

# **Avaliação da viabilidade da ostreicultura no baixo curso do Rio São João através da aplicação do Índice de Proteção da Vida Aquática**

*Assessment of the viability of oyster culture in the lower course of the São João river with application of the index for protection for aquatic life*

Fernanda Albuquerque dos Reis Veríssimo\*  
Maria Inês Paes Ferreira\*\*

## Resumo

O objetivo deste trabalho é apresentar uma apreciação crítica a respeito do índice de qualidade da água e proteção da vida aquática (IQA<sub>PVA</sub>), e buscar maiores informações sobre as questões levantadas pela Associação Livre de Aquicultores da Bacia do Rio São João – ALA, em relação ao insucesso da criação de ostras no local. O manejo inadequado dos recursos hídricos causa muitos transtornos aos próprios usuários, sendo de suma importância a elaboração de trabalhos que busquem informar à população a respeito das condições dos corpos de água, tanto nacionalmente quanto regionalmente. Para que a ostreicultura possa ser uma atividade sustentável bem sucedida, devem ser observados diversos fatores relacionados à qualidade da água onde se pretende implantá-la. É essencial que a região onde se iniciará a atividade seja devidamente monitorada, por ser o produto da atividade utilizado para consumo humano; sendo em algumas situações consumido sem nenhum tipo de cozimento, o que agrava ainda mais a situação por se tratar de um organismo filtrador, que acumula contaminantes que podem estar presentes na água. Os resultados obtidos com auxílio dos cálculos realizados através do IQA<sub>PVA</sub> indicaram uma categorização “razoável”, na maioria das campanhas, e presença de coliformes termotolerantes em níveis elevados em diversos pontos do estuário. Dessa forma conclui-se não ser recomendável o cultivo de moluscos bivalves na região de estudo.

Palavras-chave: IQA<sub>PVA</sub>. Ostreicultura. Rio São João. Qualidade da água.

## Abstract

The objective of this paper is to present a critical assessment about the level of water quality and protection of aquatic life (WQI<sub>PAL</sub>), and seek further information on the issues raised by the Free Association of Aquaculture in the São João River Basin – FAA, in relation to the unsuccessful attempt to grow oysters on that site. The inadequate management of water resources caused much disruption to the users,

\*Especialista em Gestão Ambiental de Bacias Hidrográficas - UFRJ

\*\*D.Sc. em Ciência e Tecnologia de Polímeros, IMA/Universidade Federal do Rio de Janeiro. Professora do Instituto Federal Fluminense

being of paramount importance to implement actions to inform the public about the conditions of water bodies, both nationally and regionally. In order for oyster farming be a sustainable and successful activity, one should observe several factors related to the water quality of the site where it is to be deployed. It is essential that the region where the activity is to take place be properly monitored, as it is meant for human consumption. In some situations, it is consumed without previous cooking, which aggravates the situation since it functions as a strainer by accumulating contaminants that may be present in the water. The results of calculations using the WQIPAL index indicated a “reasonable”, categorization in most campaigns. Thus, the cultivation of bivalve molluscs is not recommended in the region under study.

Keywords: WQI<sub>PAL</sub>. Oyster culture. River São João. Water quality.

## **Introdução**

Nas últimas décadas tem se observado um crescente declínio nos estoques pesqueiros mundiais, o que tem sido atribuído à sobre-exploração desses recursos e a utilização de técnicas predatórias (GOMES *et al.*, 2008). Em razão disso, há uma perda de renda por parte da comunidade que se utiliza destes recursos; além de poder causar um desequilíbrio ambiental que pode ser irreversível. Para tentar reduzir esse impacto, alguns locais estabeleceram tamanhos mínimos para os animais serem coletados (STORER *et al.*, 2000), porém nem sempre estes anseios eram atendidos.

Face ao exposto, viu-se, como alternativa para geração de renda e redução da degradação ambiental, a criação de organismos aquáticos ou aquicultura, por se tratar de uma atividade considerada não-predatória; podendo, inclusive, ser considerada sustentável, por se utilizar dos recursos sem que haja prejuízo para as gerações futuras. A aquicultura vem crescendo vertiginosamente no mundo todo, inclusive no Brasil, por apresentar um grande potencial para tal atividade, visto que possui 12% da água doce disponível no planeta, e ainda conta com uma grande extensão litorânea (MPA, 2011). De acordo com dados emitidos pelo Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), dos 1,25 milhões de toneladas de pescado produzidos, 38% são provenientes de áreas de cultivo. Houve um crescimento nesta atividade nos últimos anos, onde se passou das 278 mil toneladas em 2003 para 415 mil toneladas em 2009 (MPA, 2011). De acordo com dados da FAO (2012), a aquicultura de água doce vem crescer progressivamente, correspondendo a 65,6% em 2010, um aumento de 5,6% desde a década de 90. Foi registrado um forte crescimento desse cultivo na América do Sul, em especial no Brasil e no Peru. O cultivo de peixes é predominante na América do Sul, correspondendo a 57,9%, seguido pelos crustáceos e, em sequência, os moluscos com 20,4%. O cultivo de moluscos bivalves oscilou entre 14% e 21% entre as décadas de 90 e 2000. A criação

desses moluscos, apesar de ser recente, integra-se cada vez mais ao desenvolvimento sustentável da aquicultura (PORTELLA, 2005). O aumento desta atividade no Brasil, provavelmente, dá-se pelas condições favoráveis existentes em nosso território, que possui um extenso litoral, vastas áreas estuarinas, entre outros (RAMOS; CASTRO, 2004). De acordo com dados da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, o cultivo de moluscos (malacocultura) ultrapassou 11 milhões de toneladas em 2010; com a produção de ostras atingindo valores superiores a 4 (quatro) milhões de toneladas no mesmo ano (FAO, 2012).

A região a ser estudada pode ser considerada como petrolrentista, ou seja, por ter proximidade a campos petrolíferos, recebem renda proveniente da exploração destes (SERRA; TERRA; PONTES, 2006). Como, no entanto, os recursos provenientes dos royalties já possuem sua aplicação definida por lei, a região não se encontra capacitada a promover o desenvolvimento local. Dessa forma, a sociedade busca outras maneiras para sua subsistência, encontrando nos recursos naturais o seu sustento (SOUZA, 2011).

Em busca de solução para promover o desenvolvimento local, a Associação Livre de Aquicultores da Bacia do Rio São João – ALA tenta implantar mecanismos de geração de renda, baseados em atividades sustentáveis para auxiliar a comunidade de pescadores de Barra de São João, Casimiro de Abreu/RJ. A geração de recursos seria proveniente da ostreicultura, porém a associação não vem obtendo êxito nesta empreitada. Após alguns insucessos, pesquisadores do CEFET Campos (atual Instituto Federal Fluminense) foram chamados para avaliar as condições de qualidade do rio, na ocasião foram observados altos índices de fenóis, alteração no pH, quantidade de oxigênio dissolvido reduzida e elevada DBO. A área em questão não possui monitoramento constante, sendo esse necessário para que se conservem as condições quali e quantitativas da região.

Assim, o objetivo do presente trabalho é avaliação da qualidade da água no ponto utilizado para cultivo de ostras, com a utilização de um Índice de Qualidade da Água para Proteção da Vida Aquática e o enquadramento do corpo hídrico de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005).

### **Caracterização da área de estudo**

A bacia do rio São João ocupa uma área de 2.160 km<sup>2</sup> e encontra-se localizada entre as coordenadas 22° 20' e 22° 50' de latitude sul e 42° 00' e 42° 40' de longitude oeste. O rio possui suas nascentes a 800 metros de altitude, na Serra do Sambê, em Cachoeiras do Macacu. Sua bacia faz fronteira com diversas outras, como: bacia da Baía de Guanabara (oeste), bacias do rio Uma e das lagoas de Araruama, Saquarema e Jacarepiá (sul) e as bacias do rio Macaé e das Ostras (norte e nordeste). A sua área abrange oito municípios, dentre esses, o de Silva Jardim possui pouco menos da metade de toda área da bacia, com

44%. O comprimento total do rio é de 120 km, onde 55 km vão da nascente até a represa e 65 km da mesma até a foz. Em decorrência de sua grande extensão, foram estabelecidas denominações para seus 4 (quatro) trechos: alto São João, que vai das nascentes até a confluência (5 km); médio São João, da confluência até a represa (50 km); represa de Juturnaíba, onde estão localizados os 13 km que foram alagados; baixo São João, a jusante da represa até a foz (65 km) (PRIMO; VÖLCKER, 2003).

A região do baixo curso sofreu uma drástica mudança em sua paisagem, com redução dos brejos e campos inundados, após obras realizadas pelo Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS), que tiveram como finalidade a construção de valas e canais de drenagem (VOLCKËR, 2007; CUNHA, 2004). Esses canais tinham como finalidade a drenagem da água que provinha do vertedouro, além de ter como principal função ser o coletor das valas e drenos na bacia (PRIMO; VÖLCKER, 2003). Em alguns locais ainda há a presença de vegetação nativa, porém só se pode observar a presença de cobertura vegetal densa em uma porcentagem muito pequena da área total do rio (BENIGNO et al., 2003).

O Consórcio Intermunicipal Lagos São João verificou que a região que abrange a bacia possui características urbanas e agrícolas, com a existência de diversas áreas de pastagens (PRIMO; VÖLCKER, 2003). Tal fato também foi observado por Reis et al. (2009), que identificaram um total de 40,8% de área destinada à pastagem. Mais próximo à foz, porém, podemos observar a existência de alguns fragmentos de mangue (PRIMO; VÖLCKER, 2003). No local utilizado para ostras se observa, na margem adjacente, o mangue preservado, no entanto, na margem oposta, não há sinal de vegetação, sendo uma área urbanizada.

Podem-se observar diversos usos na bacia, como: dessedentação de animais, recreação, abastecimento público, suprimento para algumas indústrias, entre outros (BIDEGAIN; PEREIRA, 2005). Há alguns anos havia também a piscicultura, ainda que pouco expressiva. Existiam pequenos criatórios de peixes que se utilizavam de pequenas captações de água da bacia. Como incentivo para a aquicultura, a Secretaria de Agricultura e Pesca do Município de Casimiro de Abreu, fornecia alevinos de tilápia para pequenos produtores e pesque-e-leve. A prefeitura comprava os peixes criados nos tanques dos pequenos produtores para utilizá-los na merenda escolar. Além da tentativa de cultivo de peixes, a região também tentou implementar a carcinicultura em diversas propriedades e, nos anos de 2004/05, iniciou-se a tentativa do cultivo de camarões próximo à foz do rio (VÖLCKER; SCOTT, 2008). Atualmente a prefeitura de Casimiro quer dar prosseguimento ao programa de incentivo à piscicultura, porém o projeto encontra-se em fase de licenciamento; com relação ao cultivo de camarão, não se observam áreas de cultivo do mesmo nos dias atuais. Com a intenção de obter outras fontes de renda, os pescadores da Associação Livre de Aquicultores da Bacia do Rio São

João – ALA iniciou o cultivo de ostras no local. Até o presente momento tal iniciativa não obteve sucesso.

## Ostreicultura

### Panorama da Ostreicultura no Brasil

As ostras são organismos pertencentes ao filo *Mollusca*, que é considerado o segundo maior filo animal com mais de 80.000 espécies viventes, e estão incluídas entre os animais de maior importância econômica deste filo. A utilização delas para alimentação é uma atividade muito antiga, iniciada assim que os seres humanos começaram a frequentar áreas praianas. A prova deste fato está na existência de diversos sambaquis, que demonstram que diversos povos antigos se alimentavam dos moluscos e descartavam suas conchas (STORER et al., 2000). As ostras de maior valor econômico estão inseridas no gênero *Crassostrea*, pois sua carne tem valor alimentício e sua concha pode ser utilizada para fabricação de produtos industriais e medicinais (SILVA; SILVA, 2007; COSTA, 1985 apud SIQUEIRA, 2008). Tais organismos podem ser encontrados ao longo de toda costa brasileira, fixados em rochas e substratos em regiões de manguezais, estuários e baías (RIOS, 1994).

No Brasil, a ostreicultura se utiliza principalmente de três espécies pertencentes a este gênero; sendo duas nativas - *Crassostrea brasiliiana* (Lamarck, 1819) e *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1868) - e uma exótica - *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) (PORTELLA, 2005). A ALA tem como objetivo o cultivo das duas primeiras, conhecidas vulgarmente como: “ostra brasileira” e “ostra do mangue”, respectivamente. Assim como o observado pela FAO (2008), em 2010, o mesmo órgão registrou que a maior produção de ostras é proveniente da espécie *Crassostrea gigas*, que possui sua introdução generalizada no mundo. Os dados existentes sobre a *Crassostrea rhizophorae* demonstram uma produção muito abaixo da apresentada pela *Crassostrea gigas*, porém a primeira só consta como cultivada em quatro países, sendo que apenas Cuba possui valor de produção mencionado. O Brasil não consta nas estatísticas como produtor de ostras do mangue, sendo incluído apenas no cultivo de *Crassostrea spp.* sem a definição da espécie. Na produção dessa estão incluídos outros 12 países, porém o Brasil é o único que apresenta crescimento de 2007 para 2008 (FAO, 2008).

A “ostra do pacífico” (*Crassostrea gigas*) requer uma área de cultivo com temperaturas mais baixas, por isso é mais indicada para o sul do país e não é aconselhável que seja cultivada em regiões estuarinas. As “ostras do mangue” e *C. brasiliiana* têm, todavia, sua distribuição em todo território brasileiro e é recomendado que seu cultivo seja através de travesseiros (SILVA; SILVA, 2007). Em consequência das condições ambientais de temperatura e nutrientes, que são extremamente favoráveis, os estados

com maior produção desses moluscos são Rio de Janeiro, São Paulo e Santa Catarina (BEIRÃO *et al.*, 2000 *apud* PORTELLA, 2005).

Além de ser considerado um investimento com bom retorno financeiro e sua implantação não necessitar de investimentos volumosos, também possui grande importância na alimentação. O consumo de um molusco, acima de 50mm, corresponde ao mesmo valor nutritivo que 100 gramas de carne vermelha, com um adicional de ter um percentual de gordura quase zero. É um alimento rico em proteínas e vitaminas, além de alto teor de fósforo, ferro, cálcio, entre outros (SILVA; SILVA, 2007).

Por se tratar de um organismo filtrante, o estudo das condições sanitárias da água pode evitar que haja contaminação por parte dos consumidores destes alimentos, garantindo ainda que o cultivo seja realizado em um ambiente ausente de bactérias patogênicas. Tais organismos são capazes de filtrar 5 (cinco) litros de água por hora, podendo reter cerca de 75% de espécies bacterianas que estejam presentes no ambiente (BARROS *et al.*, 1995). Os micro-organismos patogênicos permanecem um período de tempo no estômago destes moluscos, ainda apresentando seu poder infeccioso, até que sejam digeridos por fagocitose. Dessa forma, a concentração dos patógenos se acumula em sua parte comestível, o que o torna um organismo bioindicador (SILVA *et al.*, 2003).

### *Tipos de cultivo*

Para o cultivo, pode-se utilizar espinhel (long-lines), lanterna ou travesseiros. No primeiro caso são colocados cabos mestres que são sustentados através de flutuadores e a ostra é fixada em linhas de cultivo submersas. É importante ressaltar que as linhas não devem tocar o fundo, para que se possa evitar ação de predadores. O segundo caso é muito utilizado para o cultivo de *C. gigas* e é indicado pra locais profundos e que não possuam muita correnteza, pois as lanternas devem ficar na posição vertical. O terceiro caso é sugerido para mangues que possuem grande variação de maré e em águas rasas. São construídas mesas de vergalhão que sustentam os travesseiros e devem ficar submersas, só ficando expostas nas marés mais baixas quando ocorrerá o manejo das ostras (SILVA; SILVA, 2007).

Para o cultivo é importante observar o período de desova, que em zonas tropicais ocorre quase o ano todo, porém a fixação das larvas apresenta algumas variações em virtude das condições hidrológicas (AKABOSHI; PEREIRA, 1981 *apud* SIQUEIRA, 2008). O crescimento das ostras apresenta estreita relação com a disponibilidade de alimentos. O fitoplâncton pode ser considerado o item mais importante de sua dieta (WAKAMATSU, 1973 *apud* LENZ, 2008), porém não é o único que influencia o seu crescimento; também há uma participação das substâncias orgânicas suspensas que penetram no organismo por meio da filtração e seleção das partículas (JMELIOVA;

SANZ, 1969 apud LENZ, 2008). Apresentam maturidade sexual com menos de 30 mm, o que corresponde a mais ou menos 120 dias após a sua fixação. As fêmeas maduras podem liberar bilhões de oócitos por desova (LENZ, 2008). As ostras pertencentes ao gênero *Crassostrea* são hermafroditas com ausência de dimorfismo sexual. Elas, geralmente, começam a vida como machos, e em seguida produzem oócitos e podem voltar a produzir espermatozoides (GALTSOFF, 1964 apud LENZ, 2008). O desenvolvimento larval passa por três etapas, sendo que na última ela para de nadar e começa a rastejar em busca de condições favoráveis para sua fixação; a partir desse momento, o desenvolvimento para ostra juvenil começa rapidamente (CHRISTO, 2006 apud LENZ, 2008; GALTSOFF, 1964; WAKAMATSU, 1973).

Existem diversos fatores que devem ser observados para que se inicie o cultivo das ostras, pois eles podem influenciar em seu crescimento e na qualidade de sua carne. Dentre esses podemos citar a temperatura, a salinidade, variação de maré (que influencia na salinidade), coliformes termotolerantes, oxigênio dissolvido (OD), pH, turbidez, entre outros. Em alguns casos a variação de determinados elementos podem influir na sexualidade dos organismos. As condições ambientais devem ser bem favoráveis para o cultivo das ostras, tanto do ponto de vista econômico quanto da saúde dos consumidores.

Além das preocupações relativas às condições físico-químicas da água onde será realizado o cultivo, devem ser observados os efluentes gerados pelo mesmo. Por se tratar de uma atividade que depende de energia e do aporte de nutrientes para continuidade de sua produção, a mesma gera resíduos que precisam ser removidos, a fim de que haja o equilíbrio do sistema, não permitindo que o mesmo entre em declínio (HENRY-SILVA; CAMARGO, 2006).

A intensificação da ostreicultura pode gerar alguns impactos ambientais; entre eles está a não absorção das conchas pelo meio, o que pode acarretar o assoreamento no local. Em Santa Catarina se iniciou um projeto relacionado ao destino final desses resíduos de ostreicultura, tendo em vista que o estado é o maior produtor brasileiro de uma das espécies de ostra. Este projeto apresenta diversas utilizações para o carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) extraído das conchas, como: remoção de fosfatos (KWON et al., 2003); na área de construção civil (YOON et al., 2002); na indústria farmacêutica; ração animal (SILVA; SANTOS, 2000) e indústria de plástico (BOICKO et al., 2004)(BOCCHESI et al., 2008).

### **Utilização de índices**

A utilização de índices facilita a interpretação dos diversos parâmetros, por meio da sintetização desses em um único número. Além dessa vantagem, também facilita a comunicação e compartilhamento dos resultados com o público não técnico (ANA, 2009; CETESB, 2003; ELMIRO et al., 2005; PIASENTIN, 2009). A perda das interações entre

os indicadores e, também, a perda das informações de cada parâmetro individualmente, transforma tal vantagem em desvantagem (CETESB, 2003; ELMIRO et al., 2005).

Essa perda de informações foi identificada por Flores (2002 apud SILVA, 2004) como uma deficiência na criação de índices de água, denominando-a de efeito eclipse. Esse efeito ocorre quando uma variável não demonstra de maneira efetiva a condição real de degradação do ambiente, isso acontece em decorrência da atenuação de cada parâmetro na composição do índice. Esse fenômeno também foi citado por Smith (1990) que propõe a obtenção do índice através do operador mínimo, obtendo os resultados de maneira mais simples e reduzindo o efeito eclipse, fato que, de acordo com o autor, não foi alcançado com métodos matemáticos mais sofisticados. O referido autor também salienta que a qualidade apropriada de um corpo hídrico é dada por meio do seu parâmetro mais inferior e sugere a sua utilização como índice final; tal proposta corrobora com a ideia do nutriente-limitante, onde um parâmetro analisado determina a condição do corpo hídrico, como, por exemplo, no caso de estudos relacionados à eutrofização.

Com base nos estudos elaborados por Smith (1990), entre outros; Silva (2004) criou um novo índice denominado  $IQA_{PVA}$ , voltado para proteção da vida aquática e identificação da poluição proveniente de esgoto doméstico. Em seu cálculo, Silva (2004) e Silva e Jardim (2006) propuseram a utilização de dois parâmetros que são considerados mais importantes para identificação dos fatores supracitados, são eles: amônia total e oxigênio. A obtenção do índice parte do mesmo princípio para definição do Índice de Estado Trófico (IET), em que o cálculo é feito com base na variável mais degradada, ou seja, operador mínimo. Para confirmar a confiabilidade dos resultados obtidos pelo  $IQA_{PVA}$ , esses foram comparados aos do  $IQA_{CETESB}$ ; e suas respostas foram favoráveis, sendo, inclusive, mais restritivo em algumas ocasiões (SILVA, 2004; SILVA; JARDIM, 2006). Nesse caso, o  $IQA_{PVA}$  pode ser visto como uma ferramenta complementar para obtenção de dados relativos à proteção da vida aquática.

O cálculo do  $IQA_{PVA}$  é realizado por meio da equação 1:

$$IQA_{PVA} = \text{Min} (Amônia Total_n, OD_n) \quad (\text{eq.1})$$

O  $IQA_{PVA}$  representa o índice de qualidade da água para proteção da vida aquática;  $Amônia Total_n$  representa a concentração normalizada de amônia e  $OD_n$  concentração normalizada de oxigênio dissolvido. O valor do índice é representado pelo menor valor normalizado de ambas as variáveis (SILVA; JARDIM, 2006). A curva de normalização de cada parâmetro encontra-se na Tabela 1, abaixo.

**Tabela 1** – Curva de normalização para amônia total e oxigênio dissolvido, com fatores de normalização e estudos da qualidade

Estados da Qualidade	Ótima			Boa		Regular		Ruim		Péssima		
	Fator de Normalização	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
Amônia Total (mg N/L)	<0,01	<0,05	<0,10	<0,20	<0,30	<0,40	<0,50	<0,75	<1,00	≤1,25	>1,25	
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	≥7,5	>7,0	>6,5	>6,0	>5,0	>4,0	>3,5	>3,0	>2,0	≥1,0	<1,0	

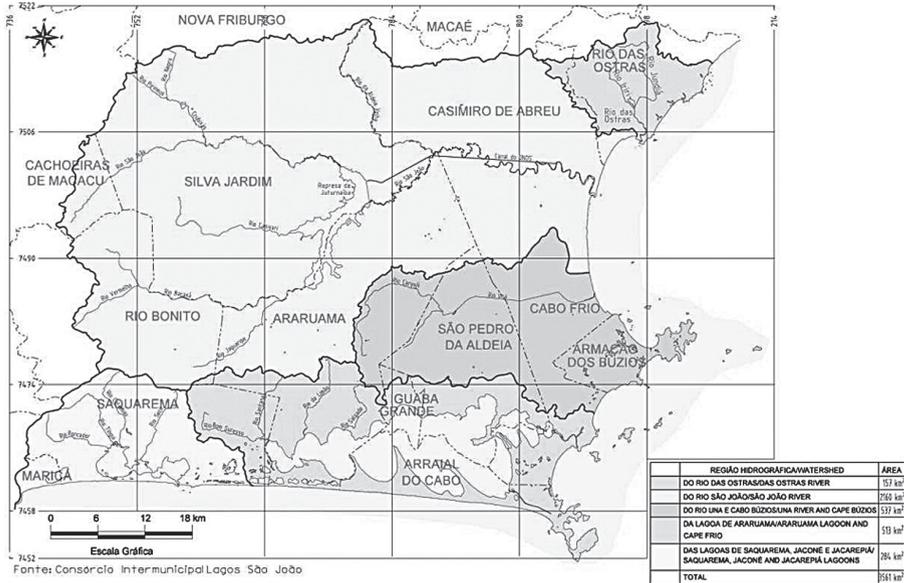
Fonte: Adaptado de Silva; Jardim (2006)

Os parâmetros amônia total e oxigênio dissolvido foram escolhidos tendo em vista o caráter tóxico do primeiro para as comunidades aquáticas, alterando sua capacidade reprodutiva, de crescimento, de comportamento, entre outros. O segundo é essencial para vida aquática e sua ausência pode acarretar mudanças drásticas na biota (SILVA; JARDIM, 2006). Tendo em vista a importância deste para a vida aquática, a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA) estabeleceu níveis de oxigênio dissolvido para manutenção da fauna e flora existentes, sendo eles: de 0 a 2 mg/L, insuficiente; de 2 a 4 mg/L, poucas espécies de peixes sobrevivem; de 4 a 7 mg/L, aceitável para peixes de água quente e de 7 a 11 mg/L, ideal para peixe de água fria (EPA, 1986).

O referido índice também foi utilizado por Frinhani e Carvalho (2010), que o utilizou para realização de um monitoramento no rio do Tigre, em Santa Catarina; por Goetz et al. (2009), que o aplicaram no rio Extrema, em Goiás; por Scheffer et al. (2010), que também se utiliza do índice como complemento para suas análises no rio Pitangui, no Paraná.

## Metodologia

Com base em relatos fornecidos pelos pescadores da Associação Livre dos Aquicultores da Bacia Hidrográfica do Rio São João (ALA), que informavam não obter êxito no cultivo de ostras no estuário do rio, buscou-se informações que pudessem justificar tal fato. O ponto analisado foi exatamente o local onde há o cultivo, compreendido nas latitudes e longitudes em UTM (*Universal Transverse Mercator*): 192346.39 m E e 7499730.06 m S da zona 24 K. A Figura 1, abaixo, representa a área de abrangência do Comitê de Bacias, com a representação da referida bacia.

**Figura 1** – Área de abrangência do Consórcio Intermunicipal Lagos São João

Fonte: Bidegain e Pereira (2005)

Foram realizadas 7 (sete) campanhas mensais de novembro de 2011 a maio de 2012, de onde foram coletadas amostras para análise do oxigênio dissolvido e amônia total. Para a realização das campanhas foram utilizados materiais como: caixa de isopor; frascos para acondicionamento das amostras; canetas para retroprojektor para identificação das amostras; luvas de borracha; GPS modelo GARMIN e Trex Vista e máquina fotográfica. Em seguida foram realizadas mais 8 (oito) campanhas semanais para coleta de amostras para análise bacteriológica, conforme solicitado pela Resolução CONAMA 357/2005. Para realização dessas campanhas foram utilizados os mesmos materiais citados anteriormente, com a substituição dos frascos para acondicionamento das amostras pelos estéreis para análise microbiológica.

As análises foram realizadas no laboratório de Tecnologia em Serviços Ambientais (TESALAB), de acordo com *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2005). Com base na referida norma foram obtidos: oxigênio dissolvido (OD) e amônia total. A quantificação de *Escherichia coli* foi obtida através do método colilert®, com a utilização de cartelas com 97 cavidades e substrato como reagente para obtenção dos resultados, conforme preconiza o referido método, além de estufa para cultura e bacteriologia, câmara de fluxo laminar, estufa para esterilização e secagem 200°C 81 L e autoclave vertical.

Os resultados obtidos foram compilados em planilhas do Excel 2007 para obtenção do Índice de Qualidade da Água para Proteção da Vida Aquática (IQA<sub>PVA</sub>),

que classifica as amostras em 5 categorias, levando em consideração o valor mínimo do fator de normalização obtido em cada parâmetro analisado (OD e amônia total). Essa categorização é baseada no índice de qualidade da água elaborado pela CETESB. Para as análises de coliformes fecais (*Escherichia coli*), foi realizado o cálculo do percentual 90% e a média geométrica, para auxílio no enquadramento do referido ponto de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005).

## Resultados e discussão

Abaixo se encontram as tabelas com os resultados de oxigênio dissolvido e amônia (Tabela 2), obtidos nas 7 (sete) campanhas e *Escherichia coli* (Tabela 3), obtidas nas 15 campanhas.

**Tabela 2** – Resultados de oxigênio dissolvido e amônia no ponto 6 e suas respectivas campanhas

OD (mg O <sub>2</sub> /L)	Amônia Total (mg/L)	Período
6,8	0,6	Novembro
6	0,5	Dezembro
7,2	0,4	Janeiro
7	0,2	Fevereiro
7	0,5	Março
7	0,3	Abril
3,8	0,2	Maiο

Fonte: Elaborado pelas autoras

**Tabela 3** – Quantificação de *E. coli* no ponto 6 e suas respectivas campanhas

<i>E. coli</i> (NMP/100ml)	Data
2100	Novembro
10	Dezembro
8,6	Janeiro
850	Fevereiro
6700	Março
1400	Abril
310	Maiο
420	Junho
20.000	2/ago
11.000	7/ago
6.900	16/ago
8.600	21/ago
7.500	28/ago
3.500.000	4/set

Fonte: Elabora pelas autoras

Com base nos resultados de oxigênio dissolvido e amônia, obtiveram-se os seguintes valores de  $IQA_{PVA}$  e suas respectivas categorizações (Tabela 4).

**Tabela 4** – Resultados do IQAPVA com respectiva categorização

$IQA_{PVA}$	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió
$NH_3(N)$ - I 1	30	40	50	70	40	60	70
$OD(N)$ - I 2	80	70	90	90	90	90	40
Menor de I 1 e I 2	30	40	50	70	40	60	40
Categoria	Ruim	Regular	Regular	Boa	Regular	Boa	Regular

Fonte: Elaborada pelas autoras

Após análise das tabelas 1, 2, 3 e 4, é possível observar uma baixa variação tanto nos níveis de oxigênio dissolvido quanto nos níveis de amônia total; com exceção da última coleta (Maio), na qual o nível de OD apresentou um resultado bem abaixo em comparação com os meses antecedentes. Níveis baixos de OD podem ocasionar estresse aos organismos, ou até mesmo a morte, se os mesmos forem expostos a longos períodos nestas condições, além de poderem ocasionar uma redução na alimentação, o que deixaria os organismos suscetíveis a enfermidades e ao ataque de predadores (RAMOS; CASTRO, 2004). Com relação aos resultados obtidos desse parâmetro, apesar de ter seu nível favorável para o cultivo entre 2 e 5 mg/L (REYS, 1995) e ter influenciado a categorização do índice em apenas uma campanha, de acordo com a resolução CONAMA 357/2005 os níveis de OD não devem ser inferiores a 5 mg/L  $O_2$  em qualquer amostragem realizada.

Das 7 (sete) coletas realizadas para obtenção dos resultados do índice, pode-se observar que o parâmetro amônia total ( $NH_3$ ) foi o fator limitante em 6 (seis) destas. Apenas o mês de maio apresentou o oxigênio dissolvido como operador mínimo, tendo em vista sua brusca queda no referido mês.

A presença de amônia no sistema aquático pode ocorrer em decorrência da excreção dos próprios peixes ou da decomposição de matéria orgânica através da ação microbiana. Esse fator também pode ocasionar a morte dos organismos ou causar um aumento na incidência de doenças (AUGUSTO, 2004). Brion e Brillen (2000) identificaram que outra forma de contaminação dos corpos hídricos por amônia seria o lançamento de esgoto *in natura* em áreas com alta densidade populacional. A EPA (1999) estabeleceu níveis de concentração consideradas de toxicidade aguda (36,1 mg N/L) e toxicidade crônica (3,21 mg N/L). Cabe ressaltar que a toxicidade aguda é influenciada pelo pH e pela espécie ictiológica encontrada no local e para toxicidade crônica a

influência está nos valores de pH e temperatura. A Resolução CONAMA 357/05, em sua tabela VII determina os padrões de qualidade para água salobra de Classe 1. Na mesma é especificado o parâmetro nitrogênio amoniacal total, que deve ter valor máximo até 0,40 mg/L N (BRASIL, 2005). De acordo com os valores obtidos nas amostragens, podemos observar que o ponto de cultivo encontrou-se no limite em 1 (uma) amostragem e ultrapassou-o em 3 (três).

É possível observar que, em sua maioria, a qualidade da água encontra-se categorizada como “REGULAR” para proteção da vida aquática, tendo no mês de novembro a mais baixa categorização (RUIM) e nos meses de fevereiro e abril os seus melhores resultados, podendo ser classificada como “BOA”.

Com relação às análises de *Escherichia coli*, pode-se observar um aumento a partir da primeira coleta de agosto, com significante acréscimo no início de setembro. Tamaña discrepância foi identificada em decorrência da impossibilidade de realização da leitura da cartela, sendo necessária a realização dessa em diluição utilizada para efluente. Tal fenômeno também foi identificado por Volckër (2007), que verificou os maiores valores de coliformes entre os meses de agosto e outubro. A Resolução CONAMA 357/05 estabelece limites máximos de coliformes num mínimo de 15 amostras, onde a média geométrica dos resultados obtidos não pode exceder 43 por 100 ml. Estabelece também que o percentil 90% não deverá ultrapassar 88 por 100 ml (BRASIL, 2005). Com base nos resultados obtidos nas campanhas realizadas se pode concluir que o ponto estudado não atende os parâmetros exigidos pela resolução para cultivo de moluscos bivalves, tendo em vista termos atingido como resultados de percentil 90% o valor de 17.300, ultrapassando em, aproximadamente, 200 vezes o valor máximo permitido pela legislação; a média geométrica apresentou resultado de 2.205, ultrapassando em, aproximadamente, 50 vezes o limite máximo estabelecido.

A Instrução Normativa Interministerial nº 7, de 8 de maio de 2012 estabelece que “quanto à definição de critérios e padrões microbiológicos para alimentos é indispensável às Boas Práticas de Produção de Alimentos e Prestação de Serviços na área da Alimentação”. A mesma delimita para coliformes fecais um valor máximo de 102 NMP/g para moluscos (ANVISA, 1997). Se tomarmos como base o apresentado por Barros *et al.* (1995), em que ele relata que as ostras são capazes de acumular até 75% das bactérias presentes no meio, verificaríamos uma concentração muito superior ao limite máximo estabelecido pela portaria na maioria das coletas.

A região escolhida para o cultivo das ostras sofre grande influência da variação de maré, tendo em vista que a mesma se localiza a, aproximadamente, 2,1 km da foz. Silva e Manolla (2011) identificaram, através de estudos de condutividade, a intrusão salina a, pelo menos, 6 km a montante da foz; já Volckër (2007) identificou a intrusão a uma distância de 14 km a montante da foz. O mesmo autor observou em suas análises

uma grande variação na salinidade próxima a área de cultivo das ostras, com valores mínimos de 0,0 ‰ e máximos de 35,3 ‰, o que classificaria o referido ponto, em alguns momentos, como água doce e em outros como salina (BRASIL, 2005). Das 24 amostragens realizadas por ele, todavia, 17 podem ser classificadas como salobras, de acordo com artigo 2º, Inciso II, da Resolução CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005). Esse fenômeno também foi identificado por Souza (2011), que observou uma grande variação de salinidade na região, porém em sua maioria também pode ser incluída na classificação salobra. A salinidade tem grande importância para aquicultura, não só pelo fato da regulação osmótica, mas também pela concentração de íons de amônia (VOLCKÈR, 2007).

### **Conclusões**

Pode-se concluir, por meio dos resultados obtidos pelo índice de qualidade da água para proteção da vida aquática (IQA<sub>PVA</sub>), que o local não é “bom” para aquicultura, tendo em vista ter apresentado categorização “regular” na maioria das campanhas, apenas apresentando resultado favorável ao cultivo em 28% dessas. Tendo em vista a expectativa de utilização do ponto estudado para realização de cultivo de ostras, recomenda-se o enquadramento da água neste trecho do estuário como Classe 1, com base no que preconiza o artigo 6º, inciso II, alínea “c” da Resolução CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005).

Com base nos resultados obtidos e comparando-os à Resolução 357/2005 e a Instrução Normativa nº 7, infere-se que não é recomendável o cultivo de moluscos bivalves na região, tendo em vista os altos valores obtidos para *Escherichia coli*, com o agravante de se tratar de um organismo filtrador que, muitas vezes, é consumido sem nenhum tipo de cozimento.

Com relação à amônia, também não se recomenda o cultivo no local, pois conforme observado, ela apresentou seu resultados acima do permitido pela Resolução 357/2005.

Em se tratando do lento crescimento dos organismos e a alta mortalidade, ambos relatados pelos pescadores da Associação Livre dos Aquicultores (ALA), recomenda-se uma continuação dos estudos, com acompanhamento dos parâmetros cruciais para obtenção de melhores resultados no cultivo, uma análise aprofundada das ostras cultivadas no local e, também, um acompanhamento das técnicas de manejo que são utilizadas.

### **Referências**

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21th Edition. Washington, DC: APHA, 2005.

ANA. Agência Nacional de Águas. Indicadores de Qualidade: Introdução. 2009. Disponível em: <<http://pnqa.ana.gov.br/IndicadoresQA/introdu%C3%A7%C3%A3o.aspx>> Acesso em: 14/08/2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Portaria 451, de 22 de setembro de 1997. Diário Oficial da União, Brasília, n. 182, p. 21005-21012, 1997. Seção 1.

AUGUSTO, C. P. F. Avaliação de efluentes provenientes do cultivo de “camarão marinho” *Litopenaeus vannamei* (Bonne, 1931), utilizando a “ostra nativa” *Crassostrea rhizophora* (Guilding, 1828) como biofiltro. 35f. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2004.

BARROS, R. T. de V.; CHERNICHARO, C. A. de L.; HELLER, L.; SPERLING, M. V. Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios. 1ª. ed. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995.

BENIGNO, E.; SAUNDERS, C.; WASSERMAN, J.C. Estudo dos Efeitos da Renaturalização no Regime Hídrico do Baixo Curso do Rio São João. Consórcio Intermunicipal Lagos São João e Fundo Mundial para Natureza (WWF), 48p., 2003.

BIDEGAIN, P.; PEREIRA, L.F.M. Plano da Bacia Hidrográfica da Região dos Lagos e do Rio São João. Consórcio Intermunicipal para Gestão das Bacias Hidrográficas da Região dos Lagos, Rio São João e Zona Costeira, 153p., 2005.

BOCCHESI, D. C. F.; ARAÚJO, E. M.; SANT’ANNA, F. S. P. Projeto valorização dos resíduos da maricultura. Sub-projeto 5: eliminação de matéria orgânica de conchas de ostras por processo biológico. Versão 1, Florianópolis, 2008.

BOICKO, A. L.; HOTZA, D.; SANT’ANNA, F. S. P. A. Utilização de Conchas Provenientes da atividade de Ostreicultura no Distrito de Ribeirão da Ilha, Florianópolis, SC, Brasil, como Matéria Prima: aspectos ambientais e tecnológicos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE QUALIDADE AMBIENTAL, 4., 2004, Porto Alegre. Anais...

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) Resolução n. 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. DOU 18.03.2005; ret 09.05.2005.

BRION, N.; BILLEN, G. Wastewater as a Source of Nitrifying Bacteria in River Systems: The case of The river Seine Downstream from Paris. Wat. Res., v. 34, n. 12, p. 3213-3221, 2000.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Índices. 2003. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice.asp>>. Acesso em: 20 set. 2010.

CUNHA, S.B.; FREITAS, M.W.D. Geossistemas e Gestão Ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio São João – RJ. GEOgraphia, Rio de Janeiro, v.6, n.12, 2004.

ELMIRO, M.A.T.; FREITAS, C.R.; DUTRA, L.V.; ROSA, G. Análise da Redução do Índice de Qualidade da Água (IQA) utilizando Ambientes de Geoprocessamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 22., 2005, Macaé.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY OF UNITED STATE (USEPA). Ambient Water Quality Criteria for Dissolved Oxygen – EPA 440586003, Washington, DC, 1986.

EPA. (1999, a). Update of ambient Water Quality Criteria for Ammonia, 822-R- 99-014. USA: Environment Protection Agency, 1999.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Departamento de Pesca Y Acuicultura de La FAO. Organización de las Naciones Unidas para La Alimentación Y La Agricultura, 2012.

FAO. El Estado Mundial de La Pesca Y La Acuicultura. Fishery and Aquaculture Statistics. Yearbook, 2008.

FRINHANI, E. M. D.; CARVALHO, E. F. Monitoramento da qualidade das águas do rio do Tigre , Joaçaba, SC. UNOESC & Ciência – ACET, Joaçaba, v. 1, n. 1, p. 49-58, 2010.

GOMES, R.S; ARAÚJO, R.C.; NETO, M.P.D. Contribuição da Ostricultura para a Formação da Renda Familiar: estudo de caso do projeto de ostricultura comunitário da Fundação Alphaville, Eusébio – Ceará. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 46., 2008, Rio Branco.

HENRY-SILVA, G.G; CAMARGO, A.F.M. Efficiency of aquatic macrophytes to treat Nile tilapia pond effluents. Scientia Agricola, v.63, n.5, p. 417-513, 2006.

KWON, H. B.; LEE, C. W.; JUN, B. S.; YUN, J. D.; WEON, S. Y.; KOOPMAN, B. Recycling

waste oyster shells for eutrophication control. Resources, Conservation and Recycling, Masan, Coréia Do Sul, n. 41, p.75- 82, 20 ago. 2003.

LENZ, T.M. Biologia reprodutiva da ostra-do-mangue Crassostrea rhizophorae (Guilding, 1828) (Bivalvia: Ostreidae) como subsídio à implantação de ostreicultura na Baía de Camamu (BA). 2008. 54 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Aquáticos Tropicais – Ecologia) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2008.

MPA. Ministério da Pesca e Aquicultura. 2011. O potencial brasileiro para aquicultura. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/index.php/aquiculturampa/informacoes/potencial-brasileiro>>. Acesso em 8 out. 2012.

PIASENTIN, A.M.; SEMENSATTO JUNIOR, D.L.; SAAD, A.R.; MONTEIRO JUNIOR, A.J.; RACZKA, M.F. Índice de Qualidade da Água (IQA) do Reservatório Tanque Grande, Guarulhos (SP): Análise Sazonal e Efeitos do Uso e Ocupação do Solo. Geociências, São Paulo, v. 28, n. 3, p. 305–317, 2009.

PORTELLA, C.G. Avaliação da qualidade da ostra nativa Crassostrea brasiliiana congelada em concha em função da composição química e análise sensorial. 2005. 66 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

PRIMO, P.B.S; VÖLCKER, C.M. Bacias hidrográficas dos rios São João e das Ostras: águas, terras e conservação ambiental. Rio de Janeiro: Consórcio Intermunicipal para Gestão das Bacias Hidrográficas da Região dos Lagos, Rio São João e Zona Costeira, 170p, 2003.

RAMOS, R. S.; CASTRO, A. C. L. de. Monitoramento das variáveis físico-químicas no cultivo de Crassostrea rhizophorae (Mollusca) (Guilding, 1928) no estuário de Paquatua – Alcântara/MA, Brasil. Boletim do Laboratório de Hidrobiologia, v. 17, p. 19-27. 2004.

REIS, R. B.; CARDOSO, P. V.; CRUZ, C. B. M.; VICENS, R. S. Classificação do uso e cobertura do solo da APA do São João em uma abordagem orientada a objeto. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009, Natal. Anais...

REYES, L. M. A. Fundamentos de acuicultura marina. Santafé de Bogotá, 1995. 225 p.

RIOS, E.C. Seashells of Brazil. Rio Grande, Universidade do Rio Grande. 2a ed. 1994. 368p.

SCHEFFER, E. W. O; RIBICKI, A. C.; VIANA, A. G. Avaliação das águas do rio Pitangui através da aplicação de índices de qualidade. Terra Plural, Ponta Grossa, v.4, n. 2, p. 167-177, 2010.

SERRA, R.; TERRA, D.; PONTES, C. Os municípios petro-rentistas fluminenses: gênese e ameaças. Revista Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, n. 18-19, p. 59 – 85, 2006.

SILVA, D. D.; MANOLLA, H. C. Implantação de Laboratório de Monitoramento da Qualidade de Água da Bacia Hidrográfica da Região VI do Estado do Rio de Janeiro – produção e socialização de informações para a Rede Solidária da Pesca (REDESCA). Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, 2011.

SILVA, C.C.; SILVA, J.C. Cultivo de Ostras. 2007. 20 f. Dossiê Técnico, Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

SILVA, G.S. Avaliação do Estado de Degradação e Capacidade de Suporte da Bacia do Rio Atibaia – Região de Campinas/Paulínia-SP. 2004. 178 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

SILVA, G.S.; JARDIM, W.F. Um Novo Índice de Qualidade das Águas para Proteção da Vida Aquática Aplicado ao Rio Atibaia, Região de Campinas/Paulínia – SP. Química Nova, v.29, n.4, p. 689–694, 2006.

SILVA, J. H. V.; SANTOS, V. J. Efeito do carbonato de cálcio na qualidade da casca dos ovos durante a muda forçada. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 29, n. 5, p. 1440-1445, 2000.

SILVA, A. I. M.; VIEIRA, R. H. S. F.; MENEZES, F. G. R.; FONTELES-FILHO, A. A.; TORRES, R. C. O.; SANT'ANNA, E. S. Bactéria of fecal origin in mangrove oysters (*Crassostrea rhizophorae*) in the cocó river estuary, Ceará state, Brazil. Brazilian Journal of Microbiology, v.34, p. 126-130, 2003.

SIQUEIRA, K.L.F. Avaliação do Sistema de Cultivo de Ostra do Gênero Crassostrea (Sacco, 1897) no Estuário do Rio Vaza-Barris (Sergipe). 2008. 77 f. Dissertação (Mestrado em Saúde e Ambiente) – Universidade Tiradentes, Aracaju, 2008.

SMITH, D. G. A better water quality indexing system for river and streams, Water Res, v.24, n.10, 1237-1244, 1990.

SOUZA, G. L. Modelagem matemática aplicada ao estudo da intrusão salina no baixo curso do rio São João. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Macaé, 2011.

STORER, T.I.; USINGER, R.L.; STEBBINS, R.C.; NYBAKKEN, J.W. Zoologia Geral. 6. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2000. p. 416–443.

VINATEA, L. A. Qualidade da água na carcinicultura. Revista ABCC, Recife, v. 4, n. 3, dez. 2002

VOLCKËR, C. M. Determinação do potencial para aquicultura na região do baixo São João – RJ, apoiado em SIG e sensoriamento remoto. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências do Mar) – Universidade Santa Úrsula, Rio de Janeiro, 2007.

VOLCKËR, C. M.; SCOTT, P. SIG e Sensoriamento Remoto para determinação do potencial da aquicultura no baixo São João-RJ. Revista Eletrônica Sistemas & Gestão, v. 3, n. 3, p. 196-215, 2008.

YOON, Gil-Lim. Chemical–mechanical characteristics of crushed oyster-shell. Waste Management, Ansan City, Coréia Do Sul, n. 23, p.825-834, 16 out. 2002.