techreports/07\\_04\\_gazola.pdf](ftp://ftp.inf.puc-rio.br/pub/docs/techreports/07_04_gazola.pdf)>. Acessado em 30 mai. 2014.

- GIFFORD, J. A.; BENETTI, D. D.; RIVERA, J. A. 2007 National Marine Aquaculture Initiative: Using GIS for Offshore. *Aquaculture Siting in the U.S. Caribbean and Florida*. Disponível em: <[http://www.lib.noaa.gov/retiredsites/docaqua/reports\\_noaaresearch/nmaifinalreportgis.pdf](http://www.lib.noaa.gov/retiredsites/docaqua/reports_noaaresearch/nmaifinalreportgis.pdf)>. Acessado em: 21 abr. 2013.
- GVSIG 2011. Manual de gvSIG Versão 1.1. Disponível em: <<http://www.jvasconcellos.com.br/unijorge/wp-content/uploads/2011/10/manual-gvsig-1.1-pt.pdf>>. Acessado em 30 mai. 2014.
- HENRIQUES, M. B.; MACHADO, I. C.; FAGUNDES, L. 2010 Análise econômica comparativa dos sistemas de cultivo integral e de “engorda” da ostra do mangue *Crassostrea* spp no Estuário de Cananeia. *Boletim do Instituto de Pesca*. São Paulo. v. 36. n. 4. p. 307-316.
- JAKOB, A. A. E. 2002 A Krigagem como Método de Análise de Dados Demográficos. UNICAMP/NEPO. Disponível em: <[http://www.abep.nepo.unicamp.br/docs/anais/pdf/2002/GT\\_SAU\\_ST3\\_Jakob\\_texto.pdf](http://www.abep.nepo.unicamp.br/docs/anais/pdf/2002/GT_SAU_ST3_Jakob_texto.pdf)>Acessado em 05 mai. 2014.
- LONGDIL, P. C.; HEALY, T. R.; BLACK, K. P. 2008 An integrated GIS approach for sustainable aquaculture management area site selection. *Ocean & Coastal Management*, 51:612–624.
- MACHADO, I. C.; MAIO, F.; KIRA, C. S.; CARVALHO, M. F. H. 2002. Estudo da ocorrência dos metais pesados Pb, Cd, Hg, Cu e Zn na ostra de mangue *Crassostrea brasiliiana* do estuário de Cananéia-SP. *Revista Instituto Adolfo Lutz*. 61(1):13-18.
- MACHADO, I. C.; FAGUNDES, L.; HENRIQUES, M. B. 2013 Diagnóstico da comercialização da ostra de mangue pelos extrativistas de Cananéia, Estado de São Paulo. *Informações Econômicas, SP*. V. 43, nº 5. Set/out. 41-52.
- 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)*. Providence, Rhode Island. 85p. (Dissertação de mestrado. Brown University).
- MALCZEWSKI, J. 2006 GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature. *International Journal of Geographical Information Science*. 20(7):703-726. <http://dx.doi.org/10.1080/13658810600661508>

- MARINHA 2012 Cartas Náuticas. Marinha do Brasil, 2013. Disponível em <[https://www.mar.mil.br/dhn/chm/cartas/download/cartasbsb/cartas\\_eletronicas\\_Internet.htm](https://www.mar.mil.br/dhn/chm/cartas/download/cartasbsb/cartas_eletronicas_Internet.htm)> Acessado em 02 abr 2014.
- MIAO, S.Y. 1986 Características Físicas e químicas do Sistema Estuarino-Lagunar de Cananéia-Iguape. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, São Paulo, 1: 54-56.
- NATH, S. S.; BOLTE, J. P.; ROSS, L. G.; AGUILAR-MANJARREZ, J. A. 2000 Applications of geographical information systems (GIS) for spatial decision support in aquaculture. *Aquacultural Engineering*, 23: 233-278.
- PORTARIA SUDEPE nº 40, de 16 de Dezembro de 1986.
- RADIARTA, I. N.; SAITOH, S.; MIYAZONO, A. 2008 GIS-based multi-criteria evaluation models for identifying suitable sites for Japanese scallop (*Mizuhopectenyessoensis*) aquaculture in Funka Bay, southwestern Hokkaido, Japan. *Aquaculture*, 284:127–135.
- RESOLUÇÃO CONAMA nº 357, de 15 de Março de 2005.
- ROSS, L. G.; HANDISYDE, N.; NIMMO, D. C. 2009 Spatial decision support in aquaculture: the role of geographical information systems and remote sensing. In: Burnell, G. e Allan, G., (eds.), *New Technologies in Aquaculture: Improving Production Efficiency, Quality and Environmental Management*. CRC/Wood head Publishing, Oxford. 707–749.
- SALAM, M. A. e ROSS, L. G. 1999 GIS modelling for aquaculture in South-western Bangladesh: Comparative production scenarios for brackish and freshwater shrimp and fish. Disponível em: <[39](http://www.fao.org/fishery/gisfish/servlet/CDSServlet?status=ND0xMTM0LmdmMTAyJjY9ZW4mNjl9YXNjJjYzPWRjdGVybXMIM0Fpc3N1ZWQmMz M9YXF1YV9kb2Mmc2hvd0NoaWxkcmVuPXRydWUUmMzc9aW5mbw~~> Acessado em: 17 abr. 2013.</p>
<p>SCHMITZ, L. K. 2009 Treinamento em Software ArcGis 9.3.1 – Geostatistical Analyst. CIEG/UFPR, Curitiba/PR. 50p.</p>
<p>SCOTT, P. 2003 <i>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</i>. 243p. (Tese de Doutorado. University of Stirling, Stirling)</p>
<p>SCOTT, P. e VIANNA, L. F. N. 2001 Determinação de áreas potenciais para o desenvolvimento da carcinicultura em sistemas de informações geográficas. <i>Panorama da Aqüicultura</i>, jan/fev.</p>
</div>
<div data-bbox=)

- SIG-RB, 2013. Disponível em: <http://www.sigrb.com.br/#> Acessado em: 20 fev. 2013.
- SILVA, C., FERREIRA, J. G., BRICKER, S. B., DELVALLS, T. A., MARTINDIAZ, M. L., YANEZ, E. 2011 Site selection for shellfish aquaculture by means of GIS and farm-scale models, with an emphasis on data-poor environments. *Aquaculture*. doi:10.1016/j.aquaculture.2011.05.033.
- SIMMS, A. 2002 GIS and aquaculture: Assessment of soft-shell clam sites. *Journal of Coastal Conservation*, 8, 35- 47.
- TAYLOR, D. P. 2013 “Eastern Oyster Aquaculture: Estuarine Remediation via Site Suitability and Spatially Explicit Carrying Capacity Modeling in Virginia’s Chesapeake Bay”. Disponível em <<http://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordId=3459446&fileId=3459782>> Acessado em: 17 abr. 2013.
- TEIXEIRA, J. B.; LIMA, A. C.; BOECHAT, F. P.; RODRIGUES, R. L.; FREITAS, R. R. 2012 Potencialidade social e econômica da pesca e maricultura no Estado do Espírito Santo, Brasil. *Revista de Gestão Costeira Integrada / Journal of Integrated Coastal Zone Management*, 12(4):569-575.
- 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. Florianópolis*, Brasil. 21-26 abril. INPE. 3195-3202.
- VIANNA, L. F. N.; BONETTI, J.; POLETTE, M. 2012 Gestão costeira integrada: análise da compatibilidade entre os instrumentos de uma política pública para o desenvolvimento da maricultura e um plano de gerenciamento costeiro no Brasil. *Revista da Gestão Costeira Integrada / Journal of Integrated Coastal Zone Management*, 12(3):357-372.

## **CAPÍTULO 2**

## Planejamento na maricultura: o cultivo de Bijupirá em Cananéia, São Paulo.

Fátima L. Collaço<sup>3</sup> e Edison Barbieri<sup>3</sup>

### Resumo

Os relatórios frequente da FAO indicam a redução da pesca extrativista e o crescimento da maricultura na última década. Isto favoreceu o surgimento da maricultura como uma alternativa para a produção de alimento e geração de renda. O Bijupirá, *Rachycentron canadum*, se destacou nos últimos anos e vem sendo estudado sobre diferentes aspectos com vistas à sua 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 organismo com o mínimo de custo. Essa viabilidade se deu através do entendimento da relação entre a exigência fisiológica do organismo aquático selecionado frente às condições ambientais. Para este trabalho foram utilizados dados obtidos através de pesquisas bibliográficas, documentos de órgãos públicos, restituição de imagens de satélite e coletas de campo organizados em um gerenciador de banco de dados geográficos. Estes dados foram analisados através de geoestatística, interpolação, análise de distância e de densidade para definir as áreas ideais para o cultivo de Bijupirá na região estuarina e costeira de Cananéia. Como resultado obteve-se a indicação de áreas propícias ao cultivo de Bijupirá na região de estudo considerando variáveis ambientais, socioeconômicas e logísticas, demonstrando como a ferramenta Sistema de Informações Geográficas (SIG) é capaz de contribuir de forma efetiva, facilitando a tomada de decisão de maricultores em potencial e de gestores.

Palavras-chaves: GIS, Litoral Sul de São Paulo, aquaculture, peixe.

---

<sup>3</sup>Programa de Pós-graduação do Instituto de Pesca-APTA-SAA/SP. Caixa Postal 61. Av. Prof. Besnard, s/n, 11990.000, Cananéia, SP, Brazil.

## Abstract

The frequent FAO reports indicate the reduction of extractive fishing and mariculture growth in the last decade. This favored the emergence of mariculture as an alternative to food production and income generation. The Cobia, *Rachycentron canadum*, stood out in recent years and has been studied on different aspects with a view to commercial production in Brazil. With the growth of mariculture, the development of management tools for coastal zone shown increasingly necessary. By establishing a sustainable basis for the correct choice of installation locations of crops you can maximize the efficiency of mariculture, producing maximum body with minimal cost. This viability was through the understanding of the relationship between the physiological requirement of aquatic organism selected upon environmental conditions. We used data obtained through literature searches, documents from government agencies, restitution of satellite images and field sampling organized in a database manager and geographic data for this work. These data were analyzed using geostatistical interpolation, analysis of distance and density to define the ideal areas for growing Cobia in estuarine and coastal region of Cananeia. As a result we obtained the indication Cobia conducive to growing areas in the study region considering environmental, socioeconomic and logistical variables, demonstrating how a Geographic Information System (GIS) tool is able to contribute effectively, facilitating decision making shellfishermen potential and managers.

Key words: *GIS, southern coast of São Paulo, aquaculture, fish.*

## Introdução

A produção pesqueira mundial se encontra estabilizadas, conforme aponta o último relatório da FAO (FAO, 2012) devido a diminuição da maioria dos estoques pesqueiros tradicionais, em virtude principalmente da sobrepesca e da destruição dos habitats de diversos recursos pesqueiros, em decorrência da crescente expansão das atividades antrópicas na zona costeira.

Peixe é a principal fonte de proteína para 17% da população mundial (FAO, 2013) e com o crescimento populacional aliada ao declínio dos estoques pesqueiros, estima-se que haja um aumento de empreendimentos de aquacultura para atender o mercado futuro. A indústria pesqueira também vê na maricultura um substituto em potencial de seus lucros e tem investido, segundo BRANDINI *et al.* (2007), milhões de dólares na produção de algas, peixes e frutos do mar com tecnologia em escala comercial.

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

O Bijupirá (*Rachycentron canadum*) vem se destacando nos últimos anos na maricultura brasileira, sendo estudado sobre diferentes aspectos com vistas a sua produção comercial no Brasil. Por exemplo, BATISTA (2011) concluiu que grupos homogêneos de peixes pequenos quando em densidade adequada e oferta de alimento apresentam melhor taxa de crescimento se comparado com peixes grandes. SANCHES *et al.* (2013) avaliaram a viabilidade econômica da produção de formas jovens, concluindo que ela pode ser viável quando a taxa de sobrevivência for superior a 10% e o preço praticado superior a R\$2,00/Kg. Já a avaliação da viabilidade econômica do cultivo (SANCHES *et al.*, 2008; DOMINGUES, 2012) demonstrou que a atividade é viável para grandes empreendedores, devido aos custos com sua implantação e manutenção. TOSTA (2010) concluiu que é viável o cultivo de juvenis em tanques escavados para posterior 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 cultivada mais



promissora para ser produzida em ambientes marinhos. Além desses, CAVALLI *et al.* (2011) estudaram o desempenho da produção de peixes em mar aberto no Brasil, dando ênfase a produção de Bijupirá, considerada promissora no país.

No Atlântico o Bijupirá é uma espécie explorada comercialmente (ARNOLD *et al.*, 2002) e, nos últimos anos, tem sido considerado um peixe importante para a aquicultura devido ao seu crescimento rápido e eficaz com utilização da ração (CHOU *et al.*, 2001; LIAO e LEAÑO, 2007).

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 vem sendo amplamente utilizado por vários países nas últimas décadas para planejar as atividades humanas nas regiões litorâneas (SCOTT e VIANNA, 2001; SIMMS, 2002; SCOTT, 2003; MACLEOD, 2002; FREITAS *et al.*, 2009; FARIAS *et al.*, 2010; BEZERRA *et al.*, 2011), sendo eles desenvolvidos com proposta de combinar dados espaciais, descrever e analisar interações, para fazer previsões através de modelos e fornecer apoio nas decisões tomadas por especialistas.

O domínio de técnica de geoprocessamento quando aliada ao conhecimento de variáveis ambientais e metabolismo de organismos aquáticos pode gerar uma importante ferramenta de apoio ao planejamento e desenvolvimento sustentável, e assim, contribuir para a sustentabilidade aquícola de uma área.

Além disso, com o estabelecimento de bases sustentáveis para a correta escolha de locais para instalação de cultivos é possível maximizar a eficiência da maricultura produzindo o máximo de organismo com o mínimo de custo. O entendimento da relação entre a exigência fisiológica do organismo aquático selecionado frente às condições ambientais é primordial neste processo.

Diversos autores utilizaram SIG no planejamento da maricultura (SALAM e ROSS, 1999; SALAM *et al.*, 2003; MACLEOD, 2002; VIANNA, 2007; LONGDILL *et al.*, 2008; RADIARTA *et al.*, 2008; FREITAS *et al.*, 2009; SILVA *et al.*, 2011) e observou-se nestes trabalhos a efetividade da ferramenta para a identificação de áreas de cultivos.

Neste contexto o objetivo do presente estudo foi aplicar técnicas de geoprocessamento para demonstrar como essa ferramenta pode auxiliar na indicação de áreas propícias ao cultivo de Bijupirá *Rachycentron canadum* na região estuarina-lagunar e costeira de Cananéia, Estado de São Paulo, Brasil, considerando variáveis físicas, químicas, biológicas do ambiente costeiro e estuarino, e do metabolismo da espécie.

## **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" latitude Sul e pelos meridianos 48°12'00" e 47°33'30" latitude Oeste. Nas águas costeiras definiu-se como limite a área de abrangência da APA Marinha Litoral Sul. O estuário de Cananéia possui tradicionalmente atividades de maricultura. 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 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 tomada de decisões análise através da concepção de um modelo conceitual por processo analítico hierárquico – AH. Adaptou-se a metodologia proposta por MACLEOD (2002), que avaliou o potencial de aquicultura “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.

### **1. A espécie**

O Bijupirá é uma espécie marinha migratória que tem uma ampla distribuição em oceanos tropicais e subtropicais, ocorrendo ainda de forma sazonal, em águas temperadas (BRIGGS, 1960 e SHAFFER e NAKAMURA, 1989). É encontrada em áreas de oceanos Atlântico e Pacífico onde a temperatura média da água é 24°C ou superior (SMITH, 1995), porém há relato de coleta da espécie nos USA em águas com temperatura entre 16,8°C e 32°C (SHAFFER e NAKAMURA, 1989). Diversos autores avaliaram o comportamento do Bijupirá em temperaturas diversas (SHAFFER e NAKAMURA, 1989; ATWOOD *et al.*, 2004; LIAO e LEAÑO, 2005; BENETTI *et al.*, 2008; MIAO *et al.*, 2009; 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 também foi avaliado com relação a tolerância a salinidade (FAULK e HOLT, 2006; ATWOOD *et al.*, 2004; MIAO *et al.*, 2009; SAMPAIO *et al.*, 2010; RESLEY *et al.*, 2006; CAVALLI *et al.*, 2011; CHEN *et al.*, 2009; BARBIERI e DOI, 2012).

## 2. Classificação de critérios

A classificação de critério (Tabela 1) foi utilizada para orientar as análises e definir as áreas propícias.

As variáveis ambientais foram confrontadas com as características da bioecologia da espécie proposta para o cultivo. Considerou-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: muito adequada, adequada e inadequada, considerando o cultivo da espécie Bijupirá, conforme proposto por BEZERRA (2010) (Tabela 1).

Tabela 1. Classificação dos critérios para a indicação de áreas propícias ao cultivo de Bijupirá.

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;	Método
C. Totais					Resolução CONAMA nº 357/2005	probabilístico
Potencial de poluição	Proximidade	Distante	-	Próximo	Imagens Google Earth®	Método probabilístico
Temperatura	°C	27 – 30	16 - 27	<16 e >36	ALWWOD <i>et al.</i> (2004); CHANG (1999) <i>apud</i> MIAO <i>et al.</i> (2009); SCHUWARZ <i>et al.</i> (2007), SUN <i>et al.</i> (2006), CARVALHO <i>et al.</i> (2006) <i>apud</i> SAMPAIO <i>et al.</i> (2010); BENETTI <i>et al.</i> (2008); LIAO e LEAÑO (2005); SHAFFER e NAKAMURA (1989); HASSLER e RAINVILLE (1975) <i>apud</i> SHAFFER e NAKAMURA (1989); HASSLER e RAINVILLE (1975) <i>apud</i> ALWOOD <i>et al.</i> (2004) e MIAO <i>et al.</i> (2004)	Método probabilístico
Salinidade		30	<20 - 35>	<2 e >44,5	FAULK e HOLT (2006); ALWOOD <i>et al.</i> (2004); DENSON	Método probabilístico

(2003) *apud* SAMPAIO *et al.* (2010); BARBIERI e DOI (2012); SHAFFER e NAKAMURA (1989), CHANG (1999) *apud* MIAO *et al.* (2009) e CHEN *et al.* (2009) *apud* BARBIEIR e DOI (2012)

Socioeconômico						
Conflitos de uso						
Rota de embarcação	M	Fora da faixa de 100	-	Dentro da faixa de 100	Carta Náutica 1703; coleta de campo; imagens Google Earth®; ortofotos IF/PPMA/2001; CETESB/2011	Método determinístico
Estruturas náuticas e praia para banho	-	-	-	-		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

Considerou-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 é possível o cultivo do Bijupirá, pois as variáveis estão dentro dos limites aceitáveis pela bioecologia da espécie. Entretanto faz-se a necessidade de avaliar a viabilidade econômica de um empreendimento nestas localidades. Já as áreas consideradas inadequadas referem-se as que não apresentam condições adequadas para o cultivo do Bijupirá.

As variáveis foram analisadas individualmente, para que o tomador de decisão defina quais critérios são mais ou menos relevantes na escolha de uma área.

### 3. Descrição das variáveis

#### 3.1 Poluição

A resolução CONAMA nº 357 de 2005 determina os níveis aceitáveis para o cultivo de bivalves, que são organismos filtrantes, utilizados na alimentação humana. No presente estudo optou-se por utilizar os níveis recomendados por esta norma, visando garantir a segurança na qualidade microbiológica das áreas indicadas para o cultivo. Assim sendo, e considerando que se trata de uma área 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. Para os demais usos, incluindo a pesca e o cultivo de organismos, esta resolução determina que a contagem de coliformes não deve exceder a 1000 por 100ml em 80% das amostras. Utilizou-se os dados levantados pelo Instituto de Pesca, base de Cananéia, em 2012 (Tabela 2).

Tabela 2. Valor médio de coliformes em NMP/100 de 2012, no estuário de Cananéia/SP.

Ponto	Média anual C. Termotolerantes (NMP/1000)
1. Mandira	20,5
2. Retiro	18,5

<b>Ponto</b>	<b>Média anual C. Termotolerantes (NMP/1000)</b>
3. Itapitangui	181,6
4. Cooperostra	70,5
5. Ilha da Casca	14,8
6. Pedrinhas	7,1
7. Mosqueteiro	268,3
8. Agrossolar	144,7
9. Pier da base do Instituto de Pesca	408,2
10. Taquari	82,8

### *3.2 Potencial de Poluição*

Foram considerados pontos de potencial para poluição os locais com atividades náuticas existentes, levantadas pela Agência Ambiental da CETESB de Registro, no ano de 2011, que gentilmente foi cedido para este trabalho, além de locais levantados através do Google Earth®. Foram considerados pontos de potencial para poluição a Estação de Tratamento de Esgoto, posto de abastecimento náutico, balsa, entrepostos pesqueiros, trapiches, rampas e portos.

### *3.3 Temperatura e Salinidade*

Os dados de temperatura e salinidade foram levantados em campo com o uso de garrafa de VanDorf, termômetros e refratômetro. Estes dados foram levantados em 5 campanhas realizadas em 2012.

### *3.4 Rotas de navegação*

Toda a área de estudo possui locais mais utilizados para a navegação. São locais onde a profundidade é maior, pois no estuário área existem muitos bancos de areia e áreas de baixios, que aliada a variação da maré, dificulta a navegação. Desta forma, manter estas áreas livre de estruturas fixas ou flutuantes é extremamente importante. Através dos dados batimétricos definiu-se os locais com maior profundidade, 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.

### 3.5 Estruturas náuticas e praia para banho

Foram consideradas estruturas náuticas trapiches, rampas, portos, entrepostos pesqueiros. Já praia para banho, os locais frequentemente utilizados por banhistas.

### 3.6 Conflitos com Unidades de Conservação

Existe um mosaico de Unidades de Conservação, predominantemente de uso sustentável. Apesar dos usos destas Unidades estarem previsto no SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação, Lei nº 9.985 de 2000, pode haver conflito entre seus interesses e a atividade de maricultura. Desta forma, foram considerados os Planos de Manejos existentes e o tipo de Unidade de Conservação para determinação das áreas propícias para cultivos aquáticos.

No presente estudo, foram consideradas aquelas Unidades de Conservação cujo território esta inteiro ou parcialmente inserido no ambiente aquático (Figura 1).

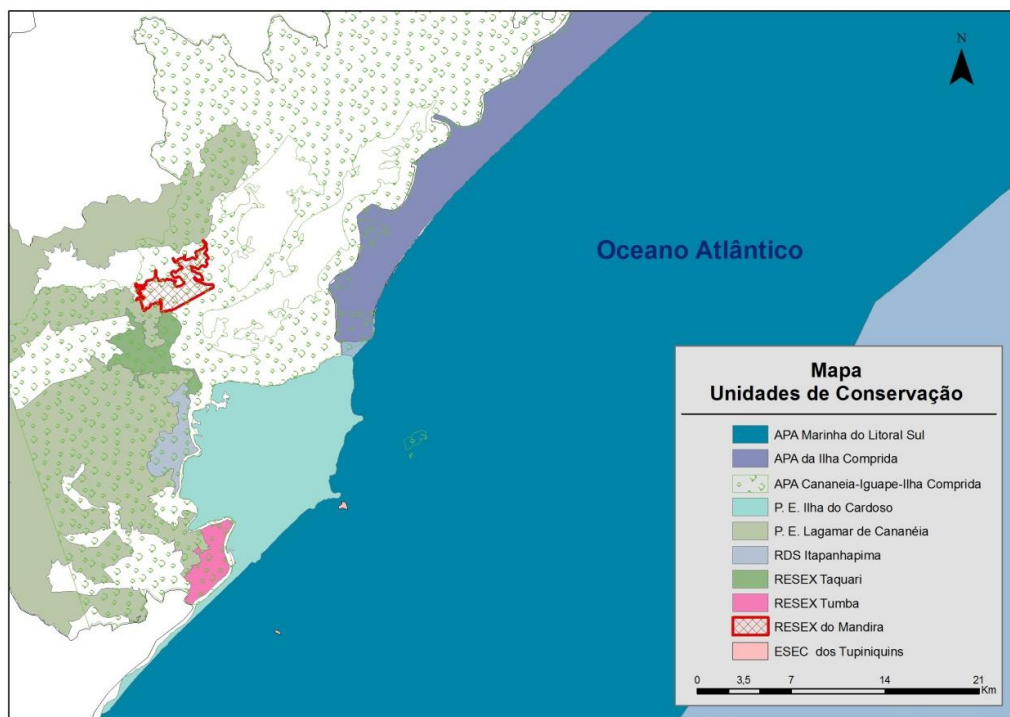


Figura 1. Mapa do mosaico de unidades de conservação da área de estudo.

Fonte: PPMA/IF/SMA/SP (2001) e IBAMA (2007).



Sua classificação, e a existência ou não de um instrumento de gestão são apresentadas na Tabela 3. As Reservas Extrativistas – RESEX e Reservas de Desenvolvimento Sustentável – RDS foram incluídas aqui como áreas com restrição, já que seu uso é destinado a grupos específicos.

Tabela 3. Unidades de Conservação existente na área de estudo ordenadas pela Classificação do SNUC, com indicação da existência de instrumento de gestão.

<b>Tipo</b>	<b>Nome da Unidade</b>	<b>Existência de instrumento de gestão</b>
Proteção Integral	Parque Estadual Ilha do Cardoso	Possui Plano de Manejo. A Unidade de Conservação é terrestre, porém engloba os rios que se encontram no interior da Ilha. Desta forma, a proibição para a maricultura se restringe aos rios que estão no seu interior. Não existe área de amortecimento ou zona de entorno previsto no Plano de Manejo.
	Parque Estadual do Lagamar	Não possui Plano de Manejo, porém como é uma Unidade de Proteção Integral o uso direto não é permitido.
	Estação Ecológica dos Tupiniquins	Possui Plano de Manejo. Há restrição de uso em 1km do entorno das ilhas que a compõem. A ilha do Bom Abrigo é considerada Área Estratégica Externa e proíbe o uso num raio de 1km do seu entorno.
Uso Sustentável	APA Cananéia-Iguape-Peruíbe	Não possui Plano de Manejo.
	APA Marinha Litoral Sul	Não possui Plano de Manejo.
	RDS Itapinhapima	Possui Plano de Uso e seu uso é exclusivo para pessoas que tem autorização do Conselho Deliberativo da UC.
	RESEX do Mandira	Possui Plano de Manejo e seu uso é exclusivo dos remanescentes quilombolas do Quilombo do Mandira.
	RESEX do Tumba	Possui Plano de Uso e seu uso é exclusivo para pessoas que tem autorização do Conselho Deliberativo da UC.

	RESEX do Taquari	Possui Plano de Uso e seu uso é exclusivo para pessoas que tem autorização do Conselho Deliberativo da UC.
--	------------------	--

### *3.7 Unidades de beneficiamento*

A proximidade das áreas de cultivo com unidades de beneficiamento pode representar maior probabilidade e sucesso comercial, indicam facilidades na logística de uma produção em maricultura. Neste estudo foram consideradas unidades de beneficiamento fábricas de gelo, unidades de processamento de pescados, unidades depuradoras e entrepostos.

### *3.8 Mercado consumidor*

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

### *3.9 Análise das variáveis ambientais, socioeconômicas e logísticas*

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

Utilizou-se para gerar o mapa de poluição dados da contaminação por coliformes termotolerantes, coletados em 2012 em 10 pontos no estuário pelo Instituto de Pesca, e conjugando com os limites descritos na Tabela 1. Para o setor costeiro esta variável não foi considerada.

Para se gerar o mapa de potencial de poluição utilizou-se a densidade de presença de estruturas náuticas, obtidas nas fontes citadas na Tabela 1.

O mapa de salinidade foi gerado através de dados levantados em campo em 3 profundidades distintas (superfície, meio e fundo), no ano de 2012. Os dados foram interpolados, gerando um mapa de variação de salinidade. Foram incluídos neste mapa os limites da APA Marinha Litoral Sul, já que a salinidade da costa tem pouca variação e atende as exigências metabólicas do Bijupirá.

Para gerar o mapa de temperatura, considerando os valores descritos na Tabela 1 e os dados levantados em campo.

A partir de mapas de conflitos de uso (mapa de conflitos com rotas de navegação e mapa de conflito com a presença de estruturas náuticas e praia para banho) e mapa de conflitos com interesses das Unidades de Conservação, gerou-se o mapa socioeconômico, que teve como objetivo identificar as áreas com restrições para a finalidade de cultivos.

Para produzir o mapa logístico considerou-se a proximidade das áreas de cultivo com unidades de beneficiamento e do mercado consumidor. O critério adotado neste caso foi: quanto mais próximo dessas estruturas maior probabilidade de sucesso comercial. Como os mercados consumidores se localizam nas mesmas áreas que as estruturas de apoio ao beneficiamento, as variáveis foram analisadas conjuntamente.

## **Resultados**

No presente estudo foi possível gerar uma série de mapas que indicam áreas em potencial para o cultivo do Bijupirá. A presença de coliformes termotolerantes na região estuarina (Figura 2) demonstrou que algumas áreas são inadequadas para cultivo devido à contaminação microbiológica.

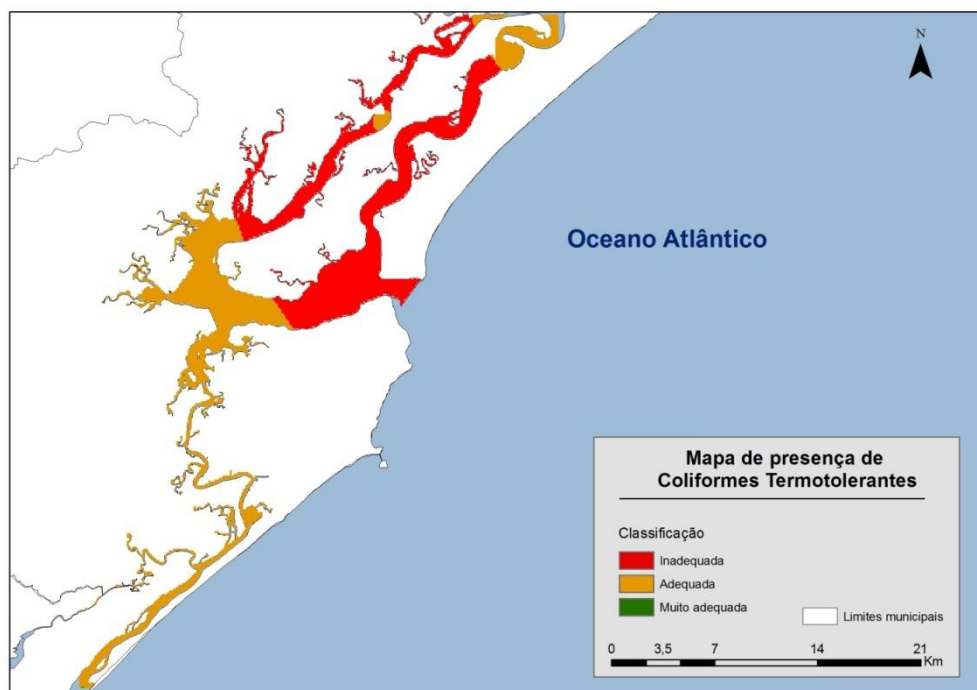


Figura 2. Presença de contaminação por coliformes termotolerantes. Os dados estão apresentados conforme níveis de aceitação para cultivo de bivalves (Resolução CONAMA 357/2005).

Através da densidade da presença de estruturas náuticas (estação de tratamento de esgoto, posto de abastecimento náutico, balsa, entreposto pesqueiro, trapiche, rampa e porto) produziu-se o mapa de potencial de poluição (Figura 3). Este mapa apresentou as áreas com maior ou menor potencial de poluição.

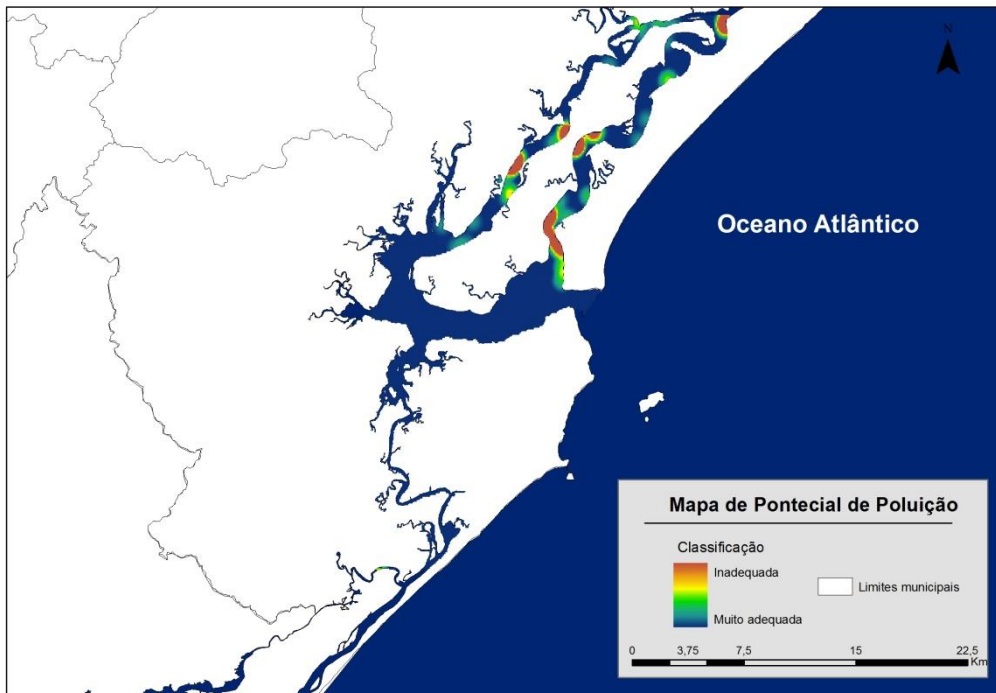


Figura 3. Mapa de potencial de poluição, considerando a presença de estruturas náuticas.

Considerando os valores de salinidade definidos na Tabela 1, foi possível definir as áreas propícias para o cultivo do Bijupirá (Figura 4).

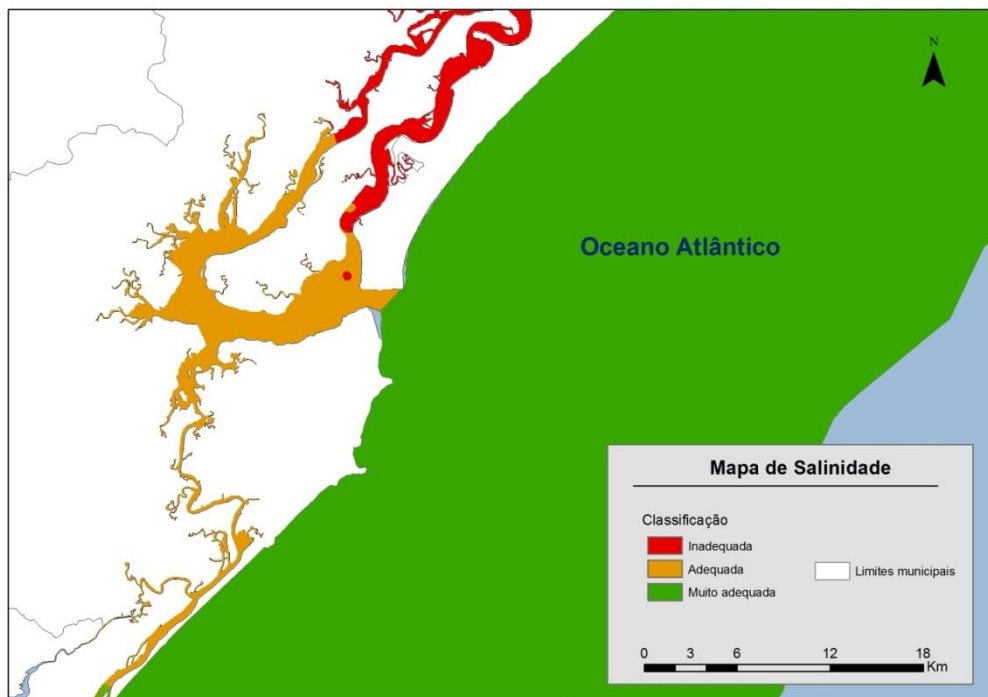


Figura 4. Mapa de salinidade do estuário considerando as faixas de adequabilidade para o cultivo do Bijupirá.

Levando-se em consideração a temperatura, praticamente todo o estuário mostrou-se propício para o cultivo do Bijupirá (Figura 5).

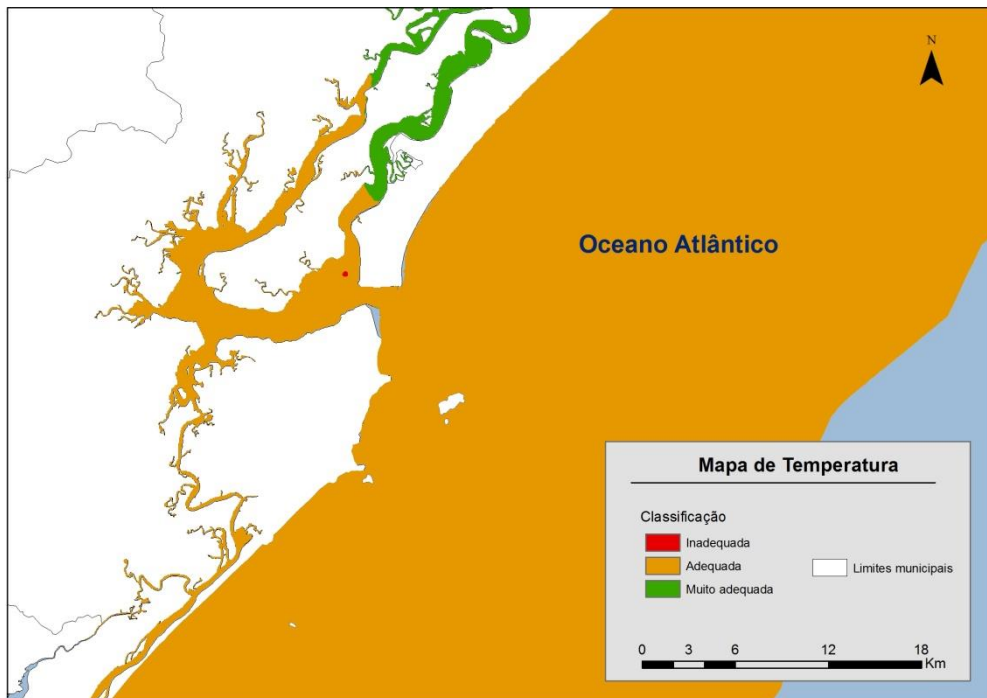


Figura 5. Mapa de temperatura do estuário considerando as faixas de adequabilidade para o cultivo de Bijupirá.

Considerando as variáveis ambientais de acordo com a Tabela 1, gerou-se o mapa ambiental (Figura 6), que demonstrou estar o estuário inadequado para o cultivo do Bijupirá, principalmente devido à contaminação microbiológica e conflitos com outras atividades existentes.

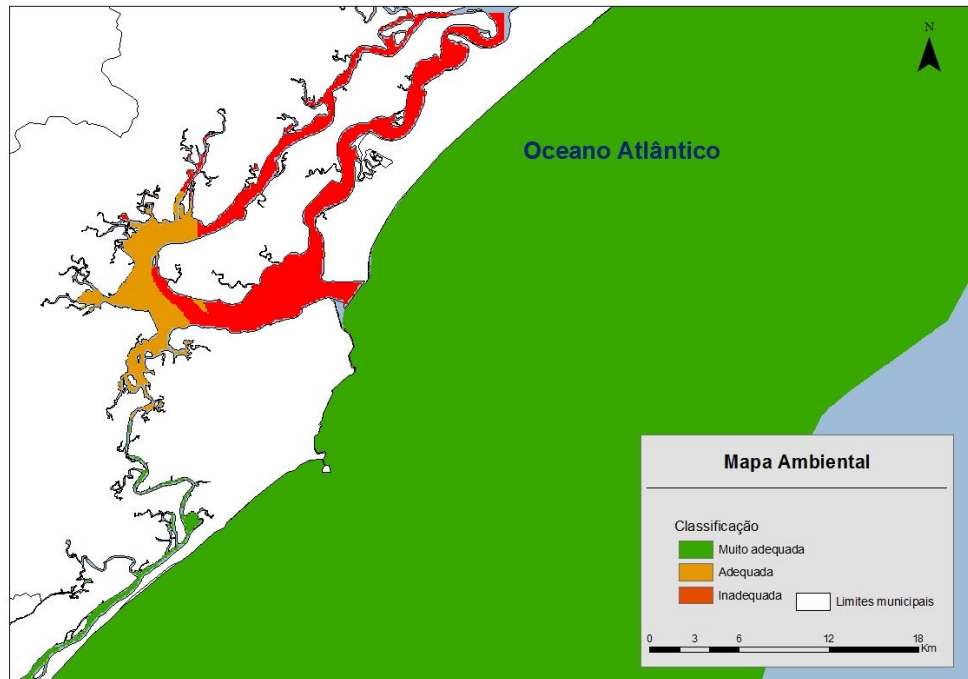


Figura 6. Mapa Ambiental considerando as faixas de adequabilidade para o cultivo de Bijupirá.

Através de um buffer de 100 metros dos locais com maior profundidade produziu-se as rotas de navegação (Figura 7). Os traçados das rotas de navegação são importantes para que não seja previsto o uso destas áreas com cultivos.



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.



Utilizando a presença de estruturas náuticas e as áreas destinadas para banho gerou-se o mapa de conflitos com estes usos (Figura 8)

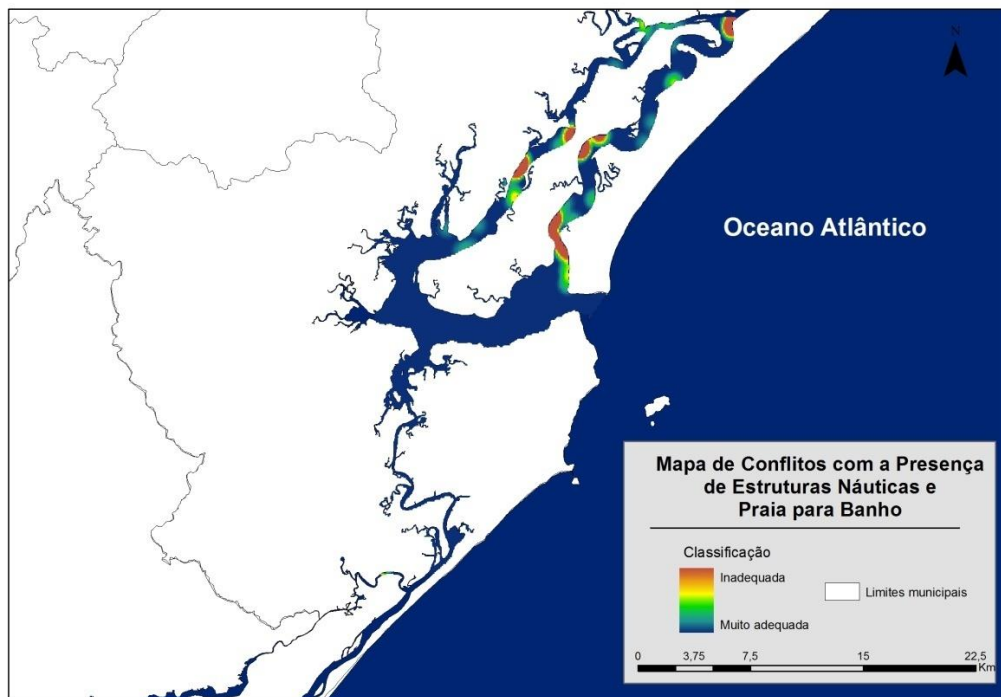


Figura 8. Mapa de conflito com a presença de estruturas náuticas e praia para banho.

A junção dos mapas de conflitos com a presença de estruturas náuticas e praia para banho e o mapa de conflitos com 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.

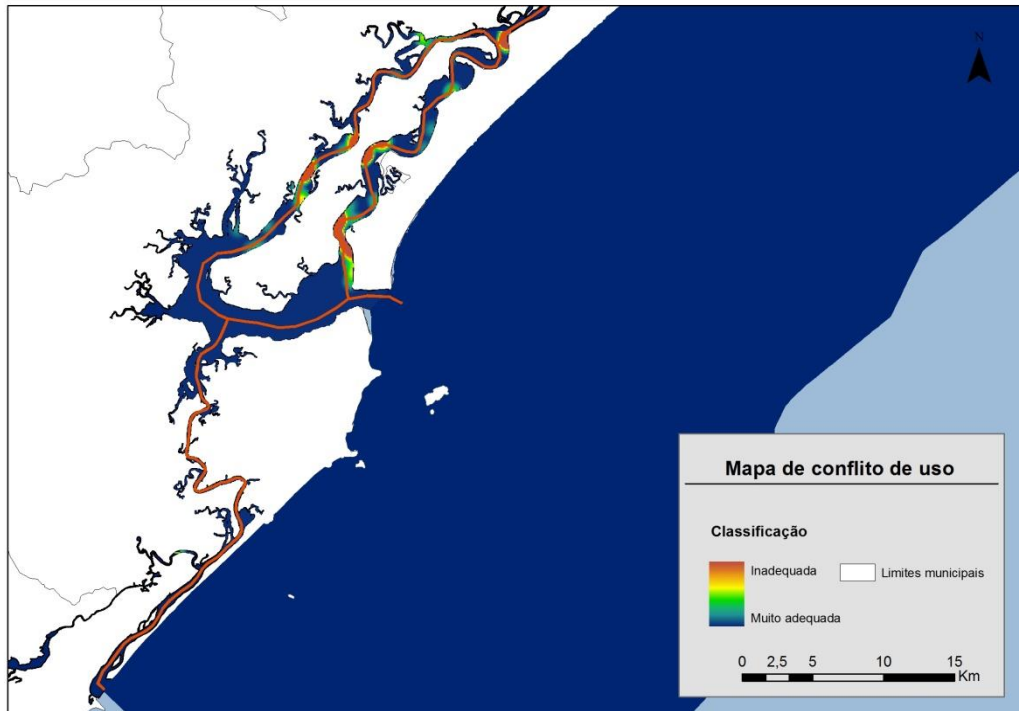


Figura 9. Mapa de conflito de uso. Considerou-se a densidade de presença de estruturas náuticas, área de banho e rota utilizada para navegação.

Os potenciais conflitos com os interesses das Unidades de Conservação presentes na área resultou no mapa da Figura 10. Assim sendo, foi possível definir áreas com restrição de uso para a maricultura.

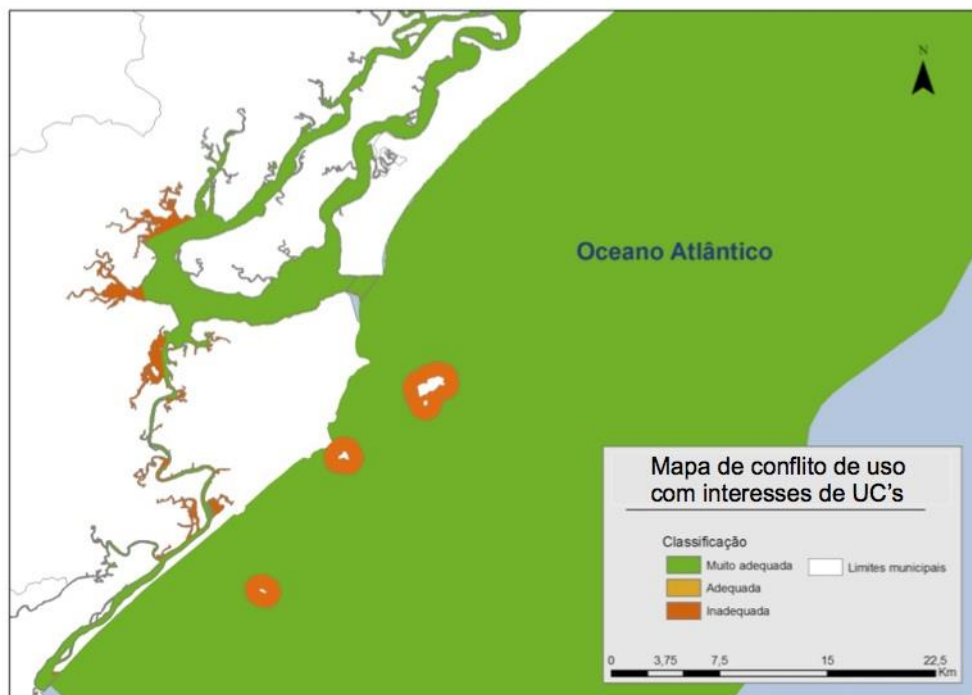


Figura 10. Mapa de conflito com interesses das UC's.

O mapa socioeconômico (Figura 11) possibilitou a identificação de áreas com restrição para a maricultura e áreas com potencial de conflitos, classificadas por proximidade.

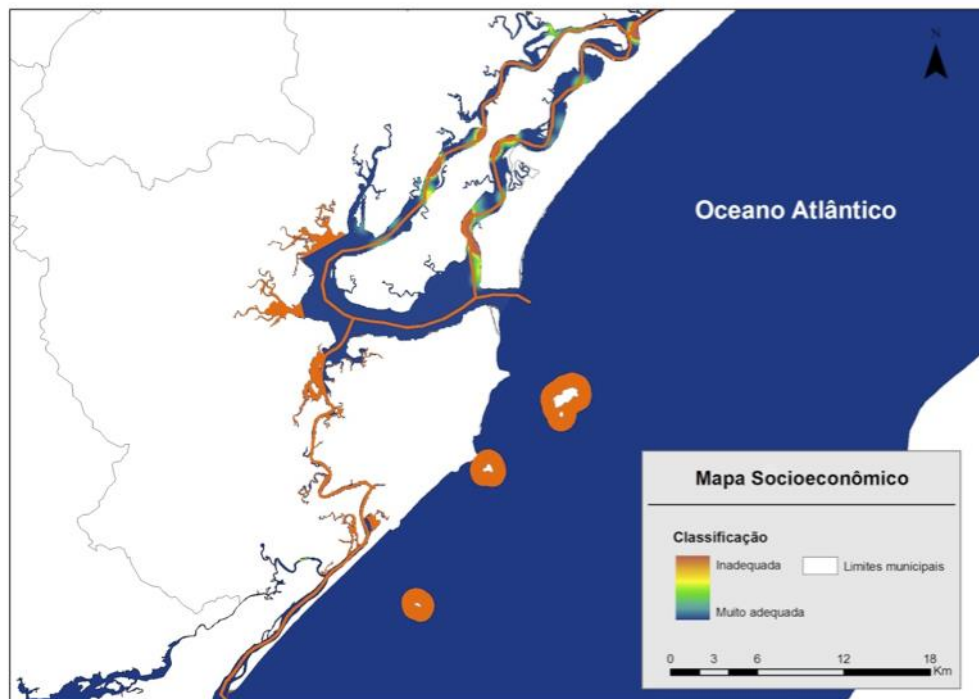


Figura 11. Mapa socioeconômico. A área de estudo foi classificada pelo grau de adequabilidade para a maricultura, através de distância com áreas com potencial de conflitos ou restritas para o uso com esta finalidade.

O mapa logístico (Figura 12) demonstrou que as áreas mais próximas aos núcleos urbanizados são mais adequadas ao cultivo.

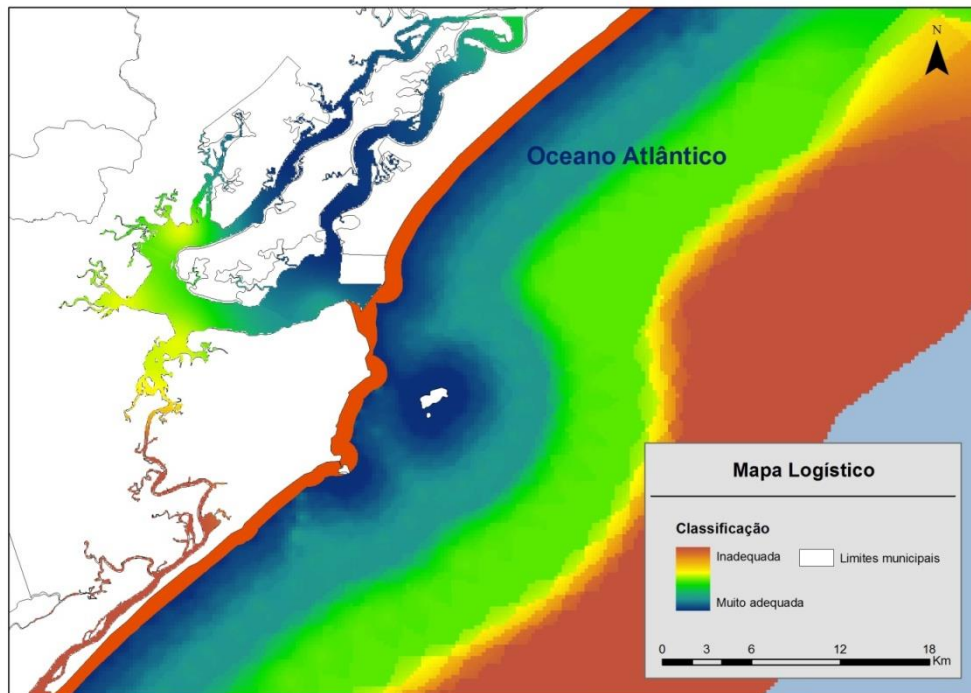


Figura 12. Mapa Logístico. Áreas mais próximas às estruturas de apoio e mercados consumidores tem maior probabilidade de sucesso comercial.

O mapa final de indicação de áreas propícias ao cultivo de Bijupirá (*Rachycentron canadum*) na região estuarina e costeira de Cananéia esta representado na Figura 153.

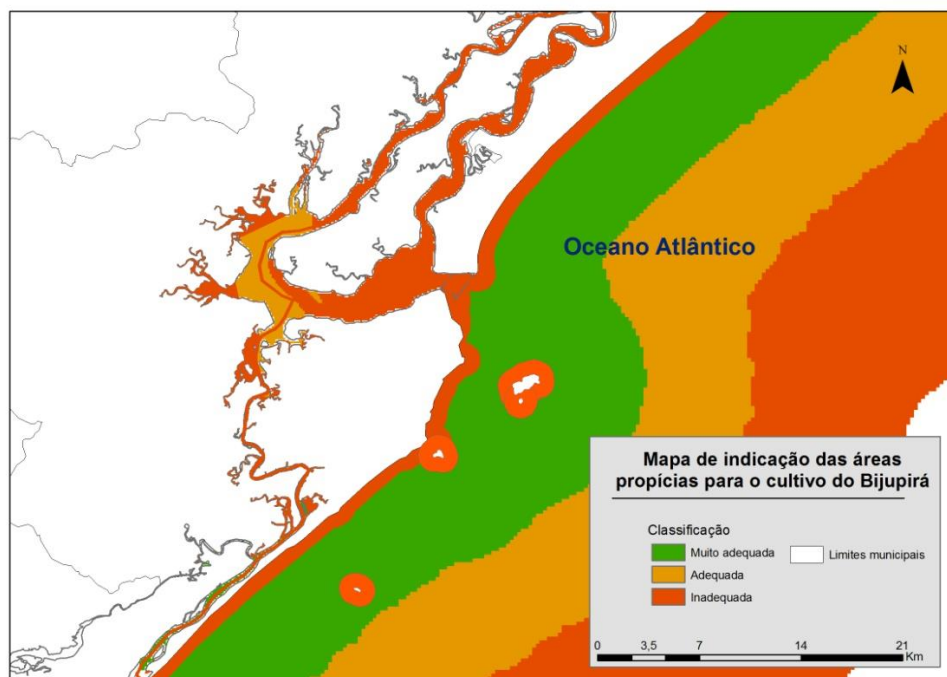


Figura 13. Mapa final de áreas propícias para o cultivo do Bijupirá.

## Discussão

O MACLEOD (2002) reuniu uma série de critérios utilizados para escolha de áreas para aquacultura como: temperatura, salinidade, qualidade da água, química, áreas de lazer, legal/político, necessidade/estabelecimento de infraestrutura, segurança e mercado. Destes critérios, os considerados mais importantes a serem avaliados na área de estudo, foram analisados e comparados com a possibilidade da criação do Bijupirá em Cananéia e Ilha Comprida. 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 Marinha, com objetivo de produzir, inicialmente, juvenis desta espécie. Os resultados deste estudo evidenciaram que a produção dessa espécie ficou restrita a algumas áreas no estuário e quase a totalidade da região costeira.

Levando-se em conta a variável temperatura que é essencial para o crescimento do organismo com relação direta com viabilidade econômica de um empreendimento de maricultura, LIAO *et al.* (2004) apontou 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 baixa temperatura (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. LIMA (2010) apud CAVALLI *et al.*, (2011) identificou na costa brasileira regiões propícias para o cultivo do Bijupirá considerando a temperatura como um fator limitante e concluiu que a porção do litoral entre o Estado do Maranhão e até o norte da Bahia é altamente recomendada, o 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 dessa espécie, o que poderia tornar a produção menos competitiva com o nordeste. O mapa de temperatura (Figura 5), considerando a malha amostral utilizada (241 pontos amostrais colhidos no presente trabalho), demonstra que o máximo desempenho da espécie seria ao norte da área de estudo, região apontada no mapa de salinidade como inadequada. A temperatura e salinidade do estuário de Cananéia já foram levantados em diversos trabalhos, como por exemplo, JAWORSKI (2010) e DAEE (2011).

A salinidade é uma preocupação primária em locais de água mista e que tem relação direta com a viabilidade econômica de um empreendimento de maricultura. BARBIERI e DOI (2012) relatam 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 DENSON, 2003 apud SAMPAIO *et al.*, 2010, é de 30. O mapa de salinidade (Figura 4) demonstra que o cultivo é possível no estuário, entretanto na área costeira seria mais viável devido à pequena variação na salinidade.

A qualidade da água, analisada pela presença de coliformes termotolerantes e totais, 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 BARBIEIR *et al.* (2012) ao avaliar a qualidade microbiológica da água da cultura de ostras comercializadas em Cananéia. Segundo a Resolução CONAMA 357/2005, a quantidade de coliformes permitida para a atividade citada é de 88 por 100 ml em 90% das amostras, já para o cultivo de outros organismos para fins de consumo essa não deve ultrapassar 1000 por 100 ml em 80% das amostras. Foram considerados os valores médios do monitoramento feito pelo Instituto de Pesca, no ano de 2012, em 10 pontos no estuário de Cananéia. De acordo com os critérios adotados e considerando a malha amostral disponíveis, observa-se no mapa de poluição (Figura 2) que não há no estuário um local considerado muito adequado para o cultivo de Bijupirá levando-se em consideração o critério microbiológico.

Os fatores químicos visam identificar as áreas que devem ser evitadas para que não haja contaminação e para manter a qualidade do ambiente. Este critério também está relacionado com a viabilidade ambiental, econômica e sanitária. No presente estudo foi considerada a presença de estruturas náuticas. O mapa de potencial de poluição (Figura 3) apresentou os locais onde se concentram estruturas náuticas e está em consonância com os resultados apresentados no mapa de poluição. Ambos demonstram que quanto mais próximos aos núcleos urbanizados maior o risco de contaminação para o cultivo, no caso de acidentes. Por outro lado o cultivo intensivo ou em grande escala de Bijupirá em ambientes estuarinos podem causar poluição e alterar negativamente a sua qualidade. Segundo MACLEOAD (2002) a poluição química 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 o mesmo impacto, caso não seja feito o 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 a 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. Existe ainda o outro lado dos conflitos pelo uso da área. Uma vez instalado o cultivo pode alterar esteticamente uma área e concorrer pelo uso com outras atividades antrópicas, como citado por DANTON (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, ao contrário na análise ambiental e socioeconômica feita no mesmo estudo.

Os mapas socioeconômico e logístico podem ser utilizados para a análise de qualquer projeto de maricultura. Entretanto, neste estudo para geração do mapa ambiental as variáveis foram analisadas considerando a bioecologia do Bijupirá.

MIAO *et al.* (2009) comparou o custo com insumos da produção de Bijupirá em três escalas <sup>4</sup> (até 10 – pequena escala, de 10 a 30 – média escala, acima de 30 – grande escala) em Taiwan e conclui-se que quanto maior o empreendimento, menor o custo de produção. KAISER (2010) na análise de caso hipotético de um cultivo de Bijupirá em mar aberto no Golfo do México concluiu que a viabilidade econômica do empreendimento depende da escala de produção. CAVALLI *et al.* (2011) concluiu 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, seja pela constância na

---

<sup>4</sup> Valores em milhões de dólar por m<sup>3</sup> de tanque-rede ou gaiola.

salinidade, seja pela disponibilidade de espaço, porém há de se levar em conta a distância da costa. Quando mais próximo à costa maior a probabilidade de sucesso no empreendimento, devido aos custos na logística na implantação e manutenção de cultivos em mar aberto. Por outro lado, no estuário, além das restrições impostas pelas categorias das Unidades de Conservação, pela necessidade de se manter uma área livre para ser utilizada como rotas de navegação, pelo valor da temperatura e da salinidade, há de considerar a qualidade microbiológica, fator de extrema importância para sanidade de um cultivo que visa à produção de alimento, o que na análise final inviabilizou o cultivo de Bijupirá no estuário de Cananéia.

## **Conclusões**

O presente estudo apresentou as áreas propícias para o cultivo do Bijupirá na região estuarina e costeira de Cananéia.

O estudo concluiu que é inviável o cultivo de Bijupirá no estuário de Cananéia, quando se considerar as implicações de um cultivo em grande escala. Por outro lado o ambiente costeiro se mostrou favorável para tal atividade. Porém, há de se avaliar os custos de implantação e manutenção de uma produção em mar aberto em um ambiente com as características regionais. Os cultivos marinhos existentes são praticados em áreas abrigadas, próximos a costa.

Este estudo foi motivado por recentes programas de fomento do cultivo de Bijupirá nesta região e assim sendo, é de extrema importância, uma vez que demonstra a efetividade da ferramenta SIG no planejamento.

O cultivo de Bijupirá não foi implementado na região pela insegurança por parte dos potenciais produtores no retorno financeiro e pelos entraves no licenciamento ambiental, o que também dificultou a efetividade de funcionamento do Laboratório Marinha - LANAM, já que não havia mercado para os alevinos que seriam produzidos. Não há resultados publicados sobre os cultivos experimentais feitos pela empresa que gerenciava o LANAM quando ele estava em operação.

A insegurança gerada nos investidores e nos órgãos ambientais envolvidos no licenciamento de cultivos marinhos na região poderia ser sanada com o uso da ferramenta aqui proposta.

A ferramenta SIG é capaz de contribuir de forma efetiva, facilitando a tomada de decisão de maricultores em potencial e de gestores.

A implantação de um Sistema de Informações Geográficas, baseado no banco de dados estruturado no presente estudo, complementado com outras variáveis aqui não incluídas representa um avanço metodológico e uma ferramenta de gestão inovadora que auxilia na promoção da conservação de recursos importantes e assegurando a estabilidade das comunidades costeiras.

## **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.

## **Literatura citada**

ARNOLD, C.R.; KAISER, J.B.; HOL, G.J. 2002 Spawning of cobia (*Rachycentron canadum*) in captivity. *Journal of the World Aquaculture Society*.33:205-208.

ATWOOD, 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.  
[http://dx.doi.org/10.1300/J028v15n03\\_16](http://dx.doi.org/10.1300/J028v15n03_16) .

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*. 338-348.

- BARBIERI, E.; DOI, S. A. 2012 Acute toxicity of ammonia on juvenile e cobia (*Rachycentron canadum*, Linnaeus, 1766) according to the salinity. *Aquaculture International. Journal of the European Aquaculture Society*. ISSN 0967-6120. 20(2):373-382. Dóí 10.1007/s10499-011-9467-3
- BARBIERI, E.; BONDIOLI, A. C.; WOICIECOVSKI, E.; ZAPOTOSKI, S. M. K., 2012 Microbiological quality of cultivation water used for oysters marketed in Cananéia-SP, Brasil. *O Mundo da Saúde*. São Paulo. 36(4):541-547.
- BATISTA, T. V. M. 2011 Influência da heterogeneidade de tamanho na sobrevivência, crescimento e canibalismo em juvenis do Bijupirá (*Rachycentron canadum*).p. 43. (Dissertação de mestrado. *Universidade Federal de Santa Catarina*).
- BENETTI, D. D.; ORHUN, M. R.; SARDENBERG, B.; O'HANLON, B.; WELCH, A.; HOENING, R.; ZINK, I.; RIVERA, J. A.; DENLINGER, B.; BACCOAT, D.; PALMER, K.; CAVALIN, F. 2008 Advances in hatchery and grow-out technology of cobia *Rachycentron canadum*. *Aquaculture Research*. 39: 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. p. 72. (Dissertação de mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco).
- 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*, Curitiba, PR, Brasil. 30 de abril a 05 de maio de 2011. INPE. 4856.
- 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: BARROSO, G. F.; POERSCH, L. H. S.; CAVALLI, R. O., (orgs.). Sistemas de cultivos aquícolas na zona costeira do Brasil: recursos, tecnologias,*

*aspectos ambientais e sócioeconômicos*, Rio de Janeiro: Museu Nacional. pp. 195-202.

BRIGGS, J.C. 1960 Fishes of world-wide (circumtropical) distribution. *Copeia*. 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*, 40:155-164 (supl. especial).

CHEN, G.; WANG, Z.; WU, Z.; GU, B. 2009 Effects of salinity on growth and energy budget of juvenile Cobia, *Rachycentron canadum*. *Journal World Aquaculture Soc.* 40(3):374–382.

CHOU, R. L.; SU, M. S.; CHEN, H. Y. 2001 Optimal dietary protein and lipid levels for juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). *Aquaculture*, 193:81-89.

CONAMA, 2005. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre os padrões de qualidade de água.

DAEE. 2011. Relatório RF-00-1062-11. Sistematização de base de dados ambientais do Complexo Estuarino-lagunar de Iguape-Cananéia visando subsidiar a regra operativa da barragem do Valo Grande (Iguape). *Secretaria de Estado de Saneamento e Energia – Dept. Águas e Energia Elétrica – DAEE*. p. 120.

DALTON, R. 2004 Aquaculture: Fishing for trouble. *Nature Publishing Group*. <http://dx.doi.org/10.1038/431502a>.

DOMINGUES, E. C. 2012 *Viabilidade econômica do cultivo do Beijupirá (Rachycentron canadum) em mar aberto em Pernambuco*. p. 78 (Dissertação de mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco).

FAO 2012 Relatório El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura 2012. Roma. p. 231.

- FAO, 2013. FAO revela aposta na aquacultura para os países em desenvolvimento. Disponível em: <<https://www.fao.org.br/FAOraappd.asp>> Acessado em: 21 abr. 2013.
- 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*, 5(3): 16-27.
- FAULK, C. K. e HOLT, G. J. 2006 Responses of cobia *Rachycentron canadum* larvae to abruptor gradual changes in salinity. *Aquaculture*, 254:275-283.
- 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.
- GAZOLA, F. e FURTADO, A. L. 2007 Disponível em: <[ftp://ftp.inf.puc-rio.br/pub/docs/techreports/07\\_04\\_gazola.pdf](ftp://ftp.inf.puc-rio.br/pub/docs/techreports/07_04_gazola.pdf)>. Acessado em 30 mai. 2014.
- GVSIG 2011. Manual de gvSIG Versão 1.1. Disponível em: <<http://www.jvasconcellos.com.br/unijorge/wp-content/uploads/2011/10/manual-gvsig-1.1-pt.pdf>>. Acessado em 30 mai. 2014.
- JAWORSKI, 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. p. 218. (Tese do doutorado. IO/USP/SP).
- 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*. 34(3):699-707. ISSN 0308-597X. <http://dx.doi.org/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. 155-165. doi:10.1016/j.aquaculture.2004.03.007.
- LIAO, I. C.; LEAÑO, E. M. 2005 Cobia aquaculture in Taiwan. *World Aquaculture*, march, 2005.
- LIAO, I. C.; LEAÑO, E. M. (eds.). 2007 Cobia Aquaculture: Research, Developments and Commercial Production. Asian Fisheries Society, Manila, Philippines, Fisheries Society of Taiwan, Keelung, Taiwan and *World Aquaculture Society*, Baton Rouge, USA. 178 p.
- LONGDILL, P. C.; HEALY, T. R.; BLACK, K. P. 2008 An integrated GIS approach for sustainable aquaculture management area site selection. *Ocean & Coastal Management* 51:612–624.
- MACLEOD, M. S. 2007 *Potential offshore aquaculture siting off Massachusetts: a geographic information systems (GIS) analysis using the examples of Cod (Gadus morhua) and Mussels (Mytilus edulis)*. Providence, Rhode Island. 85p. (Dissertação de mestrado. Brown University).
- 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. *Aquacult Int* (2009) 17:125–141. DOI 10.1007/s10499-008-9185-7.
- 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* 284:127–135.
- RESLEY, M.; WEBB, K.; HOLT, J. 2006 Growth and survival of juvenile cobia, *Rachycentron canadum*, at different salinities in a recirculating aquaculture system. *Aquaculture*. 253:398-407.
- SALAM, M. A. e ROSS, L. G. 1999 GIS modelling for aquaculture in south-western Bangladesh: Comparative production scenarios for brackish and

freshwater shrimp and fish. Disponível em:  
<[SALAM, M. A.; ROSS, L. G.; BEVERIDGE, C. M. M. 2003 A comparison of development opportunities for crab and shrimp aquaculture in southwestern Bangladesh, using GIS modelling. \*Aquaculture\* 220:477-494.](http://www.fao.org/fishery/gisfish/servlet/CDSServlet?status=ND0xMTM0LmdmMTAyJjY9ZW4mNjl9YXNjJjYzPWRjdGVyYXNjMIM0Fpc3N1ZWQmMz M9YXF1YV9kb2Mmc2hvd0NoaWxkcmVuPXRydWUzMzc9aW5mbw~~>.</a><br/>Acesso em: 02 jul 2013.</p></div><div data-bbox=)

SAMPAIO, L. A.; TESSER, M. B.; JÚNIOR, W. W. 2010 Avanços da maricultura na primeira década do século XXI: piscicultura e carcinicultura marinha. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 39:102-111 (supl especial).

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*, 38(12), dez.

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*, São Paulo, 39(1)15-26.

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*. p. 243. (Dissertação de mestrado. University of Stirling, Stirling).

SCOTT, P.; VIANNA, L. F. N. 2001 Determinação de áreas potenciais para o desenvolvimento da carcinicultura em sistemas de informações geográficas. *Panorama da Aqüicultura*, jan/fev.

SHAFFER, R. V. e NAKAMURA, E. L. 1989 Synopsis of biological data on the Cobia *Rachycentron canadum* (Pisces: Rachycentridae). NOAA Technical Report NMFS 82.FAO Fisheries Synopsis. p. 153.



- SILVA, C., FERREIRA, J. G., BRICKER, S. B., DELVALLS, T. A., MARTÍN-DÍAZ, M. L., YANEZ, E. 2011 Site selection for shellfish aquaculture by means of GIS and farm-scale models, with an emphasis on data-poor environments. *Aquaculture*.doi:10.1016/j.aquaculture.2011.05.033.
- SIMMS, A. 2002 GIS and aquaculture: Assessment of soft-shell clam sites. *Journal of Coastal Conservation*. 8:35-47.
- SMITH, J. W. 1995 Life history of cobia, *Rachycentron canadum*, (Osteichthyes: Rachycentridae), in North Carolina waters. *Brimleyana*. 23:1-23.
- TOSTA, G. A. M. 2010 Níveis de oferta de ração para Bijupirá *Rachycentron canadum* (Linnaeus, 1766) em cercados instalados em viveiros escavados. *Universidade Federal da Bahia*. Programa de Pós Graduação em Ciência Animal nos Trópicos. p. 75.
- 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*. Florianópolis, Brasil. 21-26 abril. INPE. p. 3195-3202.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi elaborada a primeira estruturação de um banco de dados geográficos para a região estuarina de Cananéia, que poderá ser atualizado constantemente, ficará a disposição dos tomadores de decisões e maricultores em potencial.

O número de variáveis utilizadas neste trabalho foi pequena, mas se mostrou capaz de representar fidedignamente a região de estudo, considerando a escala de trabalho, sendo capaz de auxiliar nas tomadas de decisões que envolvem o planejamento do estuário de Cananéia.

Já com relação a definição de áreas propícias para o cultivo do Bijupirá na região estuarina e costeira de Cananéia, a utilização de SIG se mostrou eficiente também.

A escolha do Bijupirá foi motivada por recentes programas de fomento do cultivo da espécie na região, e os resultados do estudo, mostrando a inviabilidade do seu cultivo no estuário, demonstra a efetividade da ferramenta SIG no planejamento.

Considerando a importância da gestão integrada para zonas costeiras e neste contexto, a necessidade de se estabelecer métodos para o planejamento e escolha de áreas propícias a ferramenta SIG se mostrou capaz de contribuir de forma efetiva, facilitando a tomada de decisão de maricultores em potencial e de gestores. A utilização desta ferramenta pode agilizar na escolha de áreas e também em processos de licenciamento e controle ambiental da área.

Iniciativas de planejamento focadas localmente tendem a proporcionar um melhor ponto de partida se atingirem resultados mais efetivos do que os obtidos por macro-zoneamento da região costeira.

A implantação de um Sistema de Informações Geográficas, baseado no banco de dados estruturado no presente estudo, complementado com outras variáveis aqui não incluídas representa um avanço metodológico e uma

ferramenta de gestão inovadora que auxilia na promoção da conservação de recursos importantes e assegurando a estabilidade das comunidades costeiras.