



Revista de Gestão Costeira Integrada -  
Journal of Integrated Coastal Zone  
Management

E-ISSN: 1646-8872

rgci.editor@gmail.com

Associação Portuguesa dos Recursos  
Hídricos

Barbieri, Edison; de Almeida Marquez, Hécio Luiz; Buhner Campolim, Marcos; Ishisaki  
Salvarani, Patrícia  
Avaliação dos Impactos ambientais e socioeconômicos da aquicultura na região estuarina  
-lagunar de Cananéia, São Paulo, Brasil  
Revista de Gestão Costeira Integrada - Journal of Integrated Coastal Zone Management,  
vol. 14, núm. 3, 2014, pp. 385-398  
Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos  
Lisboa, Portugal

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=388340108003>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica  
Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal  
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

## **Avaliação dos Impactos ambientais e socioeconômicos da aquicultura na região estuarina-lagunar de Cananéia, São Paulo, Brasil \***

### ***Assessment of environmental impacts and socio-economic aspects of aquaculture in the region estuarine-lagoon of Cananea, São Paulo, Brazil***

Edison Barbieri <sup>@, 1</sup>; Hécio Luiz de Almeida Marquez <sup>1, 2</sup>  
Marcos Buhrer Campolim <sup>2</sup>; Patrícia Ishisaki Salvarani <sup>3</sup>

#### **RESUMO**

O objetivo deste artigo foi introduzir reflexões sobre os impactos ambientais da aquicultura e analisar intervenções na região estuarinalagunar de Cananéia. A avaliação dos impactos foi analisada em empreendimentos de aquicultura existentes e em iniciativas que não tiveram continuidade na região estuarina-lagunar do Município de Cananéia, localizado no litoral sul do estado de São Paulo, cerca de 270 km da capital deste estado. Parte dos dados para fazer o levantamento foi obtida a partir de saídas a campo, para avaliar os cultivos, e por meio de entrevistas, realizadas entre os anos de 2009 e 2010, aos representantes de sete comunidades produtivas familiares de ostras, em que cada produtor constituiu uma unidade amostral de impacto ambiental da tecnologia. Os demais dados foram levantados na literatura e em bases de dados disponíveis. Além disso, utilizou-se a Matriz de causa-efeito, identificando a classificação dos impactos gerados pela maricultura como Alto (S), Médio (M) e Baixo (B) em função das análises efetuadas. Os resultados obtidos foram: Cultivo de ostras do mangue em tabuleiros – impacto baixo; Cultivo de peixe bejupirá – impacto médio; Cultivo de ostra exótica – impacto baixo; Cultivo de mexilhão do costão – impacto baixo; Cultivo de camarão rosa – impacto médio; Cultivo de camarão exótico – impacto médio. A maricultura em Cananéia apresenta impactos reais e potenciais classificados como baixo a médio, do ponto de vista ambiental, e, até o momento, mais impactos positivos do que negativos socioeconômicos no município. Todavia, há a necessidade de prosseguir com a condução responsável do processo de ordenamento da maricultura, principalmente durante seu processo de expansão no município.

**Palavras-chave:** impactos, aquicultura, Cananéia, estuário.

#### **ABSTRACT**

*The objective of this work is to introduce reflections on the environmental impacts of the aquaculture and analyze interventions in the estuary of Cananéia. The assessment of impacts was analyzed in existing aquaculture ventures and initiatives that did not continue in the estuarine lagoon area of the city of Cananéia, located on the southern coast of São Paulo State, approximately 270 km of the capital of this state. Part of the data to make the survey was obtained from field work to assess the crops, and through interviews conducted between the years 2009 and 2010, representatives of seven productive Oyster family communities, where each producer constituted a unit sample of environmental impact of technology. Other data were collected in the literature and on the basis of facts available. In addition, the cause-effect matrix was used, identifying the classification of the impacts generated by mariculture as High (S), Medium (M) and Low (B) depending on the analyses performed. The results were: Cultivation of mangrove oysters in trays - low impact; Cultivation of fish cobia - medium impact; Cultivation of exotic Oyster - low impact; Mussel cultivation of Costão - low impact; Pink shrimp cultivation - medium impact; Cultivation of exotic shrimp - medium impact. Mariculture in Cananéia displays actual potential impacts classified as*

<sup>@</sup> Corresponding author: Edison Barbieri <medisonbarbieri@yahoo.com>

<sup>1</sup> Instituto de Pesca-APTA-SAA/SP, Caixa Postal 157, Cananéia, SP, 11990-000, Brasil.

<sup>2</sup> Instituto Florestal – Secretaria do meio Ambiente – Governo do Estado de São Paulo.

<sup>3</sup> Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro, Campus Universitário de Santiago - 3810-193 Aveiro, Portugal

*low to medium, from an environmental point of view, and far more positive than negative impacts on social economic of the municipality. However, there is a need to proceed with the planning process responsible conduct of mariculture, especially during the expansion process in the same municipality.*

**Keywords:** *environmental impacts, aquaculture, Cananéia, estuary*

## 1. Introdução

A maricultura é reconhecida mundialmente como uma importante alternativa de geração de empregos, renda e alimento, que tem contribuído para a fixação de comunidades tradicionais em seus locais de origem. O esgotamento dos estoques de recursos pesqueiros decorrente do excessivo esforço de pesca observado mundialmente durante o século passado exige que cada vez mais os governos elaborem para seus países políticas de desenvolvimento sustentável da maricultura, uma vez que essa atividade possui um enorme potencial de contribuição para o desenvolvimento social da zona costeira. Particularmente, a malacocultura é considerada pela Organização de Agricultura e Alimentação das Nações Unidas (FAO/ONU) uma atividade ambientalmente sustentável. O fomento e a promoção do cultivo de moluscos promovem também a preservação e a manutenção dos recursos naturais marinhos. Essa atividade não só provê uma colheita sustentável de alta qualidade e valor do ambiente marinho, como também provê a fixação de comunidades tradicionais costeiras em seus locais de origem, gera empregos e desenvolvimento social local, ao mesmo tempo em que proporciona benefícios tangíveis ao ambiente marinho.

Segundo dados da FAO (2010), a maricultura mundial vem apresentando uma rápida expansão, tendo passado de 16,7 milhões de toneladas em 2004 para 20,1 milhões em 2009, configurando um aumento de 20,4%, enquanto o setor da pesca decresceu nesse período, tendo passado de 83,8 para 79,9 milhões de toneladas. Em 2004, a maricultura contribuía com 16,6% do total de pescados produzidos no mundo, produção essa que passou para 20,1% em 2009. Em contraste com o crescente declínio da pesca, a aquicultura é vista como alternativa para manter a demanda mundial dos produtos aquáticos. Se mantido o desenvolvimento atual, nos próximos 15 anos, 32% da produção total mundial de pescados marinhos serão provenientes da maricultura.

No Brasil, a maricultura vem se expandindo progressivamente, principalmente a partir da década de 90, expansão essa representada pelos moluscos bivalves nas regiões Sul e Sudeste e pelos camarões marinhos nas regiões Norte e Nordeste.

O rápido crescimento representou formas diversas de desenvolvimento, variando desde sistemas familiares, com baixa necessidade de investimentos e utilizando tecnologias rudimentares, a grandes empreendimentos,

com altos investimentos e sofisticação tecnológica. Tem, ainda, contribuído significativamente para a melhoria dos padrões de vida da população costeira, como também para a balança comercial das regiões produtoras (SEAP, 2004).

Segundo o MMA (2010), o Brasil apresentou a produção de 78.405 t de produtos de maricultura em 2007, dos quais 65.000 t são de camarões e 13.405 t representadas pelos moluscos. O valor total de produção de maricultura é de R\$ 376,8 milhões, dos quais R\$ 25,8 milhões são representados pelos moluscos.

Paralelamente ao crescimento da maricultura, aumenta a cada dia a consciência de que, para o desenvolvimento responsável e sustentável dessa atividade, é necessário um cuidadoso planejamento participativo quanto ao ordenamento dos cultivos e um criterioso manejo destes, de forma a prevenir e reduzir os impactos ambientais e socioeconômicos resultantes da implantação comercial dessa atividade. As regiões litorâneas são, em geral, extremamente vulneráveis a ações com pouco ou nenhum planejamento, devido ao crescente aumento da população residente, à grande variação da população flutuante e à ampla variedade de atividades econômicas desenvolvidas nessas áreas, como as pesqueiras, as portuárias e o turismo. O desenvolvimento da maricultura nessas regiões deve ser integrado com as demais atividades nelas desenvolvidas, mitigando os conflitos dos usos dos recursos naturais e, ainda, de acordo com Bardach (1997), deve assegurar o uso racional dos recursos naturais, proteger e preservar a integridade funcional dos ecossistemas costeiros, garantir que os benefícios sociais e econômicos originados nas diversas atividades sejam distribuídos entre os usuários dos recursos da forma mais igualitária possível, encorajar os governos locais e os produtores a participarem do planejamento e acompanhamento do desenvolvimento da maricultura, promover a conscientização e a atenção públicas para os aspectos ambientais, promover a cooperação dos usuários nas ações destinadas a reduzir a produção de impactos ambientais, entre outros objetivos.

Segundo Pillay (1992), considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota, as condições estéticas e

sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais. Essas alterações precisam ser quantificadas, pois apresentam variações relativas, podendo ser positivas ou negativas, grandes ou pequenas (Tommasi, 1994). As diferentes modalidades de aquicultura podem gerar impactos ambientais diversos, dependendo, principalmente, do sistema de cultivo (sistemas fechados, semiabertos e abertos); da modalidade de aquicultura (água doce ou marinha); das espécies utilizadas e especialmente da densidade e quantidade de produção. Devido às inúmeras variáveis que podem influenciar na geração ou identificação de tais impactos, e por ser uma atividade relativamente recente no Brasil, poucos estudos conclusivos foram publicados sobre os possíveis impactos ambientais causados pela aquicultura, especialmente pela maricultura. Ainda assim, em qualquer forma de produção, o impacto ao meio ambiente ocorre através de três processos: o consumo de recursos naturais, o processo de transformação (processamento) e a geração de produtos finais (resíduos).

Segundo Pillay (1992), os principais impactos ambientais causados pela aquicultura (englobando a piscicultura e a carcinicultura) são os conflitos com o uso dos corpos d'água, a sedimentação e obstrução dos fluxos de água, a hipernutrição e eutrofização, a descarga dos efluentes de viveiros e a poluição por resíduos químicos empregados nas diferentes fases do cultivo.

O objetivo de se estudar os impactos ambientais é, principalmente, o de avaliar as consequências de algumas ações, para que possa haver a manutenção da qualidade ambiental através da execução de certos projetos ou ações, logo após a implementação dos cultivos ou ao longo de sua execução. No Brasil, a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) envolve um conjunto de métodos e técnicas de gestão ambiental reconhecidas, com a finalidade de identificar, prever e interpretar os efeitos e impactos sobre o meio ambiente decorrentes de ações propostas de desenvolvimento.

A área de estudo foi a região estuarina lagunar de Cananéia (Figura 1), a qual está inserida na porção central do Complexo Estuarino Lagunar de Iguape, Cananéia e Paranaguá, área considerada Patrimônio da Humanidade pela UNESCO, em decorrência de sua importância ambiental e cultural, e que possui em grande parte de seu território unidades de conservação federais, estaduais, municipais e particulares. Apresenta grande concentração de manguezais e ocorrem coletores e pescadores profissionais e pescadores amadores. Este trabalho tem por objetivo apresentar uma proposta metodológica para avaliação rápida dos impactos da aquicultura sobre o ambiente estuarino de Cananéia, como forma de contribuição à implantação da atividade de maricultura responsável.

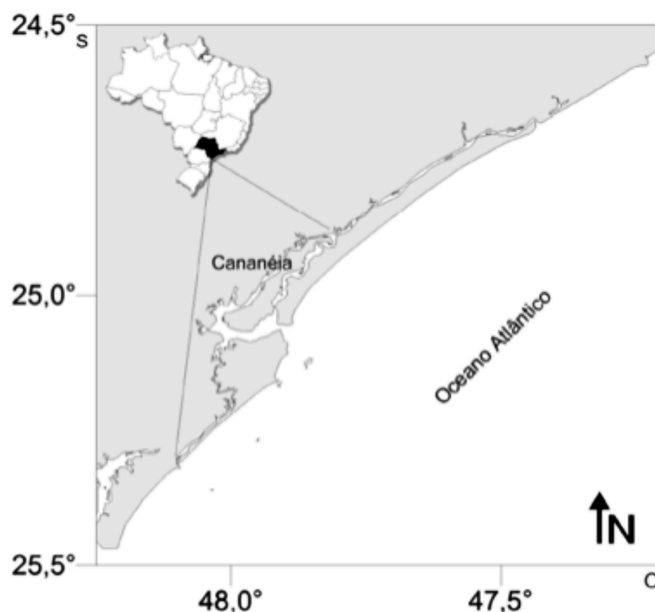


Figura 1 - Localização do estuário de Cananéia.

*Figure 1 - Location of Cananéia estuary*

## 2. Material e métodos

Foi realizada revisão bibliográfica sobre espécies cultivadas na região e os impactos ocasionados pela instalação de empreendimentos de aquicultura, e foram definidos critérios para análise dos impactos potenciais e existentes com base nas referências consultadas e, principalmente, em mais de 30 levantamentos em campo, para se avaliar as características da qualidade da água no estuário, além das condições ambientais e socioeconômicas das comunidades que utilizavam cultivos como forma de vida.

Parte dos dados para o levantamento foram obtidos a partir de saídas a campo, para se avaliar os cultivos, e através de entrevistas semiestruturadas (Viertler, 2002) realizadas entre os anos de 2009 e 2010, com os representantes de sete comunidades produtivas familiares de ostras, em que cada produtor constituiu uma unidade amostral. As questões abordadas foram relativas à identificação das condições socioeconômicas, de manejo para a produção, de recuperação de estoques e da qualidade ambiental dos cultivos. Com base nos levantamentos e nas análises efetuadas, foi aplicada uma Matriz de causa - efeito elaborada por nós, identificando a classificação dos impactos gerados pela maricultura como Alto (A), Médio (M) e Baixo.

### 2.1. Classificação dos impactos ambientais gerados pela maricultura

A tabela 1 resume os principais impactos causados no ambiente aquático pela aquicultura, suas razões e causas. As matrizes de causa-efeito constituem uma lista de ações humanas e outros indicadores de impacto

Tabela 1 - Razões e causas dos principais impactos causados no ambiente aquático pela aquicultura (Adapt. de Espinosa 2001).  
 Table 1- Reasons and causes major impacts on the aquatic environment by aquaculture (Adapted from Espinosa 2001).

PRINCIPAIS IMPACTOS	RAZÕES	CAUSAS
Perda da qualidade da água	Contaminação da água	Concentração de elementos orgânicos
	Transmissões de doenças através de alguns cultivos	Concentração total de cada contaminante
	Aumento da turbidez	Transmissão de patologias
Modificações no habitat	Alteração da qualidade da água limita o habitat	Alteração da qualidade da água
	Redução da diversidade de organismos bentônicos	Numero de espécies de organismos frequentes
	Alteração da comunidade biológica	Mudanças na diversidade de organismos com e sem impacto

Tabela 2 - Matriz de causa-efeito, mostrando a valoração dos impactos gerados pela malacocultura em diferentes fases de desenvolvimento (implantação, operação e abandono). Classificação de impacto: Indiferente (I), Aceitável (A) e Crítico (C) (Adaptado de Espinosa 2001).

Table 2 - Matrix of cause and effect, showing the valuation of the impacts generated by malacoculture at different stages of development (construction, operation and abandonment). Impact rating: Indifferent (I), Acceptable (A) and Critical (C) (Adapted from Espinosa 2001).

AÇÕES DO PROJETO	IMPLANTAÇÃO	OPERAÇÃO	ABANDONO
<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>			
<b>Ar:</b>			
Qualidade	I	I	I
Ruído	A	I	I
<b>Água:</b>			
Qualidade	I	A	I
Quantidade	I	I	I
<b>Fauna:</b>			
Abundância	A	A	I
Representatibilidade	A	C	I
<b>Flora:</b>			
Abundância	A	A	I
Representatibilidade	A	C	I
<b>Paisagem:</b>			
Beleza	A	A	C
Visual	A	A	C
<b>População:</b>			
Costumes	A	A	A
Translocação	I	I	I
<b>Navegação:</b>			
Potencial risco	A	A	C
Alteração de rotas	A	A	C

ambiental, que se relacionam em um fluxograma matricial. São muito úteis quando se trata de identificar a origem de certos impactos, porém têm limitações para estabelecer interações, definir impactos secundários ou terciários e realizar considerações temporais no tempo e no espaço (Tabela 2).

Eler (2007) discute critérios de avaliação de impactos

ambientais em aquicultura e indica a legislação ambiental brasileira como critério norteador. Como proposta metodológica de classificação de impacto, este estudo tem por base as propostas analisadas e a identificação e tipificação dos potenciais impactos. Definiu-se uma matriz de análise com critérios genéricos quanto à tipificação de impactos, porém focados quanto à magnitude.

Os critérios propostos neste estudo são:

a - Legislação ambiental: As determinações legais são aquelas que, tanto a nível federal como estadual e, eventualmente, municipal, condicionam atendimentos técnicos para obtenção de licenças ambientais. Classificado como: atende plenamente regulamentações ambientais, atende parcialmente e não atende;

b - Perturbação ao meio ambiente: Intensidade do impacto com relação às condições naturais existentes e aos potenciais fatores acumulativos de perturbações já presentes. A condição de relevância da qualidade dos ambientes naturais onde se encontra o empreendimento, tais como a presença de Unidades de Conservação de proteção integral e uso sustentável, proximidades de áreas de preservação permanente, aquíferos etc, é fator de destaque nesta análise. A existência de espécies nativas cultivadas apresenta caráter positivo. Classificado como: importante, regular e escasso;

c - Risco de ocorrência de impactos: Entendido como a probabilidade de que os impactos estejam presentes. Classificado como: muito provável, provável, pouco provável;

d - Área de extensão ou região envolvida: Trata-se da área territorial de influência potencial do empreendimento. Classificado como: regional, local e pontual;

e - Duração ao longo do tempo: Período de duração dos impactos, que pode variar desde o tempo em que o projeto estiver em instalação, em atividade e até após sua paralisação. Classificado como: permanente, média e curta;

f - Reversibilidade: Na finalização do projeto, o local volta ou não às condições ambientais iniciais. Classificado como: reversível e não requer ajuda humana, reversível parcial, necessita de ajuda humana, e irreversível, no caso de gerar uma nova condição ambiental.

A tabela 3 apresenta os critérios propostos de análise de impactos e sua magnitude. Adotou-se a escala de 1-9, em decorrência da possibilidade de detalhar a magnitude do critério de impacto em inexistente (1-3), pouco existente (4-6) ou existente (7-9).

A partir da somatória dos critérios, foi estabelecida sua inserção em escala de análise. Essa escala foi proposta com base no enquadramento máximo dos fatores positivos e negativos, sendo determinado um gradiente de enquadramento dos impactos negativos em qualidade de alto, médio e baixo.

**Classificação de impactos: Impacto total = L+P+O+E+D+R**

**Impacto Negativo (-): Alto > 37 Médio 36>19 Baixo < 18**

### 3. Resultados e discussão

Normalmente, os projetos implantados com a finalidade de satisfazer algumas necessidades humanas resultam em uma estrutura bem definida de fenômenos, que pode ser mais bem compreendida com o auxílio do fluxograma da figura 2.

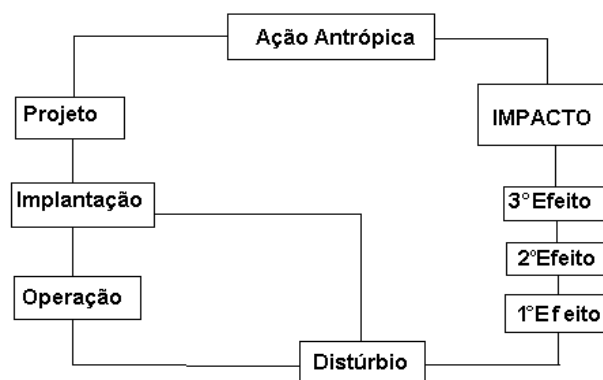


Figura 2 - Fluxograma de perturbações ambientais.

Figure 2 - Flowchart of environmental disturbances.

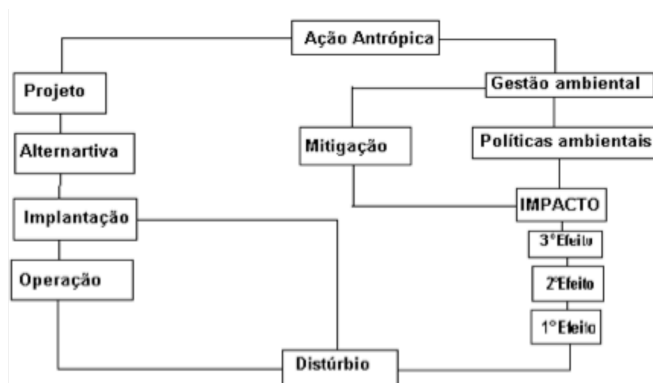


Figura 3 - Fluxograma de perturbações ambientais não lineares.

Figure 3 - Non-linear environmental disturbances flowchart.

Alguns projetos causam perturbações ambientais somente na fase de implantação (Barbieri e Cavalheiro, 1998). A maioria, no entanto, uma vez em funcionamento, causa distúrbios permanentes (Buschmann, 2001). Outros causam distúrbios graves desde sua implantação até o funcionamento (Buschmann, 2001). Normalmente, os efeitos ambientais que acompanham tais projetos não são lineares, mas refletem-se em cadeias complexas de interações de retroalimentação entre causas e efeitos. Assim sendo, o órgão competente, ao autorizar um empreendimento, deveria levar em conta o fluxograma da figura 3.

O que deve ser realçado nesse fluxograma é que, após o impacto, teremos as medidas mitigatórias e as políticas ambientais ao nível municipal e/ou regional e, por fim, a gestão feita com todos os setores envolvidos, de forma aberta e participativa.

Os principais impactos observados em empreendimentos de aquicultura que foram levados em consideração para este estudo foram:

### 3.1. Impactos de cultivos não arraçoados (Moluscos Bivalves)

O cultivo de organismos filtradores, como os moluscos, ainda que não implique em administração externa de alimento, pode concentrar elementos excretados nas imediações dos

locais de cultivo. Entretanto, é necessário salientar que o impacto causado por essas excreções é pelo menos 15 vezes menor do que o causado por organismos que requerem um aporte exógeno de alimento (FAO 2004), como no caso dos camarões e peixes, apesar de que esse impacto pode ser maior ou menor, dependendo principalmente das condições ambientais dos locais onde os empreendimentos estão instalados. Os resíduos sólidos gerados pelo cultivo de moluscos filtradores são compostos de fezes e pseudofezes do animal, sendo as pseudofezes nada mais do que a porção de alimento filtrado que é rejeitado junto com muco antes de ser ingerido, após uma seleção do sistema filtrador do animal em busca de partículas de maior teor orgânico. Juntos, fezes e pseudofezes são também chamadas de biodepósitos.

É importante frisar que, diferentemente de outras formas de aquicultura que utilizam rações, nenhum alimento consumido por moluscos bivalves é adicionado ao ambiente. Eles se alimentam exclusivamente de partículas que ocorrem naturalmente na coluna da

água. Ao mesmo tempo em que grande parte do alimento e dos nutrientes consumidos pelos moluscos retorna ao ambiente como biodepósitos, em um processo conhecido como biodeposição, uma porção significativa destes é incorporada aos tecidos do animal, permitindo seu crescimento e sua reprodução. O que não é assimilado é biodepositado no sedimento e passa a servir de alimento para animais detritívoros, incluindo muitos dos vermes e crustáceos, que, por sua vez, servem de alimento para peixes e aves. (Suplicy, 2006).

A biodeposição e a diminuição da taxa de sedimentação podem variar dependendo da modalidade de cultivo, das diferenças entre as dinâmicas hidrográficas e das condições climáticas dos lugares em que são instalados os cultivos (Beveridge, 1996). Trabalhos realizados por Jaramillo *et al.* (2000) confirmam que os biodepósitos podem ocasionar diminuição da abundância da macrofauna bentônica sob os locais de cultivo estruturas comumente utilizadas nos cultivos de moluscos. Durante o processo de sedimentação, as partículas podem ser consumidas por peixes e crustáceos silvestres, decompostas, assim, em partículas mais finas. A atividade microbiana permite que os diferentes nutrientes se solubilizem. A quantidade e a velocidade da decomposição e solubilização dependem de fatores como a velocidade e intensidade das correntes, a temperatura da água e as propriedades físico-químicas das partículas entre outros. Além disso, em locais com depósito de matéria orgânica, são gerados nutrientes dissolvidos para a coluna da água.

Tabela 3 - Classificação dos impactos gerados pela maricultura (Adaptado de Espinosa 2001).

Tabela 3 - Rating impacts caused by mariculture (Adapted from Espinosa 2001).

CLASSIFICAÇÃO DE IMPACTOS			
Legislação (L)	Não atende (7-9)	Atende parcial (4-6)	Atende (1-3)
Perturbação (P)	importante (7-9)	Regular (4-6)	indiferente (1-3)
Ocorrência (O)	Muito provável (7-9)	Provável (4-6)	Pouco provável (1-3)
Extensão (E)	Regional (7-9)	Local (4-6)	Pontual (1-3)
Duração (D)	Permanente (7-9)	Média (4-6)	Curta (1-3)
Reversibilidade (R)	irreversível (7-9)	Parcial (4-6)	Reversível (1-3)
<b>TOTAL</b>	<b>54 - severos</b>	<b>36 - moderados</b>	<b>18 - menos</b>

O aumento de matéria orgânica sob os sistemas de cultivos também pode ser incrementado pelo manejo da remoção do “fouling” (organismos incrustantes nos animais e nas estruturas de cultivo), como cracas, ascídias, algas, anêmonas etc. A acumulação de matéria orgânica depende de vários fatores, dentre eles a espécie cultivada, a qualidade da alimentação, o tipo de manejo, as correntes e a profundidade. O substrato sob os cultivos tem maiores concentrações de carbono, nitrogênio e fósforo do que em sedimentos naturais

(Enell & Lof, 1985). Adicionalmente, pode ainda ocorrer o desprendimento e a caída ao fundo dos organismos cultivados, aumentando a carga orgânica nesse ambiente. A matéria orgânica acumulada estimula a produção bacteriana, modificando a composição química, a estrutura e as funções dos sedimentos. Alguns efeitos do aumento da carga da matéria orgânica e dos nutrientes nos sedimentos são: a diminuição das concentrações do oxigênio e o aumento da demanda biológica de oxigênio (os sedimentos aumentam sua



condição anaeróbica e redutora), produzindo alterações nos ciclos normais de nutrientes e aumentando o ingresso de nitrogênio e fósforo, desde os sedimentos até a coluna d'água, e aumentando, ainda, a produção de metano e ácido sulfídrico nas zonas marinhas (Holmer & Kristensen, 1992), além do aumento de lipídios (Henderson *et al.*, 1997). Nos ecossistemas marinhos, foram detectadas mudanças na abundância e diversidade de espécies macro bentônicas; entretanto, nem em todos os locais estudados os efeitos foram significativos (Grant *et al.*, 1995). Sob os sistemas de cultivos de moluscos, foram registrados o incremento da abundância de poliquetos oportunistas, mudanças na rede trófica e diminuição da diversidade como consequência do aumento da matéria orgânica (Jambrina, 2000).

Os efeitos ecológicos sobre a macrofauna bentônica parecem ser limitados, apesar de ter sido observada, na Espanha, uma redução da diversidade faunística no fundo do mar, sob regiões de cultivo intensivo de mexilhões. Todavia, essa diversidade rapidamente volta ao *status* original (1 a 2 anos) uma vez que cessem os cultivos no local (Gonzalez *et al.*, 1991). A abundância de predadores bentônicos aumenta significativamente nos locais de cultivo, provavelmente devido ao aumento da quantidade de moluscos que se desprendem do sistema de produção (Lopez & Buschmann, 1991).

Já o cultivo de algas macrófitas torna-se menos impactante em virtude da ausência de excreções. Pelo contrário, experimentos de laboratório com *Kappaphycus alvarezii* mostraram que essa espécie pode retirar quantidades significativas de compostos nitrogenados do meio aquático, melhorando sua qualidade (Hayashi, 2007) em condições de eutrofização pronunciada. Esse fato pode servir como recomendação para o cultivo de algas macrófitas em ambientes sujeitos à poluição orgânica, como alternativa ao cultivo de moluscos filtradores. Já os cultivos desprotegidos de redes atraem diversas formas de herbívoros, tendo-se observado na região de Ubatuba (SP) um visível aumento na população de tartarugas no entorno dos cultivos experimentais, em busca de alimento.

### 3.2. Impactos de cultivos arraçados

De acordo com Sipaúba-Tavares *et al.* (1999a), o cultivo de peixes enriquece com material orgânico e inorgânico a coluna de água, através da excreção, do alimento não ingerido, descamação, mucos, vitaminas e agentes terapêuticos que podem também ter implicação e possíveis efeitos sobre a qualidade da água.

Os dejetos da piscicultura e da carcinocultura marinha produzem efeitos tanto na coluna da água como no fundo das instalações do cultivo (Barbieri, 2010; Barbieri & Doi, 2012). Na piscicultura, basicamente,

um quarto do nitrogênio da ração consumida é incorporado pelos peixes (Damato & Barbieri, 2011). Os restantes três quartos são liberados no mar, na sua maior parte como compostos dissolvidos (principalmente amônia) (Wu *et al.*, 1993). Esse número é diferente no que diz respeito ao fósforo, do qual apenas um quinto é retido pelos animais, sendo o resto evacuado, principalmente, como matéria particulada. O melhoramento nutricional é uma forma de alterar esses números de uma maneira ambientalmente mais aceitável. O alimento não consumido e desperdiçado para o ambiente representa uma proporção pouco conhecida, geralmente avaliada em aproximadamente 15-20% do total distribuído (Bergheim & Brinker, 2003).

Sólidos em suspensão são veiculados pelas partículas alimentares não ingeridas pelos peixes, podendo representar até 9% nos alimentos granulados (Kaushik, 1990), e pelos dejetos de origem fecal (alimentos não digeridos ou parcialmente digeridos). As partículas sólidas em suspensão, geralmente imputáveis ao alimento, podem representar 50% do total da poluição na aquicultura (Bergheim *et al.*, 1991). De uma maneira geral, as proteínas alimentares são bem digeridas pelos peixes (digestibilidade superior a 80%). Esse fato está relacionado com o desenvolvimento precoce nos teleósteos do equipamento enzimático necessário à degradação protéica (Kaushik, 1992). No entanto, a qualidade da matéria-prima utilizada (composição em aminoácidos essenciais, fatores antinutricionais, granulometria etc.) condiciona a sua utilização digestiva (Kupka-Hansen *et al.*, 1991; Kaushik, 1992).

A digestibilidade da gordura (animal e vegetal) é também geralmente elevada nos peixes (valores superiores a 90 %). Pelo contrário, a digestibilidade da fração glucídica apresenta uma grande variabilidade nas diferentes espécies de peixes (Singh & Nose, 1967; Guillaume, 1986; Cowey, 1988). A fraca atividade amilásica intestinal e a indigestibilidade da celulose em muitas espécies de peixes originam um aumento dos dejetos fecais quando se utiliza matéria-prima de origem vegetal em teores elevados (Kaushik, 1992).

No passado, muitos dos problemas verificados na alimentação dos peixes estavam relacionados a uma fraca qualidade física dos alimentos, imputável, por sua vez, a oscilações da qualidade das farinhas e óleos de peixe utilizados e a processos de fabricação e práticas de alimentação inadequadas. O fato de a transferência de nutrientes da dieta para os peixes ser feita através do meio aquático acarreta problemas diferentes das práticas tradicionais de alimentação animal. Alimentos desintegrados e não ingeridos poluem a água, causam estresse devido a depleções em oxigênio, influenciando o teor em matéria orgânica que afeta o crescimento e estado sanitário dos peixes (Cho, 1990). A perda de alimento devido a uma má gestão da alimentação



(quantidade, frequência e número de refeições inadequado) é um fator que influencia significativamente o aumento dos dejetos piscícolas (Lumb, 1989).

Os peixes são animais que excretam os metabolitos resultantes do catabolismo protéico essencialmente sob a forma de amoníaco (70-90%), ao contrário dos animais terrestres, que o fazem sob a forma de uréia ou ácido úrico (Barbieri, 2009; Barbieri & Bondioli, 2013). Essa particularidade e o seu modo de vida aquático permitem aos peixes desembaraçarem-se eficazmente dos produtos do metabolismo azotado com uma utilização da proteína para fins energéticos mais ou menos eficientes. A maior percentagem de dejetos azotados solúveis é excretada pelas brânquias.

Nas zonas costeiras, a identificação dos efeitos da presença de cultivos marinhos sobre a produtividade e a composição de espécies não é tão clara, pela maior velocidade de difusão dos nutrientes (Beveridge, 1996; Barbieri, 2007). Entretanto, Wallin & Hakanson (1991) encontraram correlações entre a produção de nutrientes por sistemas de cultivo e a concentração de clorofila na água. Em zonas com poucas correntes e troca de água, foi demonstrado que a produtividade de macro algas e a composição de algas epífitas, bem como a estrutura da comunidade de peixes, podem ser afetadas pela presença de cultivos (Rönnberg *et al.*, 1992). Além disso, foi observado que, em outras regiões, houve um aumento do número de peixes (Carss, 1990) e das populações de aves nos entornos dos sistemas de cultivo, em busca de alimento.

As zonas impactadas, no geral, são bem definidas, circunscritas entre 20 e 50 m do cultivo. Porém, em algumas ocasiões, os efeitos podem alcançar distâncias bem maiores. Wu *et al.* (1993) registraram uma diminuição da concentração do oxigênio dissolvido em distâncias de até 1 km de tanques-redes de maricultura, entretanto não conseguiu correlacionar essas mudanças com os sólidos em suspensão ou com os níveis de clorofila presentes na água. Essas alterações ocasionariam, por sua vez, efeitos na presença e abundância de espécies que constituem as comunidades marinhas. O enriquecimento do fundo marinho com matéria orgânica também pode afetar a abundância da meiofauna (nematódeos e copépodes) (Sandulli & Giudici, 1989).

Mais recentemente, vem causando preocupação o uso de antibióticos em alimentos destinados à aquicultura, porque a transferência da resistência a antibióticos da bactéria associada ao animal para patógenos humanos tende a aumentar. Embora o tratamento com antibióticos seja, talvez, a maneira mais rápida de responder a uma doença bacteriana na aquicultura, ele também pode ser contraproducente, porque os antibióticos também podem causar um aumento na virulência dos patógenos. Outros estudos correlacio-

naram a abundância de espécies de fitoplankton tóxicos com a presença de cultivos (Carlsson *et al.*, 1990). Por sua vez, Goudey *et al.* (2001) relatam que o manejo inadequado de peixes e camarões cultivados em espaços confinados, como tanques-rede, pode causar floração de espécies não tóxicas de microalgas, que podem vir a ser prejudiciais aos cultivos devido à competição pelo oxigênio durante a noite.

Estudos têm correlacionado a abundância de patógenos provocada pela manutenção em condições de monocultivos, em altas densidades e em lugares determinados, por um tempo prolongado (Gowen & Bradbury, 1987). Essa probabilidade gerou preocupação sobre o risco de contaminação de organismos silvestres, entretanto não existem evidências do efeito de patógenos de organismos autóctones em cultivo sobre outras populações naturais.

Quanto às espécies arraçoadas, é importante notar que a preocupação ambiental já foi bem estabelecida no Norte da Europa e que as pesquisas referentes ao impacto da maricultura acompanharam, principalmente, o desenvolvimento da produção de salmão. Foram alcançados resultados importantes, como a melhoria das rações para peixes, conduzindo a uma redução dos desperdícios, introdução de antibióticos mais eficientes e menos remanescentes, redução da quantidade de antibióticos utilizada, mantendo simultaneamente uma produção elevada, métodos naturais de controle de parasitas etc. No caso da piscicultura marinha, algumas medidas mitigatórias são de suma importância, como, por exemplo, a seleção de áreas com profundidade e com circulação de água adequadas, bem como o rodízio de áreas após cada ciclo de produção para evitar o acúmulo de matéria orgânica no sedimento. Outros fatores importantes são os corretos espaçamentos entre as estruturas de cultivo e entre os empreendimentos, bem como a correta administração de ração, evitando-se sobras, além de monitorar frequentemente a quantidade de matéria orgânica acumulada sob os cultivos.

### 3.3. Impacto sobre a vegetação marinha

De uma maneira geral, não se encontram, na literatura, registros acerca de impactos importantes da maricultura sobre a vegetação marinha. A pressão exercida pela extração indiscriminada de sementes de mexilhões nos costões rochosos afeta esse ecossistema como um todo e pode prejudicar o recrutamento de espécies de algas típicas desses habitats, como *Sargassum*, *Ulva*, *Porphyra* entre outras. Cultivos de macrófitas, como *Kappaphycus alvarezii*, podem, eventualmente, incrementar o número de animais herbívoros no entorno dos cultivos que, na impossibilidade de se alimentar das algas em cultivo, podem se voltar para a vegetação nativa. Mas essa hipótese não é comprovada cientificamente e, por enquanto, assume apenas caráter especulativo.

### **3.4. Impacto da liberação de organismos no ambiente**

A introdução de espécies exóticas ou alóctones com a finalidade de produção pode implicar no ingresso de patógenos e estádios microscópicos de espécies invasoras (Clugston, 1990; Barbieri & Melo, 2006), que poderiam se associar à flora e à fauna locais, com efeitos desconhecidos sobre estas (Caughley & Gunn, 1996). Já a liberação de organismos autóctones configura pouco impacto ao meio ambiente, já que são espécies originárias do estuário.

### **3.5. Impacto sobre áreas de reprodução e de berçário de organismos marinhos**

Os estuários são regiões de importante interesse ambiental e de elevada diversidade de espécies, rico em termos de produtividade primária e berçário para vários organismos marinhos (Odum 1987). Por esse motivo, são ecossistemas que merecem atenção especial quando utilizados para fins de maricultura, assim como qualquer outra atividade antrópica.

A maricultura em larga escala em águas estuarinas pode causar importantes alterações no ecossistema, modificando, assim, os grupos tróficos existentes (Mignani *et al.*, 2013). Isso acontece devido à perda da qualidade da água, à elevada taxa de sedimentação e aos altos teores de matéria orgânica no sedimento, alterando a comunidade biológica, reduzindo a diversidade de organismos bentônicos e, possivelmente, a da macrofauna (Barbieri *et al.*, 2014).

Apesar de o cultivo de moluscos ser uma atividade de baixo impacto, se conduzido de forma desordenada, pode vir a causar deterioração ambiental.

### **3.6. Impacto sobre a população de aves marinhas**

Em seus estudos, Carss (1990) observou um aumento das populações de aves nos entornos dos sistemas de cultivo. A presença dos tabuleiros de ostreicultura pode propiciar a aglomeração de peixes em seu entorno, consequentemente atraindo as aves em procura de alimento. Evidentemente, essa não é uma situação equilibrada no ponto de vista ambiental, pois interfere no mecanismo de regulação das populações de aves pela restrição alimentar.

### **3.7. Impactos visuais**

O impacto visual sobre uma paisagem é geralmente irreversível, e, quando é possível, sua recuperação, os custos e os investimentos necessários não condizem com a realidade socioeconômica de sua população (Duffield & Walker, 1984). Com a degradação paisagística, muitos turistas podem procurar outros locais de lazer. Esse impacto pode ser mitigado por

meio da limitação do tamanho das áreas aquícolas e da padronização de cor e material das estruturas de suporte.

### **3.8. Impactos na pesca comercial e esportiva**

Os impactos mais comumente causados pela aquicultura para as atividades de pesca comercial e esportiva se referem a problemas socioeconômicos referentes à eventual limitação de áreas para atividades pesqueiras e acidentes causados pelo tráfego de embarcações junto a cultivos (Barbieri & Dói, 2012).

### **3.9. Impactos sobre as populações tradicionais**

Em relação a informações econômicas referentes à maricultura, existem poucos dados, ainda que se saiba de sua importância socioeconômica (Manzoni, 2005). Porém, com base nas entrevistas com os produtores, pode-se observar que a maioria dos que entraram na atividade incrementou seus cultivos ao longo do tempo, demonstrando um impacto positivo na geração de renda e diminuição da pobreza. A implantação de cultivos em áreas onde existem populações tradicionais por empreendedores da iniciativa privada, muitas vezes, ocasiona problemas de ordem de restrição a acessos de áreas comumente utilizadas tradicionalmente para atividades de pesca e coleta. A carcinocultura é um exemplo de atividade que, tanto no Nordeste do Brasil como em diversos países, gera conflitos de ordem de uso do território.

Por outro lado, os cultivos contribuíram para a fixação das populações tradicionais em seus locais de origem, além de terem modificado substancialmente a maneira como estas populações encaram a necessidade de preservação do meio ambiente, pois a ideia de cultivar no mar impõe a necessidade de manutenção da qualidade da água (Manzoni, 2005).

Dependentes de uma água marinha livre de poluição para produzir moluscos de qualidade, os maricultores passam, também, a exercer o papel de sentinelas na preservação do meio ambiente marinho e estão sempre atentos à liberação irregular de esgotos domésticos e a outras formas de poluição nas proximidades de suas áreas de cultivo. Em muitos países, como nos EUA, na Nova Zelândia, no Chile, na Irlanda e no Canadá, as organizações de maricultores estão elaborando seus Códigos de Conduta Responsável contendo Boas Práticas de Manejo (BPM), de forma a garantir que o setor se desenvolva com responsabilidade ambiental. Além da preservação das condições naturais essenciais ao desenvolvimento da atividade, essa iniciativa visa, também, à conquista de um crescente mercado internacional que cada vez mais procura consumir produtos produzidos com responsabilidade ambiental (Suplicy, 2006).

### 3.10. Impactos antrópicos que colocam em risco atividades de aquicultura

Possíveis contaminações de moluscos bivalves são impactos relevantes tanto no aspecto social quanto econômico, devendo os cultivos estar em concordância com o Programa Nacional de Sanidade de Animais Aquáticos. Dentre as principais doenças bacterianas e virais causadas pelo consumo de moluscos infectados, estão: febre tifoide e paratifoide, hepatite infecciosa, gastroenterites, infecção bacteriana, desintéria bacilar, toxinfecção alimentar, podendo, em alguns casos, causar até óbito. Como forma de prevenir doenças na produção, mostra-se importante a vigilância sanitária constante, o saneamento do ambiente (principalmente a qualidade da água), e promover a capacitação de técnicos visando a esse controle. Diminuindo a ocorrência de doenças e garantindo a sanidade dos organismos, tem-se a garantia de uma melhor produtividade e qualidade do produto.

Dentre todos os fatores antrópicos que colocam em risco a aquicultura, o principal é a poluição. A literatura mostra que a eutrofização decorrente de esgotos domésticos causa um desequilíbrio localizado nas áreas de despejo, favorecendo o florescimento de espécies oportunistas, de ciclo de vida rápido, em detrimento das espécies de ciclo mais longo. No entanto, são os poluentes industriais que causam dano de maior monta, especialmente os pesticidas, metais pesados e derivados de petróleo. Isso tem sido demonstrado em vários estudos (Oliveira & Berchez, 1978; Berchez & Oliveira, 1991). Uma consequência dramática do lançamento de poluentes industriais na zona costeira e, sobretudo, em baías e enseadas, onde a circulação é mais restrita, tem inviabilizado as zonas de nosso litoral que são mais propícias para a maricultura (Oliveira, 1997). Assim, torna-se imprescindível que os locais de cultivo sejam permanentemente monitorados com relação às características físicas, químicas e biológicas da água, visando a assegurar que o produto oferecido ao consumidor tenha sempre uma qualidade excelente, principalmente no caso de organismos filtradores.

O cultivo de moluscos em áreas certificadas como livres de contaminação produz alimentos saudáveis, seguros e nutritivos. Além disso, o cultivo de animais filtradores melhora a qualidade da água através da remoção de matéria particulada em suspensão na coluna d'água e auxilia na redução da concentração de nutrientes para níveis desejáveis. Através desse processo, ocorre a redução das quantidades de matéria orgânica, nutrientes, silte, bactérias e vírus, aumentando a transparência da água e a penetração da luz solar, que, por sua vez, estimula a atividade fotossintética de micro e macroalgas, além de outras formas de vegetação subaquática. A ação filtradora dos moluscos pode auxiliar no controle e na prevenção do florescimento de algas tóxicas através da remoção dessas células antes

que elas atinjam níveis prejudiciais ao ambiente (Suplicy, 2006).

O cultivo de moluscos em áreas certificadas como livres de contaminação produz alimentos saudáveis, seguros e nutritivos. Além disso, o cultivo de animais filtradores melhora a qualidade da água através da remoção de matéria particulada em suspensão na coluna d'água e auxilia na redução da concentração de nutrientes para níveis desejáveis. Através desse processo, ocorre a redução das quantidades de matéria orgânica, nutrientes, silte, bactérias e vírus, aumentando a transparência da água e a penetração da luz solar, que, por sua vez, estimula a atividade fotossintética de micro e macroalgas, além de outras formas de vegetação subaquática. A ação filtradora dos moluscos pode auxiliar no controle e na prevenção do florescimento de algas tóxicas através da remoção dessas células antes que elas atinjam níveis prejudiciais ao ambiente (Suplicy, 2006).

#### a) Análise dos impactos existentes e potenciais das iniciativas de aquicultura no município de Cananéia

Na região estuarina lagunar e marinha costeira do município de Cananéia, atualmente, são cultivadas em escala comercial uma espécie de molusco, a ostra do mangue (*Crassostrea brasiliiana* e *C. rhizophorae*), em sistemas de engorda em tabuleiros, e uma espécie de peixe, o bijupirá (*Rachycentron canadum*), em tanque-rede de pequena dimensão. Já existiram iniciativas de cultivo com o mexilhão do costão (*Perna perna*) em sistema de long-lines junto à comunidade de pescadores e pesquisa com reprodução e projetos pilotos para engorda em pequenos tanques-redes com o camarão rosa (*Farfantepenaeus paulensis* e *F. brasilienses*), e ainda cultivo comercial em tabuleiros com a ostra exótica (*Crassostrea gigas*) e cultivo em tanques escavados com o camarão exótico (*Penaeus vanammei*).

O Instituto de Pesca da Secretaria da Agricultura do estado de São Paulo desenvolveu pesquisas com reprodução dos peixes robalo (*Centropomus sp*) e tainha (*Mugil platanus*) e cultivos experimentais com o mexilhão do mangue (*Mytella falcata*). Tais pesquisas não foram analisadas por este trabalho.

Por meio do enquadramento na classificação dos impactos gerados pela maricultura (Tabela 3), os impactos proporcionados pelas características específicas dos cultivos na região estuarina-lagunar de Cananéia obtiveram as seguintes classificações:

#### Impacto Negativo (-): Alto > 37 Médio 36>19 Baixo < 18

- Cultivos de ostras do mangue em tabuleiros – em andamento:

$$\text{Impacto total} = (L4+P3+O3+E2+D1+R1) = 14 - \text{Impacto Baixo};$$

- Cultivo de peixe bijupirá – em andamento:

$$\text{Impacto total} = (L7+P4+O3+E3+D3+R3) = 23 -$$

Impacto Médio;

- Cultivo de ostra exótica – inativo

Impacto total =  $(L9+P3+O2+E3+D1+R2) = 17$  –  
Impacto Baixo;

- Cultivo de mexilhão do costão – inativo

Impacto total =  $(L7+P3+O3+E2+D1+R1) = 17$  –  
Impacto Baixo;

- Cultivo de camarão rosa – inativo

Impacto total =  $(L9+P6+O5+E3+D3+R2) = 28$  –  
Impacto Médio;

- Cultivo de camarão exótico – inativo

Impacto total =  $(L6+P6+O7+E2+D4+R3) = 28$  –  
Impacto Médio.

No caso da malacocultura, os principais impactos observados são os que ocorrem sobre a qualidade da água no entorno dos cultivos e as alterações nas características dos sedimentos causadas pelos biodepósitos. A influência negativa dos biodepósitos sobre a qualidade da água e do fundo pode ser mitigada por uma correta distribuição dos cultivos, respeitando-se espaçamentos mínimos entre as estruturas de cultivo. Esse espaçamento garantirá aos produtores a manutenção de níveis elevados de produção, reduzindo o tempo de cultivo e, consequentemente, aumentando a produtividade. Não são bem conhecidos os mecanismos que determinam a capacidade de suporte de um determinado ecossistema para fins de cultivo de moluscos. Assim, a prevenção é a melhor forma de mitigação da superpopulação, além de permitir a necessária diluição dos biodepósitos. No caso específico dos cultivos de ostras praticados em Cananéia, esse impacto parece ser mínimo, já que, além das pequenas dimensões e porte das estruturas de cultivo, a área de diluição entre os empreendimentos é muito vasta. O próprio ambiente estuarino não permite a expansão dos empreendimentos devido às limitações físicas. Outra característica que é adotada instintivamente pelos produtores da região é a alternância de áreas, ou seja, os tabuleiros periodicamente mudam de lugar devido à movimentação natural dos “baixios”, permitindo a recuperação das áreas impactadas pelos cultivos. Sendo assim, a pontuação atribuída no cultivo de ostras foi 14 (impacto baixo).

O cultivo de ostras do mangue pelo sistema de engorda em tabuleiros na região de Cananéia é desenvolvido de forma artesanal e em pequena escala, além de envolver em sua quase totalidade os moradores das próprias comunidades. Esse fato permite a estes o desenvolvimento de uma atividade de vocação natural, estimulando a fixação das populações no litoral e impedindo a migração para outras cidades em busca de emprego. Além disso, a ostreicultura contribui para o fortalecimento das comunidades tradicionais, valorizando a cultura caiçara e aumentando a autoestima da população (Maldonado, 2002). Outros benefícios socioeconômicos do cultivo de moluscos nessa região são: a diversificação de atividades voltadas ao setor pesqueiro, a

preservação de ambientes aquáticos, o aumento de opções ao turismo através do turismo gastronômico e o estímulo ao desenvolvimento de serviços de apoio à atividade (redes, cordas etc) (Campolim & Machado, 1997). Até 2005, a Cooperostra (Cooperativa dos Produtores de Ostras de Cananéia) congregava 47 produtores, mas o número total de produtores no município situava-se entre 70 e 80, estes que, embora não vivam exclusivamente da produção de ostras, tiveram com essa atividade uma significativa melhora na sua qualidade de vida (Garcia, 2005). Entretanto, hoje a Coorpeostra conta com apenas 17 associados, com administração centralizada e pouco participativa.

Economicamente, para o município de Cananéia, a maricultura gera impacto positivo. Os produtores, apesar de na maioria das vezes não terem essa atividade como única fonte de renda, aumentam seus rendimentos, melhorando, assim, sua qualidade de vida, principalmente nas ocasiões do defeso de espécies tradicionalmente pescadas.

Modalidades que requerem a extração parcial de sementes em ambiente natural para o início da atividade, como é o caso da mitilicultura e da ostreicultura praticada na região, podem vir a reduzir e degradar os estoques naturais. Todavia, atualmente, existem técnicas de captação artificial de sementes, tanto de ostras como de mexilhões. Para a mitilicultura, a extração de sementes está regulamentada por normativa legal (IN IBAMA nº 105/2006), que estabelece períodos de defeso e tamanho mínimo de captura, bem como quantidades máximas de extração por empreendimento. Junto à comunidade de pescadores do Pontal de Leste – Ilha do Cardoso, foram instalados cultivos experimentais de mexilhão em sistemas de long-lines, os quais apresentaram condições satisfatórias de crescimento dos animais. Em decorrência de dificuldades de organização social para a gestão dos long-lines, esta iniciativa não teve continuidade.

O Instituto de Pesca – SAA desenvolveu pesquisas sobre técnicas de cultivo do mexilhão do mangue, porém não houve o fomento dessa iniciativa.

O camarão rosa teve estudos de reprodução desenvolvidos pelo Instituto de Pesca - SAA. Em iniciativa de pesquisa com reprodução e criação de camarão rosa, houve repasse de técnicas de manejo para engorda em pequenos tanques-redes com a finalidade de produção para iscas vivas para algumas localidades de Cananéia. O cultivo de camarões em tanques-rede também não apresenta riscos, pois as espécies em cultivo são as mesmas que são naturalmente capturadas no estuário de forma artesanal.

No caso específico do município de Cananéia, as restrições impostas pela legislação ambiental praticamente inviabilizam a introdução de espécies exóticas na região. Duas iniciativas de produção com finalidade comercial, uma com a ostra (*Crassostrea gigas*) e outra

com o camarão (*Penaeus vanammei*), este em sistema de tanques escavados, foram impossibilitadas por serem espécies exóticas cultivadas em Área de Proteção Ambiental.

A maricultura no município de Cananéia afeta a vegetação quando realizada em tanques escavados, os quais necessitam da supressão dessa vegetação. Os cultivos realizados em sistemas de tanques-redes, tabuleiros e longlines pouco afetam a vegetação, principalmente pelo fato de que, no estuário, as condições ambientais não favorecem o surgimento de grandes bancos de algas.

O estuário de Cananéia abriga uma enorme diversidade de aves, principalmente aves migratórias e ameaçadas de extinção que utilizam os baixios do estuário como ponto de parada para descanso e alimentação. A disposição atual dos cultivos na região não causa impacto significativo nas populações de aves, porém a ocupação indiscriminada dos baixios poderia impactar áreas de alimentação e descanso dessas aves. Assim, torna-se importante o ordenamento dos cultivos e a demarcação de áreas aquícolas no sentido de permitir o compartilhamento dos recursos com as populações de outras espécies.

Uma vez que todas as áreas de cultivo demarcadas no município situam-se em unidades de conservação da categoria de uso sustentável definidas como Área de Proteção Ambiental e Reservas Extrativistas e Reservas de Desenvolvimento Sustentável (Barbieri, 2013), as restrições à expansão da maricultura para cultivos arraçoados são muitas e deverão levar em consideração cuidadosos estudos de monitoramento do ambiente de cultivo.

O desenvolvimento da maricultura deve seguir as orientações do Código de Conduta para o Desenvolvimento Sustentável e Responsável da Malacocultura Brasileira, atendendo às recomendações referentes à instalação e ao posicionamento das áreas aquícolas, à destinação de resíduos; ao impacto visual; ao odor; ao controle de incrustações de organismos competidores no sistema de cultivo; ao uso de embar-

cações, veículos e estruturas/equipamentos de cultivo; ao padrão de equipamentos e construção; ao uso e armazenamento de substâncias químicas combustíveis e lubrificantes; à segurança na navegação; à prática de cultivo e ao manejo e à coleta de sementes do ambiente marinho. Muitas outras medidas mitigatórias estão previstas nas legislações, em planos e políticas de desenvolvimento, como exemplo pode-se citar o Programa Nacional de Sanidade de Animais Aquáticos.

#### 4. Conclusão

A maricultura em Cananéia apresenta impactos reais e potenciais classificados como de baixo a médio do ponto de vista ambiental, e até o momento existem mais impactos positivos do que negativos na socioeconomia do município. Todavia, há necessidade de prosseguir com a condução responsável do processo de ordenamento da maricultura, principalmente durante seu processo de expansão no município ou mesmo na região.

Os principais conflitos sociais e econômicos que podem ser causados pela maricultura no município referem-se à disputa pelo espaço, uma vez que as áreas propícias para a atividade podem também ser utilizadas para navegação, pesca, lazer e recreação.

Para uma perfeita avaliação do impacto ambiental proporcionado pela implantação de parques aquícolas na região de Cananéia, far-se-á necessária a realização de pesquisa intensiva com parâmetros físicos, químicos e biológicos que possam fundamentar práticas de manejo menos impactantes considerando o ecossistema como um todo, pois uma visão compartimentada poderá levar facilmente a erros graves, a partir dos quais todo o ecossistema poderá ser comprometido.

A escolha dos locais de implantação dos cultivos apresenta-se como principal medida preventiva para evitar os riscos ambientais, sendo necessário propiciar uma correta instalação em áreas que reúnam condições adequadas para a diluição dos efluentes e sua dispersão, visando à redução da magnitude do impacto.

#### Referências bibliográficas

- Barbieri, E.; Melo, G.A.S. (2006) - Biodiversidade: ocorrência da espécie exótica *Litopenaeus Vannamei* (Boone, 1931) no complexo estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape- Ilha Comprida. *O Mundo da Saúde* (ISSN: 0104-7809), 30(4):654-659, São Paulo, SP, Brasil. Disponível em: [http://www.saocamilo-sp.br/pdf/mundo\\_saude/41/17\\_Biodiversidade.pdf](http://www.saocamilo-sp.br/pdf/mundo_saude/41/17_Biodiversidade.pdf)
- Barbieri, E. (2010) - Acute toxicity of ammonia in white shrimp (*Litopenaeus schmitti*) (Burkenroad, 1936, Crustacea) at different salinity levels. *Aquaculture*, 306(1-4):329-333. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2010.06.009.
- Barbieri, E.; Cavalheiro, F. (1999). Impactos nos microclimas da Ilha Comprida decorrentes da retirada da vegetação. *Boletim Paulista de Geografia* (ISSN: 0006-6079) 76:67-84, São Paulo, SP, Brasil.
- Barbieri, E.; Bondioli, A.C.V. (2013). Acute toxicity of ammonia in Pacu fish (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1887) at different temperatures levels. *Aquaculture Research*, Early View (Online Version published before inclusion in an issue). DOI: 10.1111/are.12203
- Barbieri, E.; Doi, S.A. (2012). Acute toxicity of ammonia on juvenile Cobia (*Rachycentron canadum*, Linnaeus, 1766) according to the salinity. *Aquaculture International*, 20(2):373-382. DOI: 10.1007/s10499-011-9467-3.
- Barbieri, E. (2013) - *Biodiversidade: da teoria à prática*. 172p., Editora Livre Expressão, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. ISBN: 978-85-7984-232-0
- Beveridge, M.C.M. (1996) - *Cage Aquaculture*. 2nd edition, 346p., Fishing News Book, Cambridge, MA, U.S.A. ISBN: 0852382359.

- Bergheim, A.; Brinker, A. (2003) - Effluent treatment for flow through systems and European environmental regulations. *Aquacultural Engineering*, 27(1): 61-77. DOI: 10.1016/S0144-8609(02)00041-9
- Berchez, F.A.S.; Oliveira, E.C. (1992) - Temporal changes in the benthic marine flora of the Baía de Santos, SP, Brazil, over the last four decades. In: Cordeiro-Marino, C.; Azevedo, M.T.P.; Sant'anna, C.L.; Tomita, N.Y.; Plastino, E.M. (eds), *Algae and Environment: A General Approach*, pp.120-131, Sociedade Brasileira de Ficologia, São Paulo, SP, Brasil.
- Bergheim, A.; Aabel, J.B.; Seymour, E.A.(1991) - Past and present approaches to aquaculture waste management in Norwegian net pen culture operations. In: *International Symposium on Nutritional Strategies in Management of Aquaculture Waste*, pp. 88-95, Guelph, Ontario, Canada.
- Buschmann, A.H (2001) - *Impacto ambiental de la acuicultura el estado de la investigación en Chile y el mundo: un análisis bibliográfico de los avances y restricciones para una producción sustentable en los sistemas acuáticos*. 67p., Terram Publicaciones, Santiago, Chile. Disponível em: <http://www.cetmar.org/DOCUMENTACION/dyp/ImpactoChileacuicultura.pdf>
- Campolim, M. B.; 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 Sustentado*, pp. 275-287, São Paulo, SP, Brasil.
- Carrs, D.N. (1990) - Concentrations of wild and escaped fishes immediately adjacent to fish farm cages. *Aquaculture*, 90(1):29-40. DOI 10.1016/0044-8486(90)90280-Z.
- Carlsson, P.; Graneli, E.; Olsson, P. (1990) – Grazer elimination through poisoning: one of the mechanisms behind *Chysochromulina* polypis bloom. In: E. Graneli, B. Sundstrom, E. Edler & D. Andersson (eds.), *Toxic Marine Phytoplankton*, pp. 116-122, Elsevier Press, New York, NY, USA. ISBN: 044401523X.
- Caughley, G.; Gunn, A. (1996) - *Conservation Biology in Theory and Practice*. 459p, Blackwell Science, Cambridge, UK. ISBN: 0865424314.
- Cho, C.Y.; Kaushik, S. (1990) - Nutritional energetics in fish: energy and protein utilization in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *World Review of Nutrition & Dietetics* (ISSN 0084-2230 ), 61:132-172, Karger, Basel, Suisse.
- Clugston, J.P. (1990) - Exotic animals and plants in aquaculture. *Reviews in Aquatic Sciences* (ISSN: 0891-4117), 2(3-4):481-489, CRC Press, Boca Raton, FL, U.S.A.
- Cowey, C. B. (1988) - The nutrition of fish: the developing scene. *Nutrition Research Reviews* (ISSN: 0954-4224), 1:255-280, Aberdeen City, Aberdeen, UK. Disponível em: [http://journals.cambridge.org/download.php?file=%2FNRR%2FNRR1\\_01%2FS0954422488000186a.pdf&code=4f732404108cd5a2ef0a6e06d5ccf9fa](http://journals.cambridge.org/download.php?file=%2FNRR%2FNRR1_01%2FS0954422488000186a.pdf&code=4f732404108cd5a2ef0a6e06d5ccf9fa)
- Damato, M. ; Barbieri, E. (2011) . Determinação da toxicidade aguda de cloreto de amônia para uma espécie de peixe (*Hyphessobrycon callistus*) indicadora regional. *O Mundo da Saúde* (ISSN: 0104-7809), 35(1):42-49, São Paulo, SP, Brasil.
- Duffield B.S., Walker S.E. (1984) - The Assessment of Tourism Impact. In: Clark, B.D., Gilad, A., Bisset, R., Tomlinson, P. *Perspective on Environmental Impact Assessment*, 210p. DOI 10.1007/978-94-009-6381-8
- Enell, M.; Lof, J. (1985) - Changes in sediment phosphorus, iron and manganese dynamics caused by fish farming Impact. In: Gulderbrandsen, T.R.; Samin, S., *11th Nordic Symposium on Sediments*, pp.80-89, Estocolmo, Suécia.
- Espinoza, G. (2001) - Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. Banco Interamericano de desarrollo – BID Cnetro de Estudios para el Desarrollo – CED. Disponível em: <http://webdelpofesor.ula.ve/nucleotrujillo/materano/Ambiental/3.pdf>
- González, M. L.; López, D.A.; Pérez, M.C.; Sanhueza, S.E. (1991) - Efecto de variaciones em las condiciones ambientales, em el aporte de matéria orgânica por fecas em invertebrados marinos. In: Oltremari-Arregui, J. (eds.), *Gestión em Recursos Naturales. Un Enfoque Integrado para el Desarrollo*, pp. 248-265, Valdivia, Chile.
- Goudey, C.A.; Loverich, G.; Kite-Powell, H.; Costa-Pierce, B.A. (2001) - Mitigating the environmental effects of mariculture through single-point moorings (SPMs) and drifting cages. *Journal of Marine Science*, 58(2):497-503. DOI: 10.1006/jmsc.2000.1033.
- Gowen, R.; Bradbury, N. (1987) - The ecological impact of salmonid farming in coastal waters: a review. *Oceanography and Marine Biology. An Annual Review* (ISSN: 0078-3218), 25:563-575, CRC Press, Boca Raton, FL, USA.
- Grant, J.; Hatcher, A.; Scott, D.B.; Pocklington, P.; Schafer, C.T. e Winters, G.V. (1995) - A multidisciplinary approach to evaluating impacts of shellfish aquaculture on benthic communities. *Estuaries*, 18(1): 124-144. DOI 10.2307/1352288.
- Guillaume, J. (1986) - Choix des matières premières et fabrication des aliments destinés aux crevettes d'élevage. In: Léger, C.L. (ed.), *La Nutrition des Crustacés et des insectes*, pp. 179-190, Colloque CNERNA, Paris, França. Disponível em: <http://archimer.ifremer.fr/doc/1987/acte-1408.pdf>
- Hayashi, L.(2007) - *Cultivo de Kappaphycus alvarezii no litoral de Ubatuba, Estado de São Paulo, Brasil*. 110p., Tese de doutoramento, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil. *Não publicado*.
- Henderson, R. J.; Forrest, D.A.M.; Black, K.D.; Park, M.T. (1997) - The lipid composition of sea loch sediments underlying salmon cages. *Aquaculture*, 158(1):69-83. DOI: 10.1016/S0044-8486(97)00207-X.
- Holmer, M.; Kristensen, E. (1992) - Impact of marine fish cage farming on metabolism and sulfate reduction of underlying sediments. *Marine Ecology Progress Series* (Print ISSN: 0171-8630; Online ISSN: 1616-1599), 80:191-201, Oldendorf/Luhe, Germany. Disponível em: <http://www.int-res.com/articles/meps/80/m080p191.pdf>.
- Jaramillo, E.; Beltrán, C.; Bravo, A. (1992) - Musselbiodeposition in na estuary in southern Chile. *Marine Ecology Progress Series* (ISSN: 1616-1599), 82:85-94, Oldendorf/Luhe, Germany. Disponível em: <http://www.int-res.com/articles/meps/82/m082p085.pdf>.
- Jambrina, L. M. C. (2000) - *Aproximação metodológica ao diagnóstico de áreas litorâneas com aptidão para maricultura: aplicações no Estado de São Paulo*. 340p., Tese de doutoramento, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil. *Não publicado*.
- Kaushik, S. J. (1992) - Recent trends in the development of high-energy diets for salmonids. In: *Proceedings of the Second International Feed Production Conference* (p. 361-372). Presented at 2. International conference, Piacenza, Italia (1992-02-25 - 1992-02-26).
- Kupka-Hansen, P.; Pittman, K.; Ervik, A. (1991) – Organic waste from marine fish farms – effects on the seabed. In: Kupka-Hansen P (ed), *Marine Aquaculture and the Environment*, pp.105-119, Nordic Council of Ministers, Copenhagen, Denmark. ISBN: 951-47-5076-4.
- Lopez, D.A.; Buschmann, A.H. (1991) - Acuicultura: Benefícios y riesgos de uma actividade que se expande. *Ambiente y Desarrollo* (ISSN 0121-7607), 7:109-115, Bogotá, Colombia.
- Lumb, C. (1989) - Self-pollution by Scottish salmon farms? *Marine Pollution Bulletin*, 20(8): 375-379. DOI: 10.1016/0025-326X(89)90314-7.

- Odum, E. P. (1983) – *Ecologia*. 434p., Editora Guanabara, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. ISBN: 85-201-0249-2
- Mignani, L.; Barbieri, E.; Marques, H.L.A.; Oliveira, A.J.F.C. (2013) - Coliform density in oyster culture waters and its relationship with environmental factors. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* (ISSN: 0100-204X) 48:833-840, Brasília, DF, Brasil.
- Oliveira Filho, E.C.; Berchez, F.A.S. (1978) - Algas bentônicas da Baía de Santos: alterações da flora no período de 1957-1978. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* (ISSN: 2316-9052), 6:49-59, São Paulo, SP, Brasil. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/bolbot/article/view/57699/60754>
- Oliveira Filho, E.C. (1977) - *Algas marinhas bentônicas do Brasil*. 407p., Tese de Livre docência, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, São Paulo, Brasil. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/livredocencia/41/tde-14032013-171424/pt-br.php?>
- Pillay, T.V.R. (1992) - *Aquaculture and the environment*. 189p., Fishing News Books, Blakwell Scientific Publications Ltd., New York, USA. ISBN: 0470218495
- Rönnberg, O.; Adjers, K.; Ruokolathi, C.; Bondestam, M.(1992) - Effects of fish farming on growth, epiphytes and nutrient content of *Fucusvesiculosus* L. in the Aland archipelago, northern Baltic Sea. *Aquatic Botany*, 42(2):109-120. DOI: 10.1016/0304-3770(92)90002-Z
- Sandulli, R.; Giudici, M.N. (1989) - Effects of organic enrichment on meiofauna: a laboratory study. *Marine Pollution Bulletin*, 20(5):223-227. DOI: 10.1016/0025-326X(89)90435-9.
- SEAP (2004) - *Programa Nacional de Desenvolvimento da Maricultura em Águas da União SEAP/PR*. 38p., Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca, Presidência da República, Brasília, DF, Brasil.
- Sipaúba-Tavares, L. H.; Rocha, O. (1993) - Cultivo em larga escala de organismos planctônicos para alimentação de larvas e alevinos de peixes: I – algas clorofíceas. *Biotemas* (ISSN: 2175-7925), 6(1):93-106, Florianópolis, SC, Brasil. Disponível em: <https://journal.ufsc.br/index.php/biotemas/article/view/22722>
- Singh, R.P.; Nose, T. (1967) - Digestibility of carbohydrates in young rainbow trout. *Bulletin Freshwater Fish Research*, (ISSN: 0325-6146), 17(1):21-25, Tóquio, Japão.
- Suplicy, F.M. (2005) - Cultivo de moluscos: Uma atividade que produz inúmeros impactos ambientais positivos. *Panorama da Aquicultura* (ISSN 1519-1141), 9(5):27 –31, Rio de Janeiro, Brasil.
- Tommasi, L.R.(1994) - *Estudo de Impacto ambiental*. 355p., CETESB, Terragraph Artes e Informática, São Paulo, SP, Brasil.
- Viertler, R. B. (2002) - Métodos antropológicos como ferramenta para estudos em etnobiologia e etnoecologia. In: M. C. de M. Amorozo, C. M. Lin & S. M. P. da Silva (eds.), *Métodos de Coleta e Análise de Dados em Etnobiologia, Etnoecologia e Disciplinas Correlatas*, pp.11-29, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, Brasil. ISBN: 9788590243212
- Wallin, M.; Hakanson, L. (1991) - Nutrient loading models for estimating the environmental effects of marine fish farm. In: In: Maekinen, T. (Ed.), *Marine Aquaculture and the Environment*, pp. 39-55, Nord 1991:22, Nordic Council of Ministers, Copenhagen, Denmark ISBN: 951-47-5076-4.
- Wu, R.S.S.; Lan, K.S. Mackay, D.W.; Lau, T.C.; Yan, V. (1993) - Impact of marine fish farming on water quality and bottom sediment: a case study in the sub-tropical environment. *Marine Environmental Research*, 38(2): 115-145. DOI: 10.1016/0141-1136(94)90004-3