

UNIVERSIDADE VILA VELHA - ES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA DE ECOSISTEMAS

**SELEÇÃO DE ÁREAS PARA A INSTALAÇÃO DE
TANQUE-REDE PARA CRIAÇÃO DO BEIJUPIRÁ
(*Rachycentron canadum*) NO LITORAL SUL DO
ESPÍRITO SANTO**

GABRIEL CARVALHO COPPO

VILA VELHA
FEVEREIRO DE 2019

UNIVERSIDADE VILA VELHA - ES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA DE ECOSISTEMAS

**SELEÇÃO DE ÁREAS PARA A INSTALAÇÃO DE TANQUE-
REDE PARA CRIAÇÃO DO BEIJUPIRÁ (*Rachycentron*
canadum) NO LITORAL SUL DO ESPÍRITO SANTO**

Dissertação apresentada à
Universidade Vila Velha, como pré-
requisito do Programa de Pós-
Graduação em Ecologia de
Ecossistemas, para a obtenção do grau
de Mestre em Ecologia.

GABRIEL CARVALHO COPPO

VILA VELHA
FEVEREIRO DE 2019

Catálogo na publicação elaborada pela Biblioteca Central / UVV-ES

C785s Coppo, Gabriel Carvalho Coppo.
Seleção de áreas para a instalação de tanque-rede para criação do beijupirá (*Rachycentron canadum*) no litoral sul do Espírito Santo / Gabriel Carvalho Coppo. – 2019.
76 f. : il.

Orientador: Levy de Carvalho Gomes.
Dissertação (mestrado em Ecologia de Ecossistemas) -
Universidade Vila Velha, 2019.
Inclui bibliografias.

1. Ecologia. 2. Peixe - Criação. I. Gomes, Levy de Carvalho.
II. Universidade Vila Velha. III. Título.

CDD 577

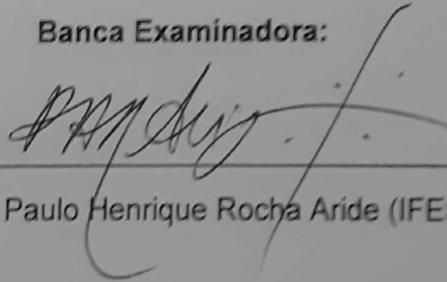
GABRIEL CARVALHO COPPO

SELEÇÃO DE ÁREAS PARA A INSTALAÇÃO DE TANQUE-REDE
PARA CRIAÇÃO DO BEIJUPIRÁ (*Rachycentron canadum*) NO
LITORAL SUL DO ESPÍRITO SANTO

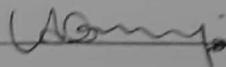
Dissertação apresentada à Universidade
Vila Velha, como pré-requisito do
Programa de Pós-Graduação em
Ecologia de Ecossistemas, para
obtenção do grau de Mestre em
Ecologia.

Aprovado em 18 de fevereiro de 2019,

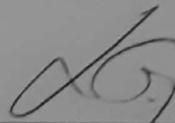
Banca Examinadora:



Prof. Dr. Paulo Henrique Rocha Aride (IFES)



Profa. Dra. Ana Carolina Srbek de Araujo (UVV)



Prof. Dr. Levy de Carvalho Gomes (UVV)
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Levy de Carvalho Gomes, por todo o apoio, conhecimento passado, confiança depositada em mim, todas as oportunidades oferecidas para crescer como profissional, incentivos para sempre dar o meu melhor nas análises, nas disciplinas e alçar voos mais altos, e por todos os ensinamentos que levarei não só no âmbito profissional, mas também para minha vida pessoal.

Aos demais professores integrantes do corpo docente do Programa de Ecologia de Ecossistemas da Universidade Vila Velha – UVV, por todo o conhecimento passado, apoio e incentivo.

À Universidade Vila Velha – UVV, pelo incentivo e estrutura de qualidade que proporcionaram o desenvolvimento do trabalho, além de ter se tornado minha segunda casa.

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo – FAPES, pela concessão da bolsa e do financiamento do projeto de pesquisa do qual essa dissertação faz parte.

Aos meus pais, André Coppo e Tereza Coppo, que sempre me apoiaram e confiaram na minha capacidade, não só durante a realização deste trabalho, mas durante toda minha caminhada de vida.

Aos amigos que fizeram parte do Laboratório de Ictiologia Aplicada – LABPEIXE, que me apoiaram desde o início da minha caminhada e contribuíram para o desenvolvimento e conclusão deste trabalho. Adriana Chippari, Aline Gomes, Karla Giavarinni, Jéssica Dandara, Laís Frigini, Larissa Souza, Lívia Sperandio, Taciana Miranda e Tatiana Miura, obrigado por todos o companheirismo, ensinamentos, toda a ajuda e apoio que sempre me deram, e pelos ótimos momentos de diversão em laboratório, em coletas, em congressos, em todos os lugares. Em especial à Bárbara Chisté, Dandara Cabral e Julia Merçon, que mais do que nunca estiveram mais próximas de mim não só em relação aos idas a campo e rotina de laboratório, mas em relação a tudo na

minha vida, e se tornaram pessoas que fazem parte do meu coração, com as quais aprendi e aprendo muito sobre coisas que vão além da ciência e pesquisa.

Aos demais amigos que conheci durante o período de realização do Mestrado, aos que me aproximei mais, e aos amigos que estiveram comigo desde o início da caminhada, mesmo que hoje fora do ambiente acadêmico. Bruna Faé, Flávio Curbani, Giovanna Colnago, Joivan Júnior, Laura Magalhães, Luiza Furlan, Kamila Bernardi, Karina Santos, Karoline Serpa, Maria Rosa Salvatti e Wesley Rangel, que sempre me apoiaram, e estiveram dispostos a me ajudar em todas as situações, mesmo ocupados com seus projetos, e até mesmo alguns não estando mais vinculados a instituição. Obrigado por toda a ajuda, carinho e pelos ótimos momentos que passamos juntos.

À Clarisse Arpini e Luciano, do Laboratório de Microbiologia Geral da Universidade Vila Velha – UVV, pela disponibilidade em ensinar e ajudar na realização das análises microbiológicas durante a realização deste trabalho.

Ao Luiz Augusto Altenburg Gomes, pela ajuda e colaboração nas análises e elaboração dos mapas resultantes deste trabalho.

Ao Jaldemar por nos acompanhar nas coletas, por toda sua ajuda e carisma sempre.

A todos os funcionários do Biopráticas, pela disponibilidade em ajudar em tudo que fosse possível.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	iv
LISTA DE FIGURAS.....	v
RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	vii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	4
3.1. Aquicultura Marinha.....	4
3.2. Consumo do Pescado.....	5
3.3. Organismo Estudado: <i>Rachycenton canadum</i>	6
3.4. Toxicidade e Biomonitoramento Ambiental.....	7
3.5. Uso do Mapeamento em SIG na aquicultura.....	8
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	10
4.1. Área de Estudo.....	10
4.2. Avaliações dos parâmetros físico-químicos.....	11
4.3. Teste do Ouriço.....	12
4.4. Análises Microbiológicas.....	13
4.5. Desenvolvimento do mapa de aptidão.....	15
4.6. Análise de Dados.....	12
5. RESULTADOS	16
5.1. Parâmetros físico-químicos da água.....	12
5.2. Análises microbiológicas.....	12
5.3. Análise toxicológica.....	12
6. DISCUSSÃO.....	16
7. CONCLUSÃO.....	16
8. REFERÊNCIAS.....	18

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** Valores médios, desvio padrão (DP), máximo e mínimo de cada um dos parâmetros utilizados na seleção de área. Prof = Profundidade (m), F = Fósforo Total (mg/L), CA = Clorofila A ($\mu\text{g/L}$), SS = Sólidos em Suspensão (mg/L), S = Salinidade (ppt), OD = Oxigênio Dissolvido (mg/L), T = Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), TURB = Turbidez (NTU), CTo = Coliformes Totais (número de réplicas positivas), CTe = Coliformes Termotolerante (número de réplicas positivas), Des. = Desenvolvimento larval de *E. lucunter* (%). (*) os valores de Coliformes Totais e Termotolerantes estão expressos em número de réplicas positivas, sendo convertidos utilizando a tabela previamente elaborada pela American Public Health of Water and Wastewater para NMP/mL (APHA, 1985). 19
- Tabela 2** Pesos ponderados atribuídos para cada variável utilizada, seguindo o método proposto por Jha et al. (2017), o range de cada uma das cinco classes de valores obtidos e a viabilidade relacionada ao valor de cada classe estabelecida (Barbieri e Doi, 2012; Benetti et al., 2010; Brasil, 2005; Faulk e Holt, 2006; Holmbeck-Pelham e Rasmussem, 1997; Kapetsky et al., 2013; Liao e Leañó, 2005; Miao et al., 2009; Sampaio et al., 2010; Shaffer e Nakamura, 1989). 19

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** *Rachycentron canadum* Linnaeus, 1766. Fonte: Randall, J.E. retirado de <<http://www.fishbase.org>>, acessado em 23 de maio de 2017.
- Figura 2** Mapa da região de estudo delimitando a localização dos transectos com seus respectivos pontos amostrais.
- Figura 3** Ordenação, pela análise de componentes principais (PCA), dos pontos amostrados ao longo do litoral Sul do Espírito Santo em função das variáveis utilizadas. Prof = Profundidade, Fosf = Fósforo Total, Clorof = Clorofila A, SolSusp = Sólidos em Suspensão, Sal = Salinidade, OD = Oxigênio Dissolvido, Temp = Temperatura, Turb = Turbidez, ColTot = Coliformes Totais, ColTerm = Coliformes Termotolerante, Desenvol = Desenvolvimento larval de *E. lucunter*, Nit = Nitrito
- Figura 4** Mapa de profundidade (m) da área de estudo no litoral sul do Espírito Santo, considerando faixas de viabilidade da instalação de tanques-rede para a criação do beijupirá. As cores na legenda estão relacionadas a viabilidade e ao range apresentados na Tabela 2.
- Figura 5** Mapa da concentração de fósforo total (mg/L) da área de estudo no litoral sul do Espírito Santo, considerando faixas de viabilidade da instalação de tanques-rede para a criação do beijupirá. As cores na legenda estão relacionadas a viabilidade e ao range apresentados na Tabela 2.
- Figura 6** Mapa da concentração de clorofila A ($\mu\text{g/L}$) da área de estudo no litoral sul do Espírito Santo, considerando faixas de viabilidade da instalação de tanques-rede para a criação do beijupirá. As cores na legenda estão relacionadas a viabilidade e ao range apresentados na Tabela 2.

- Figura 7** Mapa da concentração de sólidos em suspensão (mg/L) da área de estudo no litoral sul do Espírito Santo, considerando faixas de viabilidade da instalação de tanques-rede para a criação do beijupirá. As cores na legenda estão relacionadas a viabilidade e ao range apresentados na Tabela 2.
- Figura 8** Mapa de salinidade (ppt) da área de estudo no litoral sul do Espírito Santo, considerando faixas de viabilidade da instalação de tanques-rede para a criação do beijupirá. As cores na legenda estão relacionadas a viabilidade e ao range apresentados na Tabela 2.
- Figura 9** Mapa da concentração de oxigênio dissolvido (mg/L) da área de estudo no litoral sul do Espírito Santo, considerando faixas de viabilidade da instalação de tanques-rede para a criação do beijupirá. As cores na legenda estão relacionadas a viabilidade e ao range apresentados na Tabela 2.
- Figura 10** Mapa de temperatura (°C) da área de estudo no litoral sul do Espírito Santo, considerando faixas de viabilidade da instalação de tanques-rede para a criação do beijupirá. As cores na legenda estão relacionadas a viabilidade e ao range apresentados na Tabela 2.
- Figura 11** Mapa de turbidez (NTU) da área de estudo no litoral sul do Espírito Santo, considerando faixas de viabilidade da instalação de tanques-rede para a criação do beijupirá. As cores na legenda estão relacionadas a viabilidade e ao range apresentados na Tabela 2.
- Figura 12** Mapa da concentração de coliformes totais (NMP/100 mL) da área de estudo no litoral sul do Espírito Santo, considerando faixas de viabilidade da instalação de tanques-rede para a criação do beijupirá. As cores na legenda estão relacionadas a viabilidade e ao range apresentados na Tabela 2.
- Figura 13** Mapa da concentração de coliformes termotolerantes (NMP/100 mL) da área de estudo no litoral sul do Espírito

Santo, considerando faixas de viabilidade da instalação de tanques-rede para a criação do beijupirá. As cores na legenda estão relacionadas a viabilidade e ao range apresentados na Tabela 2.

Figura 14 Mapa de toxicidade ambiental, representada pelo desenvolvimento larval dos organismos de *Echinometra lucunter* (%) da área de estudo no litoral sul do Espírito Santo, considerando faixas de viabilidade da instalação de tanques-rede para a criação do beijupirá. As cores na legenda estão relacionadas a viabilidade e ao range apresentados na Tabela 2.

Figura 15 Mapa final de viabilidade da instalação de tanques-rede para criação do beijupirá na área de estudo, no litoral sul do Espírito Santo.

RESUMO

COPPO, GABRIEL CARVALHO, M.Sc, Universidade Vila Velha – ES, fevereiro de 2019. **SELEÇÃO DE ÁREAS PARA A INSTALAÇÃO DE TANQUE-REDE PARA CRIAÇÃO DO BEIJUPIRÁ (*Rachycentron canadum*) NO LITORAL SUL DO ESPÍRITO SANTO.** Orientador: Levy de Carvalho Gomes.

O rápido desenvolvimento urbano das áreas costeiras e instalações de maricultura, têm gerado preocupação acerca da sustentabilidade e dos usos múltiplos do ambiente marinho. Neste contexto, o Sistema de Informação Geográfica (SIG) é utilizado como uma ferramenta na seleção de áreas adequadas para a maricultura. O beijupirá (*Rachycentron canadum*) é considerada uma espécie com grande potencial como espécie alvo da maricultura no Brasil devido às suas características biológicas. Diante desta situação, este trabalho teve como objetivo selecionar as áreas propícias para a implantação de tanque-rede para a criação do beijupirá no litoral sul do Espírito Santo. Para cumprir tal objetivo, foram avaliados parâmetros físico-químicos, biológicos (profundidade, fósforo, clorofila a, sólidos em suspensão, salinidade, oxigênio dissolvido, turbidez, coliformes totais, coliformes termotoletantes, amônia, nitrito e pH) e a toxicidade da área amostral, que é composta pelos municípios de Guarapari, Anchieta, Piúma, Itapemerim e Marataízes, totalizando aproximadamente 73 Km de costa. Na área foram realizadas coletas bimestrais, durante o período de um ano, onde foram realizadas amostragens em 13 transectos de 3 Km de extensão cada, distantes entre si 5 Km, e compostos por 3 pontos distantes 0,5; 1,5 e 3 Km da costa. Os parâmetros ambientais utilizados para caracterizar a área de estudo sugerem que o litoral sul do Espírito Santo possui áreas de média viabilidade para o desenvolvimento da maricultura e, mais específico para a criação do beijupirá. Totalizando 11.138,60 hectares entre média e alta viabilidade para a realização da maricultura e criação do beijupirá.

Palavras – chave: beijupirá, tanque-rede, seleção de área, maricultura

ABSTRACT

COPPO, GABRIEL CARVALHO, M.Sc, University of Vila Velha – ES, february 2019.
SELECTION OF AREAS FOR THE INSTALLATION OF CAGES FOR THE CREATION OF BEIJUPIRÁ (*Rachycentron canadum*) IN THE SOUTH COAST OF THE ESPÍRITO SANTO. Advisor: Levy de Carvalho Gomes

The rapid development of urban coastal areas and entrepreneurship, such as mariculture, has raised concerns about the sustainability and multiple uses of the marine environment. In this context, the Geographic Information System (GIS) is used as a tool in the selection of suitable areas for mariculture. The beijupirá (*Rachycentron canadum*) is considered a species with great potential as a target species of mariculture in Brazil due to its biological characteristics. In view of this situation, this work aims to select the priority areas for the implantation of cages for the creation of the beijupirá in the southern coast of Espírito Santo. To achieve this objective, the physical-chemical and biological parameters (depth, phosphorus, chlorophyll a, suspended soils, salinity, dissolved oxygen, turbidity, total coliforms, thermotolerant coliforms, ammonia, nitrite and pH) and the toxicity of the evaluated area, which is composed of the municipalities Guarapari, Anchieta, Piúma, Itapemirim and Maratáizes, totaling approximately 73 Km of coast extension. In this sample area, bimonthly collections were carried out during the one-year period, samples were taken in 13 transects of 3 Km, and 5 Km apart from each other, and composed of 3 points distant 0.5; 1,5 and 3 Km from the coast. The environmental parameters used to characterize the study area suggest that the southern coast of Espírito Santo has areas of medium viability for the development of mariculture, and more specific for the creation of the beijupirá. Totaling 11,138.60 hectares between medium and high viability for the realization of mariculture and the creation of beijupirá.

Keywords: beijupirá, caged aquaculture, site selection, mariculture

1. INTRODUÇÃO

A aquicultura é descrita como a atividade de criação de organismos aquáticos com fins comerciais (Landau, 1992), e em sua maior parte é voltada para produção de alimento e criação de peixes ornamentais (Tay, 1977). O aumento desta prática com fins de produção de alimento traz benefícios, como a redução dos impactos nas populações selvagens, além de gerar uma produção mais eficiente e dar apoio econômico as pequenas comunidades pesqueiras (Pillay, 1996).

Uma das maiores questões da atualidade é se a agricultura é capaz de fornecer o necessário em alimentos para a população que só aumenta ao decorrer do século XXI (ONU, 2012). A maior parte da aquicultura realizada no Brasil ocorre em águas continentais, representando cerca de 82% de toda a produção nacional (Brasil, 2012).

A maricultura, entretanto, é a atividade de produzir qualquer organismo marinho, tendo como principais organismos os peixes (piscicultura), mexilhão (mitilicultura) e camarões (carcinicultura) (Furtado, 2004). É uma prática que tem como objetivo aumentar a produção de frutos do mar sem comprometer os ecossistemas e a biodiversidade (ONU, 2012; FAO, 2014). Muitas espécies de peixes são sugeridas como candidatas a maricultura, dependendo da região de interesse e algumas delas já foram cultivadas em sistemas em mar aberto ou estão sendo utilizadas em testes para tal. Dentre as potenciais espécies cita-se o beijupirá (*Rachycentron canadum*) (Kapetsky et al., 2013).

Porém, o rápido desenvolvimento costeiro e de empreendimentos que envolvem o uso de recursos ambientais, como a maricultura, tem gerado preocupação em relação à sustentabilidade e aos múltiplos usos dos recursos marinhos (Jarmon et al., 2004). É nesse contexto que o Sistema de Informação Geográfica (SIG) atua, fornecendo informações importantes para desenvolver abordagens na tomada de decisão sobre o uso de bens naturais (Nath et al., 2000). Por exemplo, o SIG foi utilizado para avaliar e orientar o desenvolvimento de atividades de aquicultura em áreas costeiras na Irlanda e na China (Nobre et al., 2010), e é considerada uma ferramenta adequada para analisar a atividade sinérgica entre os parâmetros físico-químicos e biológicos do ambiente. Além disso, é possível gerar resultados a partir dos quais pode-se orientar as partes interessadas na determinação dos locais mais adequados para a implementação de projetos de maricultura (Gimpel et al., 2015).

Dentre as preocupações ambientais inerentes a prática da maricultura, incluindo aumento na matéria orgânica e acúmulo de metais no sedimento, e eutrofização da coluna d'água (Basaran et al., 2010; Martínez-Porchaz e Martínez-Cordova, 2012). O aporte excessivo de nutrientes provenientes da criação de peixes pode causar mudanças químicas significativas no sedimento e na água, mudanças na composição da comunidade microbológica e no processo de ciclagem de nutrientes (Moncada et al., 2019). Mudanças como essas mostram a importância de se ter estudo de viés ecológico, uma vez que essas mudanças levam a consequências que ocorrem em cadeia e podem afetar o ecossistema local, como contribuir para um *bloom* de dinoflagelados (San Diego-McGlone et al., 2008) e para a depleção de oxigênio no fundo oceânico (Holmer et al., 2003; San Diego-McGlone et al., 2008), gerando condições que não são favoráveis para o crescimento e sobrevivência de macro-organismos bentônicos, eventualmente causando mudanças na fauna e fora dominante (Holmer e Kristensen, 1996)

Portanto, visto que SIG é uma ferramenta de grande importância na implementação e seleção de áreas prioritárias na maricultura e que esta atividade gera parte importante na alimentação da população brasileira, o presente estudo teve como objetivo indicar as áreas mais propícias para a criação de beijupirá em tanques-rede ao longo do litoral sul do Espírito Santo. O presente trabalho foi dividido em duas etapas, onde a primeira consiste na realização de um mapa de sensibilidade e aptidão, a partir das análises dos parâmetros físico-químicos nos pontos amostrais, e a segunda consiste em indicar áreas que são consideradas aptas a criação dos espécimes de *R. canadum* em tanques-rede. Também foram realizadas avaliações do caráter toxicológico dessas áreas para auxiliar na comprovação de sua aptidão para a criação dos organismos.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

O presente estudo teve como objetivo indicar áreas propícias para a implantação de tanque-rede para a criação do beijupirá (*Rachycentron canadum*) no litoral sul do Espírito Santo.

2.2. Objetivos Específicos

- 1) Identificar áreas propícias para a criação do beijupirá em tanque-rede.
- 2) Analisar o potencial toxicológico dos locais propostos para a instalação dos tanques-rede.
- 3) Gerar um mapa de aptidão e sensibilidade para a criação do beijupirá no litoral sul do Espírito Santo.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. Aquicultura marinha

Desde a década de 1990 a atividade pesqueira nos oceanos tem tido grande influência no ecossistema marinho, causando redução no estoque natural de várias espécies de peixes. Isto torna clara a necessidade de se ter alternativas economicamente viáveis e ambientalmente sustentáveis que visem reduzir a pressão exercida sobre os estoques naturais e forneça sustento para comunidades litorâneas tradicionais (Ward e Myers, 2005).

A aquicultura é a atividade de cultivo de vários organismos predominantemente aquáticos, incluindo algas, peixes, moluscos e crustáceos, em um espaço confinado e controlado onde o manejo do processo de criação é importante para o aumento da produção (Oliveira, 2009). O Brasil é um país privilegiado em relação à aquicultura, devido a sua quantidade e riqueza de recursos aquáticos (Roubach et al., 2003). A aquicultura brasileira pode ser dividida em seis setores principais, de acordo com o organismo produzido, e se apoia em três pilares fundamentais: a produção lucrativa, a conservação do ambiente e o desenvolvimento social (Valenti, 2000).

A maricultura é um ramo da aquicultura que engloba a produção de uma ampla variedade de organismos marinhos e estuarinos (FAO, 2010). Este ramo no Brasil é principalmente composto por camarões e moluscos, porém, a produção de macroalgas e de algumas espécies de peixe começaram a ganhar destaque no país (Pereira e Rocha, 2015). O cultivo de peixes marinhos, apesar de sua baixa produção, é uma vertente em ascensão (FAO, 2008), e é apontada desde os anos 2000 como uma solução para atender a demanda comercial em conjunto com a preservação dos estoques naturais de peixes, crustáceos e moluscos (Brandini et al., 2000).

Esta é uma prática que pode ser descrita como uma atividade comercial, tendo por finalidade não apenas o lucro e o desenvolvimento econômico, mas também a segurança alimentar (Rana, 1997). É apontada também como uma alternativa para diminuir a pressão sob os estoques naturais de peixes, crustáceos e moluscos (Tureck e Oliveira, 2003), incorporando características ecológicas (Silva, 2007).

Dentre todas as modalidades, a criação em tanques-rede é um tipo particular de produção de peixes caracterizada pela alta produtividade (Scorvo-Filho et al. 2008). Esta modalidade tem sido utilizada em diversos países, principalmente do sul-asiático (Halwart et al., 2007). No Brasil, programas federais têm incentivado a implantação de

tanques-rede em reservatórios de hidrelétricas (Agostinho et al., 2007), e segundo Boscardin (2008) a produção de peixes em tanque-rede apresenta elevado potencial de desenvolvimento, desde que haja a legalização do uso de espaços da União para a aquicultura.

3.2. Consumo do pescado

Segundo o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária dos Produtos de Origem Animal (RIISPOA), contido no decreto nº 30.691 de 1952, o termo “pescado” tem por definição: peixes, crustáceos, moluscos, quelônios e anfíbios que habitem o meio aquático, seja de água doce ou salgada, destinados ao consumo humano (Brasil, 1952). É um alimento que se destaca por suas qualidades nutricionais, devido à quantidade e qualidade de suas proteínas, presença de vitaminas e minerais e por ser fonte de ácidos graxos essenciais (Sartori e Amancio, 2012). Seu consumo tem aumentado nos últimos anos devido ao seu valor nutricional e à divulgação de estudos que associam seu consumo a melhorias na qualidade de vida (Burger, 2008), uma vez que quando consumidos regularmente trazem benefícios à saúde humana (Sartori e Amancio, 2012). Os peixes destacam-se de outros alimentos de origem animal pois, comparativamente, possuem mais elevadas quantidades de vitaminas A e D, cálcio, fósforo e ferro, além de possuírem alta proporção de ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa e de conterem todos os aminoácidos essenciais (Stansby, 1973; Ababouch, 2005)

Segundo a Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) 2008/2009, realizada pelo IBGE, a aquisição domiciliar *per capita* média do pescado no Brasil foi de 4 Kg por ano. Cada brasileiro adquiriu 1,57 Kg de espécies de água doce e 1,97 Kg de espécies provenientes de água salgada (IBGE, 2010), resultados estes que são reduzidos e não apresentaram aumento expressivo entre 1970 e 2009, ao contrário da tendência mundial na mesma época (Sartori e Amancio, 2012). O consumo do pescado de forma geral é maior nas regiões Norte e Nordeste do Brasil representando 38,1 e 14,6 Kg/pessoa/ano, respectivamente. Já na região Sudeste há o consumo médio de 5,4 Kg/pessoa/ano, sendo destes 0,9 Kg de peixes provenientes de água salgada (IBGE, 2011).

3.3. Organismo estudado: *Rachycentron canadum*

O *Rachycentron canadum* (Linnaeus, 1766) é a única espécie pertencente à família Rachycentridae, e é popularmente chamado beijupirá ou cobia (Figura 1)

(Shaffer e Nakamura, 1989). É um animal que habita ambientes marinhos e de águas salobras, normalmente associados a recifes (Figueiredo e Menezes, 2000; Fishbase, 2017), tanto na zona costeira quanto estuários rasos e a plataforma continental até 1200 metros de profundidade (Shaffer e Nakamura, 1989). Esta espécie apresenta comportamento migratório com ampla distribuição em águas tropicais e subtropicais (Shaffer e Nakamura, 1989; Figueiredo e Menezes, 2000; Benetti, 2003; Fishbase, 2017), ocorrendo sazonalmente em águas temperadas (Briggs, 1960; Shaffer e Nakamura, 1989). Segundo Smith (1995) a alimentação desta espécie se baseia em peixes bentônicos, crustáceos e lulas. Em território brasileiro é encontrado por toda a costa, sendo mais comum em águas tropicais com temperatura entre 17°C e 32°C (Figueiredo e Menezes, 1980; 2000; Fishbase, 2017). A faixa de temperatura entre 27°C e 29°C é considerada ideal para o crescimento e eficiência alimentar de indivíduos juvenis (Sun et al., 2006; Fishbase, 2017).



Figura 1. *Rachycentron canadum* (Linnaeus, 1766). Fonte: Randall, J.E. Retirado de <<http://www.fishbase.org>>, acessado em 23 de maio de 2017.

O beijupirá é uma espécie com alto potencial para o desenvolvimento na aquicultura (Holt et al., 2007; Webb et al., 2007; Radhakrishnan et al., 2018). É considerada uma das espécies mais promissoras no mundo (Benetti et al., 2010; Weiss et al., 2018) devido a diversas características como, por exemplo, alta fecundidade, facilidade de desova em cativeiro (Arnold et al., 2002), ampla tolerância à salinidade e temperatura (Shaffer e Nakamura, 1989; Resley et al., 2006) e alta taxa de crescimento (Weirich et al., 2004), podendo atingir entre 6 e 8 Kg em um ano de cativeiro (Benetti et al., 2010). Também são fatores que contribuem para o sucesso no mercado a qualidade de sua carne e ótimo valor nutricional (Chou et al., 2001; Weiss et al., 2018), além de possuir características que permitem estar inserido na pesca esportiva (Chou et al., 2001).

Sua produção comercial começou nos anos 1990 em Taiwan com a criação de indivíduos juvenis em larga escala (Liao et al., 2001). Sua participação na maricultura tem crescido em escala global (Nhu et al., 2011) e desde 2010 já é criada com sucesso em escala comercial na Índia (Samraj et al., 2011; Gopakumar et al., 2012). Segundo relatórios da FAO (2017), no ano de 2015, apenas China, Vietnã, Panamá e Taiwan tiveram grandes cultivos de beijupirá. Sua introdução na maricultura brasileira é de grande importância para o desenvolvimento da atividade no país, visto que além de pesquisas laboratoriais, há aceitação por parte da classe empresarial, e recentemente se tornou um dos mais importantes peixes marinhos cultivados no Brasil (Sanchez et al., 2013). As zonas com potencial para a produção do beijupirá estão localizadas principalmente em zonas tropicais, entre latitudes 20°S e 30°N, e em grande quantidade em regiões abrigadas no sudeste asiático e norte da Oceania (Weiss et al., 2018).

3.4. Toxicidade e o biomonitoramento ambiental

O ambiente é continuamente atingido por xenobióticos, que são compostos químicos estranhos a um organismo biológico, provenientes de atividades humanas, que podem gerar efeitos adversos e riscos aos organismos e ao ecossistema (Stegeman e Hahn, 1994). Estes poluentes podem atuar de forma sinérgica quando presentes no ambiente, gerando ações tóxicas em diferentes níveis ambientais (Calabrese, 1991).

Áreas costeiras marinhas em todo o mundo são afetadas por descargas de efluentes, especialmente próximas aos grandes centros urbanos (Islam e Tanaka, 2004; Shuval, 2003). Estas regiões são afetadas pelo despejo de grandes quantidades de poluentes e nutrientes todos os dias (Islam e Tanaka, 2004), incluindo grandes quantidades de matéria orgânica e inorgânica, hospedando alta diversidade microbiana (Sophonsiri e Morgenroth, 2004). As águas de abastecimento apresentam risco de serem poluídas por águas residuárias e excretas de origem humana ou de outros animais, podendo conter organismos patogênicos. Portanto, podem ser um meio de transmissão de doenças, e por isso se faz necessário o monitoramento rotineiro destes meios aquáticos, a fim de determinar a sua segurança bacteriológica (CETESB, 2018).

Segundo Barardi et al. (2001) ambientes com atuação da maricultura devem ser constantemente monitorados em relação à qualidade sanitária da água, a fim de

detectar a presença de agentes causadores de doenças. A aplicação de programas de monitoramento nessas áreas é de grande importância, uma vez que os produtos oriundos da maricultura são parte importante da alimentação e seu consumo quando não estão nas condições adequadas pode causar doenças, como a gastroenterite e a hepatite A, surtos de diarreia e doenças infecciosas (Regan et al., 1993; Barardi et al., 2001, Mujika et al., 2003).

A partir dessa situação de aporte de xenobiótico, são realizadas análises ambientais em diversos níveis ecológicos (Bucheli e Fent, 1995). Para a realização de análises de monitoramento da relação entre a presença e a dose de um contaminante e a resposta que este apresenta, são utilizados organismos bioindicadores, que são considerados importantes instrumentos no processo de monitoramento ambiental (Freitas e Siqueira-Souza, 2009). Estes organismos devem ser capazes de sobreviver em ambientes impactados, porém, devem ser sensíveis a presença de contaminantes (Arias et al., 2007; Lins et al., 2010).

O ouriço do mar, *Echinometra lucunter* (Linnaeus, 1758), é um organismo de grande importância ecológica por sua capacidade de modificar o ambiente e por conectar diferentes níveis tróficos (Lima et al., 2009). Pode ser considerado um indicador de contaminação ambiental por ser componente crítico de ecossistemas marinhos (Brusca e Brusca, 1990) e, devido ao epitélio externo expandido, poderem absorver substâncias disponíveis no ambiente (Candia Carnevali, 2005). Os ouriços são organismos que têm seu desenvolvimento biológico bem estudado e caracterizado, além de testes envolvendo seus gametas e embriões serem bem estudados e utilizados para avaliar a contaminação ambiental, os quais testes de fácil realização e que geram resultados rápidos (Cameron, 2002). Estes testes são padronizados e normatizados por órgãos como a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2006).

3.5. Uso do mapeamento em SIG na aquicultura

O termo Sistema de Informação Geográfica (SIG) é utilizado para designar um sistema computacional que integra dados com o intuito de coletar, armazenar, manipular, visualizar e analisar dados de maneira espacial referenciados a um sistema de coordenadas conhecido (Raper e Maguire, 1992). Este sistema pode ser utilizado de forma satisfatória para diversos fins, como, agricultura e planejamento do uso do solo, silvicultura e gerenciamento da vida silvestre, monitoramento e gestão de áreas

costeiras (Aronoff, 1991). O SIG tem sido utilizado em análises ambientais (Volcker e Scott, 2008) e que são consideradas eficazes no processo de tomada de decisão para o planejamento de implantação de sistemas de maricultura (Freitas et al., 2009) e seleção de áreas para este fim (Simms, 2002; Scott e Vianna, 2001).

A utilização do SIG para dar suporte ao processo de desenvolvimento e planejamento da aquicultura possui uma longa tradição (Kapetsky et al., 1990), e a identificação de áreas adequadas para a realização desta atividade está entre as suas mais frequentes aplicações (Fisher e Rahel, 2004). Sua utilização no planejamento da maricultura é reportada por vários autores pelo mundo em relação a diferentes espécies. Com exemplos de Salam e Ross (1999) compararam diferentes cenários de produção de peixe e camarão na Índia; Salam et al. (2003) selecionaram áreas mais propícias para a criação de caranguejo e camarão na Índia; Bezerra et al. (2011) definiram áreas prioritárias para o cultivo de peixes no estado de Pernambuco; Longdill et al. (2008) selecionaram áreas para maricultura na Nova Zelândia. Estes, dentre muitos outros trabalhos disponíveis na literatura, comprovam a eficácia dessa ferramenta na seleção de áreas de cultivo (Collaço et al., 2015).

Em relação ao uso de SIG para a seleção de áreas prioritárias para implementação da maricultura, são construídos bancos de dados com os parâmetros físico-químicos e biológicos analisados, onde define-se os intervalos de classe para cada parâmetro em relação a sua influência no bom desenvolvimento do organismo e das qualidades ambientais necessárias para isso, e então é criada uma estrutura de comparação entre as variáveis (Vianna, 2007). A utilização desta ferramenta favorece a ocorrência da atividade da maricultura de forma integrada entre o ambiente costeiro e marinho, minimizando os conflitos relacionados ao uso de recursos naturais (Tovar et al., 2000), garantindo sua conservação (Vinatea, 2000) e minimizando o impacto gerado no ambiente (Chua, 1997).

Mais recentemente tem se incentivado o uso de avaliação multicritério na seleção de áreas para a maricultura, levando em consideração critérios ambientais (temperatura, oxigênio dissolvido, salinidade, pH, clorofila A, por exemplo), socioeconômicos (como viabilidade econômica, rentabilidade, presença de mercado consumidor, valores culturais), logísticos (como a distância da costa, distância do mercado consumidor, distância de vias de transporte, presença de marinas, portos e rotas de navegação) e legais (como áreas de proteção ambiental) (Gee & Burkhard, 2010; Wever et al., 2015; Stelzenmüller, 2017). Esta utilização multicritério vem sendo

utilizada com sucesso em diferentes regiões do mundo, como na Índia (Jha et al., 2017), na Espanha (Pérez et al., 2005), no Japão (Radiarta et al., 2008) e na região do Mar Báltico (Bagdavičiūtė et al., 2018). E no Brasil em São Paulo (Collaço et al., 2015) e em Santa Catarina (Vianna & Filho, 2018),

Desta maneira, a adoção das técnicas de SIG possibilita o estudo de cada localidade em específico, levando em consideração suas características próprias (Zeng et al., 2003), estabelecendo bases sustentáveis para a seleção de locais mais propícios para a realização da maricultura, maximizando sua eficiência e qualidade (Salles, 2006; Collaço et al., 2015). Além disso, pode gerar informações capazes de subsidiar o gerenciamento dessas áreas, disponibilizando-as para comunidades pesqueiras, órgãos de fomento e órgãos ambientais (Tovar et al., 2000), auxiliando na redução dos impactos gerados na fauna devido a pesca predatória (Farias et al., 2010).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Área de estudo

O presente estudo foi realizado ao longo da região sul da costa do Espírito Santo, incluindo os municípios de Guarapari, Anchieta, Piúma, Itapemirim e Marataízes (Figura 2), totalizando aproximadamente 73 Km de costa. Nesta área amostral foram realizados 13 transectos lineares, seguindo a inclinação da linha de costa, distantes 5 Km entre si. Cada transecto possuía 3 Km de extensão, iniciando a uma distância de 500 m da linha de costa, e em cada um foram estabelecidos três pontos amostrais (à 500 m, 1,5 Km e 3 Km da costa), totalizando assim 39 pontos amostrais (Figura 2; Apêndice A). Os pontos amostrais foram divididos em dois blocos, sendo os pontos de 1 a 15 referentes ao bloco norte e os pontos de 16 a 39 referentes ao bloco sul

Dentro desta malha amostral existem foz de rios de grande importância socioeconômica e ambiental, como o Rio Beneventes em Anchieta e o Rio Itapemirim em Itapemirim, que podem causar influência natural em parâmetros ambientais de áreas costeiras, devido o aporte de água doce no ambiente marinho. A região estudada possui diferentes formações costeiras, sendo composta por áreas abertas e expostas a ação de ondas e vento, e áreas abrigadas, como em baías e enseadas. Com relação à conformação da costa, a tipologia de fundo também é variável, podendo ser constituído por lama, cascalho, pedra ou combinações destes (Albino et al., 2001; Martins et al., 2013). Também é importante ressaltar a existência de regiões insulares, como a Ilha das Cabras, em Piúma, e a Ilha dos Franceses, em Itapemirim, assim como a presença do empreendimento do Porto de Ubu, em Anchieta.

No estado do Espírito Santo, localizado na região de transição entre o clima tropical e subtropical (Martins e Doxsey, 2006), são reconhecidas três unidades geomorfológicas diferentes: os tabuleiros terciários provenientes da Formação Barreiras, os afloramentos e promotórios cristalinos pré-cambrianos e planícies flúvio-marinhas quaternárias, com diferentes graus de desenvolvimento (Albino et al., 2001). Os ventos que ocorrem mais frequentemente e em maior intensidade são provenientes dos quadrantes nordeste-lés nordeste (ENE-NE), estando associados aos ventos alísios, que estão presentes durante maior parte do ano, e sudeste-leste (SE-E), que são relacionados às frentes frias que chegam de tempos em tempos à costa do Estado (Bandeira et al., 1975).

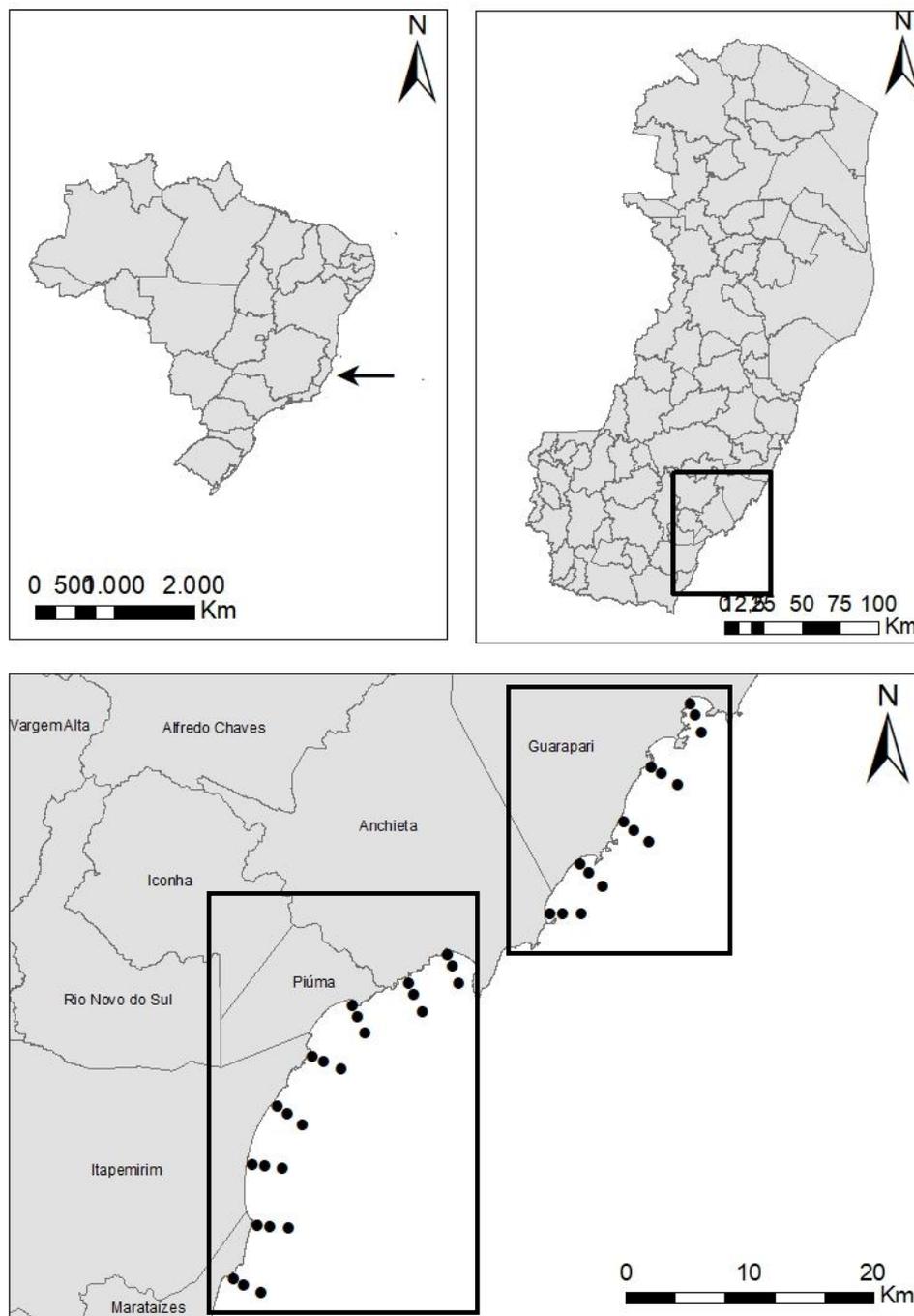


Figura 2. Mapa da região de estudo delimitando a localização dos transectos com seus respectivos pontos amostrais.

Diante destas diferenças, o litoral Sul do Espírito Santo é considerado mais favorável à pesca e à maricultura do que o litoral Norte (Teixeira et al., 2012) e apresenta municípios que possuem em comum algumas atividades econômicas, como, a pesca artesanal, o artesanato de conchas e a maricultura (Paulics, 2001; Sodré et al., 2008). Porém, é relatada a falta de informações científicas específicas para conservar e gerir os ecossistemas locais e também ocorre notória poluição de

algumas praias com resíduos sólidos, o que torna necessário o desenvolvimento de ações que possibilitem uma maior proteção e conservação dos organismos e das unidades geoecológicas (Mateo e Silva, 2013; Basilio et al., 2015).

As Áreas de Proteção Ambiental (APA) foram excluídas e não foram consideradas na hora de elaboração dos transectos e determinação dos pontos amostrais, visto que legalmente são áreas de exclusão onde não pode ser realizada a atividade da maricultura.

Para a avaliação dos parâmetros físico-químicos da água, foram realizadas coletas a cada dois meses durante um período de um ano, totalizando seis campanhas de coleta. Para cada ponto amostral foram coletadas amostras de água à profundidade de um metro utilizando uma garrafa de Van Dorn. Essas amostras foram acondicionadas em frascos plásticos opacos, e transportadas em caixa térmica com gelo.

4.2. Avaliação dos parâmetros físico-químicos

Os parâmetros oxigênio dissolvido (OD), temperatura (T), salinidade (S), pH, condutividade elétrica (CE) e turbidez (TURB) da água foram analisados na mesma frequência das coletas utilizando um Multiparâmetro Horiba U53G. As análises dos de amônia total, nitrito, fósforo total, clorofila A e sólidos em suspensão. foram realizadas em laboratório, seguindo os métodos propostos por APHA (1989) para amônia total, nitrito, fósforo total e sólidos em suspensão. A análise de clorofila A foi realizada conforme a metodologia proposta por Arar e Collins (1997).

Dentre as variáveis analisadas apenas temperatura e salinidade seguiram parâmetros que são considerados ótimos especificamente para o desenvolvimento do beijupirá, os demais parâmetros analisados estão relacionados com exigências para a realização da atividade de maricultura de uma forma geral.

4.3. Teste do Ouriço

O teste do ouriço foi utilizado como ferramenta para avaliar o impacto toxicológico dos pontos amostrados e para isso, os ouriços-do-mar (*Echinometra lucunter*) foram coletados em um costão rochoso localizada na Praia da Baleia, costa norte do Estado do Espírito Santo (20 ° 10'24.32 "S, 40 ° 11'11.89" W). Um total de 20 indivíduos foram coletado bimestralmente para ter uma proporção considerável de machos e fêmeas (n = 5 machos e n = 5 fêmeas) para a extração de gametas pois esta espécie não tem dimorfismo sexual. Os ouriços-do-mar foram coletados por

mergulho livre. As coletas foram realizadas no final da lua crescente e início da lua cheia de cada mês (período reprodutivo) durante a maré baixa, de acordo com o método proposto por Mariante et al. (2009).

A indução e extração de gametas foram realizadas através da injeção de 2,5 mL de uma solução 0,5 M de cloreto de potássio (KCl) na cavidade celomática dos ouriços. Após, seguiu-se a metodologia proposta pela norma ABNT-NBR 15350 de métodos de teste com ouriços-do-mar (Echinodermata: Echinoidea). Para o teste de toxicidade com embriões, os ovos foram adicionados em um béquer contendo 600 mL de água do mar e, logo após, 2 mL da solução de esperma já diluída em água do mar foram adicionados à solução contendo os ovos. A solução foi agitada durante 3 minutos para promover fertilização e depois deixada em repouso por 2 horas para início do desenvolvimento embrionário. Após este passo, a solução de ovos foi adicionada a tubos de ensaio (20 mL) contendo 10 mL de água dos pontos amostrais. Foi realizado um grupo controle, utilizando a água do ponto de coleta dos indivíduos após filtragem em filtro de papel.

Os tubos foram mantidos em uma incubadora refrigerada B.O.D. (TE-371) com uma temperatura controlada de 26 ° C e fotoperíodo de 12 h de luz e 12 h de escuro por aproximadamente 36 horas, o tempo necessário para os embriões de *E. lucunter* se desenvolverem ao estágio de larvas plúteos. Após 36 horas, todos os tubos de ensaio foram fixados com 0,5 mL de formaldeído para avaliação de embriões e contagem dos embriões normais (caracterizado pela forma triangular e braços desenvolvidos). Os embriões foram avaliados utilizando um microscópio óptico (ampliação de 40 vezes) e uma câmera Sedgwick-Rafter. Para a aceitação dos resultados do teste, foi necessário que a porcentagem de larvas plúteos bem desenvolvidas no controle (água do ponto de coleta dos animais filtrada em filtro de papel) fosse maior ou igual a 80%.

4.4. Análises microbiológicas

Para a realização das análises microbiológicas foi coletado separadamente um total de 200 mL de amostras de água em cada um dos pontos amostrais, em frascos de vidro previamente autoclavados e armazenadas em caixa térmica com gelo durante o transporte. No Laboratório de Microbiologia Geral da Universidade Vila Velha (UVV) foram realizadas as análises de Coliformes e *Enterococcus* sp..

As análises foram realizadas seguindo a metodologia da American Public Health of Water and Wastewater (APHA, 1985), por meio da determinação do número mais provável (NMP) de unidades formadoras de colônias em uma amostra, a partir da

aplicação da técnica de tubos múltiplos (sendo um total de 5 tubos para cada amostra em cada meio de cultura), conforme procedimentos descritos a seguir. As amostras foram inicialmente homogeneizadas manualmente por inversão 20 vezes.

Para a análise da presença de Coliformes na água, foram realizadas duas etapas: uma presuntiva e uma confirmativa. Na etapa presuntiva foram utilizados tubos de ensaio, com tubos de Durhan invertidos, contendo 10 mL de Caldo Lauril Sulfato de Sódio (LST), em dupla concentração, previamente autoclavados. Após a inoculação de 10 mL das amostras, em cada tubo, estas foram incubadas em estufa bacteriológica a 35 °C durante o período de 48h.

Na etapa confirmativa, os tubos que apresentaram turvação e/ou formação de gás foram selecionados e, com o uso de uma alça bacteriológica, transferiu-se uma alíquota para tubos contendo Caldo Verde Brilhante 2% (VB) para a verificação da presença de coliformes totais. Em seguida foi transferida uma nova alíquota para tubos contendo Caldo EC para a verificação da presença de coliformes termotolerantes. Nesta etapa todos os tubos também continham tubos de Durhan invertidos. Os tubos contendo VB foram incubados em estufa bacteriológica a 35°C durante o período de 48h, enquanto os tubos contendo EC foram levados ao banho maria a 45°C pelo período de 48h. Foram considerados positivos os tubos nos quais houve turvação e produção de gás. A densidade de coliformes é expressa como NMP de coliformes por mL, utilizando-se uma tabela previamente estabelecida pela APHA, em que são dados os intervalos de confiança em nível de 95% de probabilidade para diferentes combinações de tubos positivos e negativos na inoculação de 5 porções de 10 mL da amostra por tubo (APHA, 1985).

Para a análise da presença de *Enterococcus* sp. na água também foram realizadas duas etapas, presuntiva e confirmativa. Na etapa presuntiva, após a homogeneização por inversão, uma alíquota de 10 mL da amostra foi inoculada em tubos de ensaio contendo 10 mL de Caldo Azida Sódica, previamente autoclavados. Estes tubos foram incubados em estufa bacteriológica a 35°C pelo período de 48h. Na etapa confirmativa os tubos onde houve turvação foram considerados positivos e, utilizando alça bacteriológica, uma alíquota foi inoculada por meio de estria em placa de Petri contendo Ágar Azida Bile Esculina. O aparecimento de coloração escura indica hidrólise da esculina, sendo considerado positivo para a presença de *Enterococcus* sp..

4.5. Desenvolvimento do mapa de viabilidade

O método adotado consiste em três etapas: a primeira é descritiva, a segunda é analítica, e a terceira está relacionada a seleção de áreas propícias e geração do mapa final de viabilidade do cultivo do beijupirá, com base nos resultados obtidos (Figura 3). A primeira etapa consistiu em selecionar os parâmetros ambientais a serem utilizados para descrever a área estudada, na coleta e análises estatísticas dos dados dos parâmetros utilizados e geração de camadas raster individuais; a segunda etapa consistiu na análise das camadas raster individuais geradas e modelagem utilizando a ferramenta de SIG; a terceira etapa consistiu em selecionar as áreas viáveis para instalação dos tanques-rede para criação do beijupirá, com base nos passos realizados nas etapas anteriores e sobrepondo as camadas raster individuais para gerar um mapa final de viabilidade.

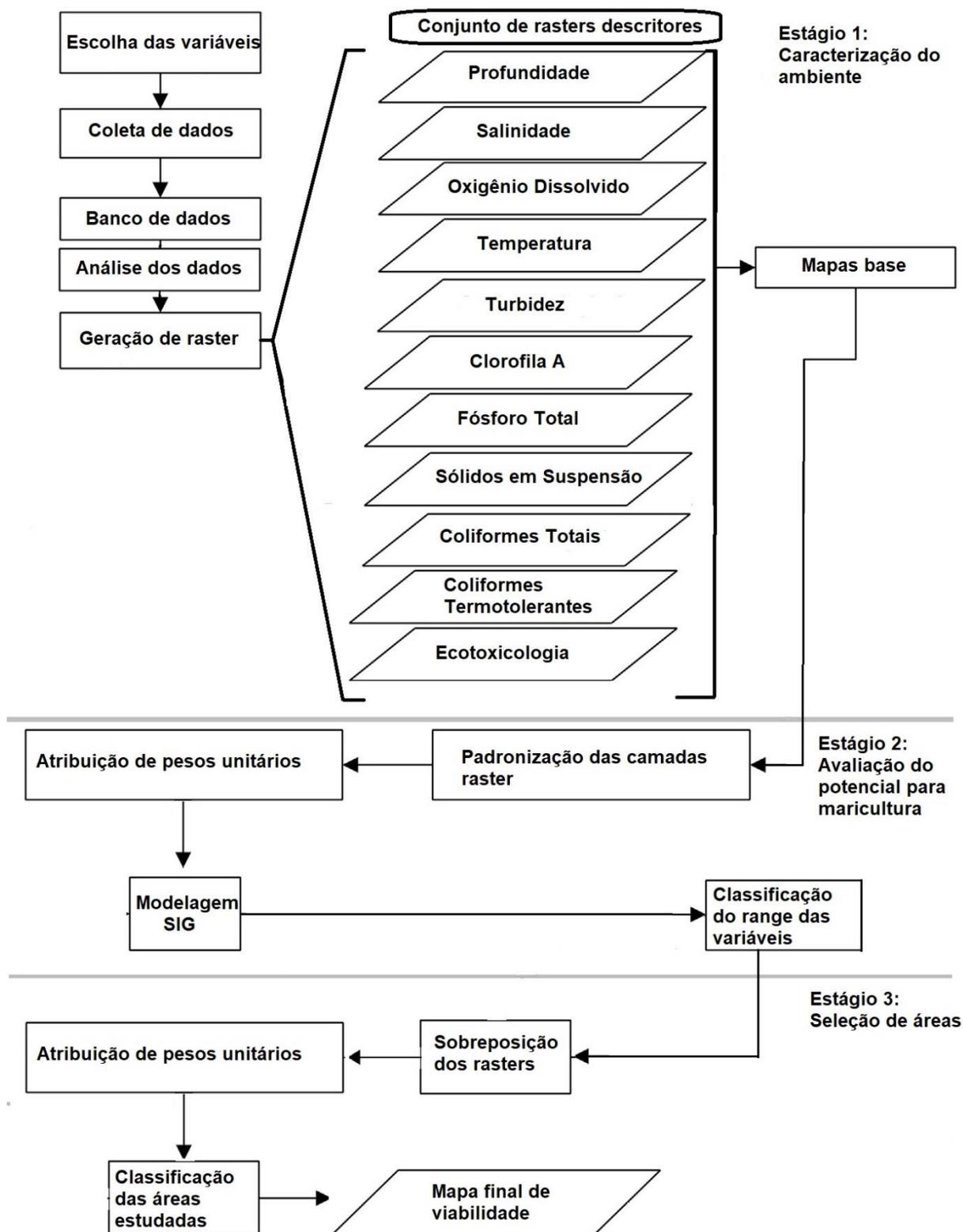


Figura 3. Fluxograma mostrando as etapas do processo de caracterização da área de estudo, avaliação potencial para a aquicultura marinha e seleção de áreas viáveis para a instalação dos tanques-rede para criação do beijupirá.

Para gerar o mapa de aptidão foi utilizado o software ArcGIS 10.5 (ArcMap 10.5) (ESRI, 2009) e foram gerados mapas individuais (raster) para cada variável estudada. Foram utilizados os critérios analisados para definir as áreas mais

adequadas para a instalação das estruturas dos tanques-rede, e as variáveis físico-químicas e microbiológicas relativas a qualidade ambiental. Para a criação dos mapas individuais (raster), os pontos amostrais foram interpolados pelo método *nearest neighbor* (*spatial analyst*) que é uma técnica de média ponderada, com o objetivo de estimar valores desconhecidos que estão presentes entre os pontos onde se tem valores conhecidos. Foram atribuídos *scores* de 1 a 5 para as áreas amostradas, onde 5 e 4 representam áreas muito adequadas e adequadas, respectivamente, 3 equivale a uma viabilidade média, e 2 e 1 equivalem a pontos menos adequados e inadequados para o desenvolvimento da atividade da maricultura com foco na criação do beijupirá (*Rachycentron canadum*). Estudos similares, com o foco em selecionar áreas para a maricultura, também atribuíram *scores* para a adequabilidade das áreas amostradas (Jha et al., 2017; Pérez et al., 2005; Radiarta et al., 2008).

O peso unitário de cada parâmetro foi calculado utilizando o método utilizado por Jha et al. (2017), com base na seguinte equação:

$$W_i \propto \frac{1}{V_i} \text{ (or) } W_i = \frac{k}{V_i}$$

Onde W_i = peso unitário do parâmetro, V_i = limite permissível do parâmetro e k = constante de proporcionalidade, que é calculada segundo a seguinte equação:

$$k = \frac{1}{\sum_{i=0}^n 1/V_i}$$

Os pesos unitários são atribuídos aos parâmetros com o intuito de considerar as mudanças no intervalo de variação de cada parâmetro e os diferentes graus de importância atribuídos a estas faixas de variação (Malczewski, 2006). O cálculo destes pesos é baseado nos valores limite recomendados para cada um dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos, segundo a legislação pertinente (Brasil, 2005). Sendo os parâmetros de temperatura e salinidade relacionados às condições específicas para a criação do beijupirá (Benetti et al., 2010; Faulk e Holt, 2006; Barbieri e Doi, 2012; Liao e Leño, 2005; Miao et al., 2009; Sampaio et al., 2010; Shaffer e Nakamura, 1989). Para fósforo total, oxigênio dissolvido, coliformes totais e coliformes termotolerantes seguiram-se os valores regulados pela Resolução CONAMA 357/2005 (Brasil, 2005). Para os demais parâmetros, seguiu-se o que está estabelecido na literatura voltada para a maricultura de maneira geral (Holmbeck-

Pelham e Rasmussem, 1997; Kapetsky et al., 2013). Considerando a variedade dos dados e a variedade de escalas nas quais os parâmetros são medidos, os valores contidos nas camadas raster foram transformados em unidades comparáveis seguindo o método de reclassificação baseado no valor limite recomendado.

Para a confecção do mapa final de viabilidade dos pontos amostrados foi utilizada a análise de sobreposição ponderada (*weighted overlay analysis*) (Heywood et al., 1993), dentro de análises espaciais (*spatial analyst*) no ArcMap 10.5 (ESRI, 2009). Esta análise foi utilizada para integrar e sobrepor as camadas raster geradas para cada parâmetro avaliado, categorizando os resultados do conjunto de dados e atribuindo os *scores* de 1 a 3 (baixa, média e alta viabilidade) para as áreas amostradas, da mesma maneira que foi feito para cada parâmetro individual. As camadas foram projetadas em Universal Transversal de Mercator (UTM).

4.6. Análise dos Dados

A normalidade dos resultados dos parâmetros analisados foi avaliada utilizando o teste de Shapiro-Wilk e, quando necessário os dados foram transformados em torno da dispersão. Foi realizada uma análise de componentes principais (PCA) no intuito de eliminar as variáveis que não eram explicativas e uma correlação complexa de Pearson entre as variáveis, no intuito de verificar quais apresentavam resultados redundantes.

Também foram calculadas as medidas de tendência central de cada parâmetro (média, desvio padrão, máximo e mínimo). Comparou-se os pontos amostrais do bloco norte e sul (Figura 2) utilizando teste *t*. E quanto a distância da costa (0,5, 1,5 e 3,0 Km) utilizando ANOVA One-Way e o pós-teste de Tukey ($p < 0,05$). A análise dos dados e os testes estatísticos foram realizados utilizando o software R 3.3.2 (R Core Team, 2018).

5. ANÁLISE PRELIMINAR

Após a realização da análise de componentes principais (PCA) com todas as variáveis amostradas (Figura 4^a), foram excluídos três descritores ambientais: amônia, nitrito e Ph. Estes três descritores foram eliminados devido à sua baixa porcentagem de explicação em relação aos pontos amostrais. Já a variável condutividade foi excluída visto que esta apresenta forte correlação positiva com a variável salinidade ($r = 0,97$) e por esta última ser mais explicativa para os pontos amostrados. Após a retirada destas quatro variáveis, foi realizada uma nova PCA utilizando apenas as variáveis que efetivamente foram utilizadas na composição do mapa final (Figura 4B).

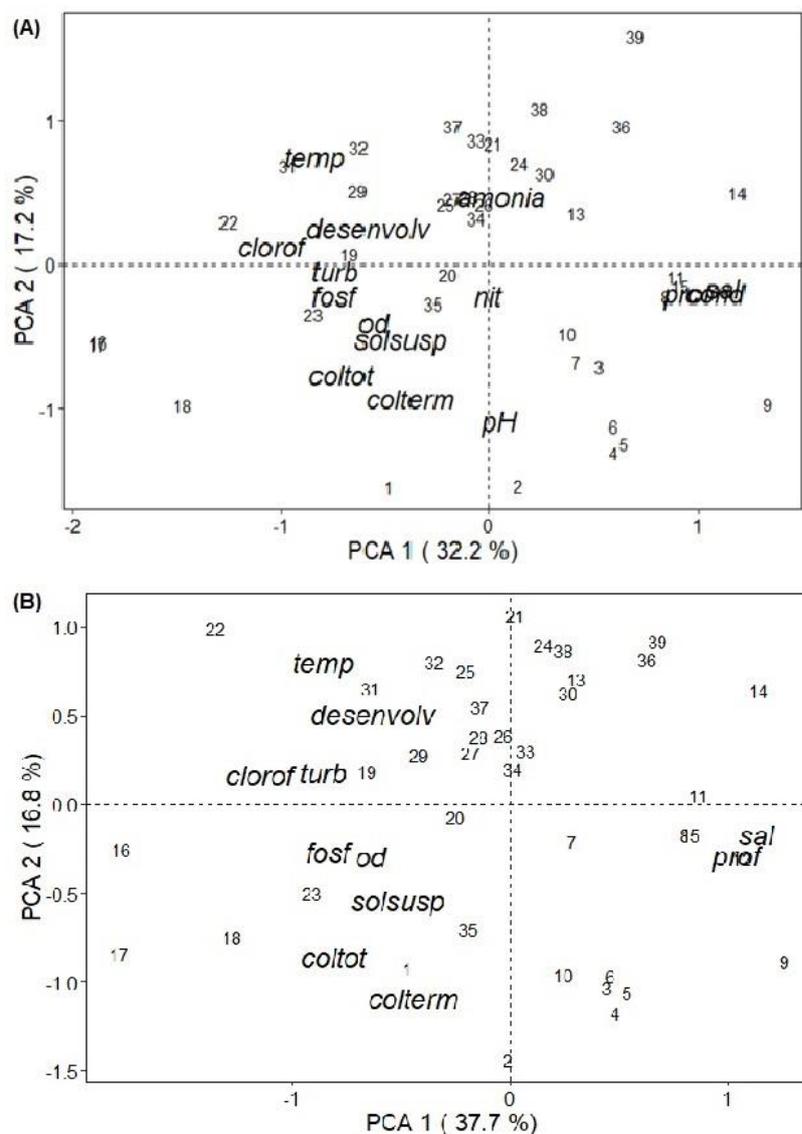


Figura 4. Ordenação, pela análise de componentes principais (PCA), dos pontos amostrados ao longo do litoral Sul do Espírito Santo em função das variáveis utilizadas. Prof = Profundidade, Fosf = Fósforo Total, Clorof = Clorofila A, SolSusp = Sólidos em Suspensão, Sal = Salinidade, OD = Oxigênio Dissolvido, Temp =

Temperatura, Turb = Turbidez, ColTot = Coliformes Totais, ColTerm = Coliformes Termotolerante, Desenvol = Desenvolvimento larval de *E. lucunter*, Nit = Nitrito.

Ao analisar a ordenação dos pontos amostrados em função dos descritores ambientais (Figura 4) podemos inferir relações entre os pontos e sua relação com cada um dos parâmetros analisados. Também é possível visualizar relações existentes entre os próprios parâmetros, tornando mais claro o entendimento de que estes não são importantes apenas individualmente, mas também quanto a atuação sinérgica de todos no ambiente.

6. RESULTADOS

Na Tabela 1 estão apresentados os parâmetros efetivamente utilizados na elaboração do mapa final, juntamente com suas respectivas médias, desvios padrão, valores máximos e mínimos para a área de estudo.

Tabela 1. Valores médios, desvio padrão (DP), máximo e mínimo de cada um dos parâmetros utilizados na seleção de área para elaboração do mapa final. Prof = Profundidade (m), F = Fósforo Total (mg/L), CA = Clorofila A ($\mu\text{g/L}$), SS = Sólidos em Suspensão (mg/L), S = Salinidade (ppt), OD = Oxigênio Dissolvido (mg/L), T = Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), TURB = Turbidez (NTU), CTo = Coliformes Totais (número de réplicas positivas), CTe = Coliformes Termotolerante (número de réplicas positivas), Des. = Desenvolvimento larval de *E. lucunter* (%). (*) os valores de Coliformes Totais e Termotolerantes estão expressos em número de réplicas positivas, sendo convertidos utilizando a tabela previamente elaborada pela American Public Health of Water and Wastewater para NMP/mL (APHA, 1985).

	Prof	F	CA	SS	S	OD	T	TURB	CTo*	CTe*	Des.
Média	11,1	0,039	0,268	59,84	32,74	6,45	24,32	7,10	3	3	14,92
DP	7,7	0,016	0,167	14,65	1,76	0,20	0,50	10,68	1	1	12,25
Máx	37,3	0,106	0,800	81,15	34,80	7,04	25,18	59,68	5	5	52,60
Mín	1,7	0,017	0,059	5,33	28,56	6,09	23,36	0,34	1	0	0,00

Com relação a variação latitudinal os blocos norte e sul diferiram quanto à profundidade ($p < 0,001$; $t = 4,306$), clorofila A ($p < 0,001$; $t = 5,310$), salinidade ($p < 0,001$; $t = 5,449$) e temperatura ($p < 0,001$; $t = 12,529$). Em relação aos demais parâmetros analisados, não houve diferença significativa (Tabela 2). Quando os pontos amostrais são comparados em relação às distâncias da costa, houve diferença apenas em relação à profundidade ($p = 0,013$) e turbidez ($p = 0,010$). (Tabela 3)

Tabela 2. Valores médios \pm desvio padrão, valores de p e t referentes ao teste t comparando os blocos norte (pontos 1 ao 15) e sul (pontos 16 ao 39). Prof = Profundidade (m), F = Fósforo Total (mg/L), CA = Clorofila A ($\mu\text{g/L}$), SS = Sólidos em Suspensão (mg/L), S = Salinidade (ppt), OD = Oxigênio Dissolvido (mg/L), T = Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), TURB = Turbidez (NTU), CTo = Coliformes Totais (número de réplicas positivas), CTe = Coliformes Termotolerante (número de réplicas positivas), Desenvolv = Desenvolvimento larval de *E. lucunter* (%). Asteriscos (*) representam diferenças estatísticas.

Parâmetro	Bloco		p	t
	Norte	Sul		
Prof	16,7 \pm 9,4	7,6 \pm 3,4*	<0,001	4,306
F	0,034 \pm 0,013	0,041 \pm 0,018	0,208	1,281
CA	0,131 \pm 0,042	0,354 \pm 0,159*	<0,001	5,31
SS	60,75 \pm 17,46	59,27 \pm 12,47	0,764	0,302
S	34,21 \pm 0,78	31,83 \pm 1,57*	<0,001	5,449
OD	6,43 \pm 0,12	6,47 \pm 0,23	0,53	0,634
T	23,76 \pm 0,21	24,67 \pm 0,23	<0,001	12,529
TURB	3,74 \pm 4,65	9,20 \pm 12,78	0,121	1,586
Cto	3 \pm 1	3 \pm 1	0,971	0,037
Cte	3 \pm 1	3 \pm 1	0,225	1,235
Desenvolv	10,32 \pm 14,82	16,83 \pm 9,82	0,098	1,696

Tabela 3. Valores médios \pm desvio padrão e valor de p referentes à análise de variância (ANOVA One-Way) comparando os pontos amostrais em relação à distância da costa. Prof = Profundidade (m), F = Fósforo Total (mg/L), CA = Clorofila A ($\mu\text{g/L}$), SS = Sólidos em Suspensão (mg/L), S = Salinidade (ppt), OD = Oxigênio Dissolvido (mg/L), T = Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), TURB = Turbidez (NTU), CTo = Coliformes Totais (número de réplicas positivas), CTe = Coliformes Termotolerante (número de réplicas positivas), Desenvolv = Desenvolvimento larval de *E. lucunter* (%). Letras diferentes representam diferenças estatísticas.

Parâmetro	Distância da Costa			p
	0,5 Km	1,5 Km	3,0 Km	
Prof	6,6 \pm 3,4a	11,6 \pm 6,7a	15,1 \pm 9,5b	0,013
F	0,038 \pm 0,014	0,044 \pm 0,022	0,034 \pm 0,011	0,336
CA	0,295 \pm 0,202	0,282 \pm 0,173	0,226 \pm 0,124	0,547
SS	66,56 \pm 6,87	58,21 \pm 18,04	57,75 \pm 16,90	0,545
S	32,38 \pm 1,82	32,63 \pm 1,78	33,22 \pm 1,72	0,474
OD	6,48 \pm 0,17	6,42 \pm 0,18	6,45 \pm 0,24	0,719
T	24,47 \pm 0,52	24,33 \pm 0,48	24,17 \pm 0,51	0,319
TURB	14,08 \pm 16,34a	4,53 \pm 3,05b	2,704 \pm 2,01b	0,010
Cto	3 \pm 1	3 \pm 1	2 \pm 1	0,179
Cte	3 \pm 1	3 \pm 1	2 \pm 1	0,352
Desenvolv	16,88 \pm 15,73	12,80 \pm 11,87	12,42 \pm 8,63	0,563

6.1. Parâmetros físico-químicos da água

A área estudada, possui uma profundidade média de $11,1 \pm 7,7$ m, atingindo até 37,3 m (Figura 5). Foram observadas diferenças significativas quanto à profundidade tanto latitudinalmente ($p < 0,01$), e em relação a distância da costa ($p = 0,013$).

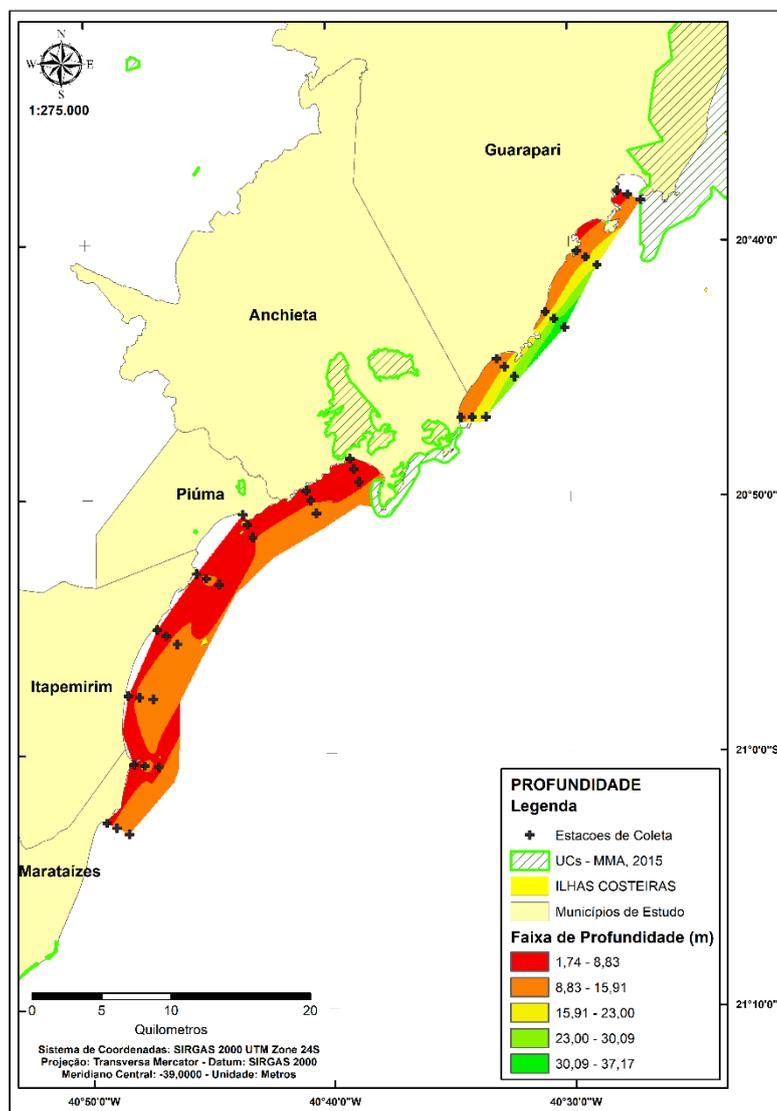


Figura 5. Mapa de profundidade (m) da área de estudo no litoral sul do Espírito Santo, considerando faixas de viabilidade da instalação de tanques-rede para a criação do beijupirá. As cores na legenda estão relacionadas à viabilidade e ao range apresentados na Tabela 4, sendo o vermelho valores que proporcionam menor viabilidade e verde escuro os valores que proporcionam maior viabilidade da área.

Os pontos amostrados apresentaram uma média de $0,039 \pm 0,01$ mg/L e atingindo o máximo de 0,106 mg/L. Os seguintes pontos amostrais apresentam concentração média igual ou superior ao máximo permitido: 7 (0,062 mg/L), localizado no município de Guarapari, 16 (0,066 mg/L) e 17 (0,106 mg/L) localizados no

município de Anchieta, e 23 (0,065 mg/L) localizado no município de Piúma (Figura 6).

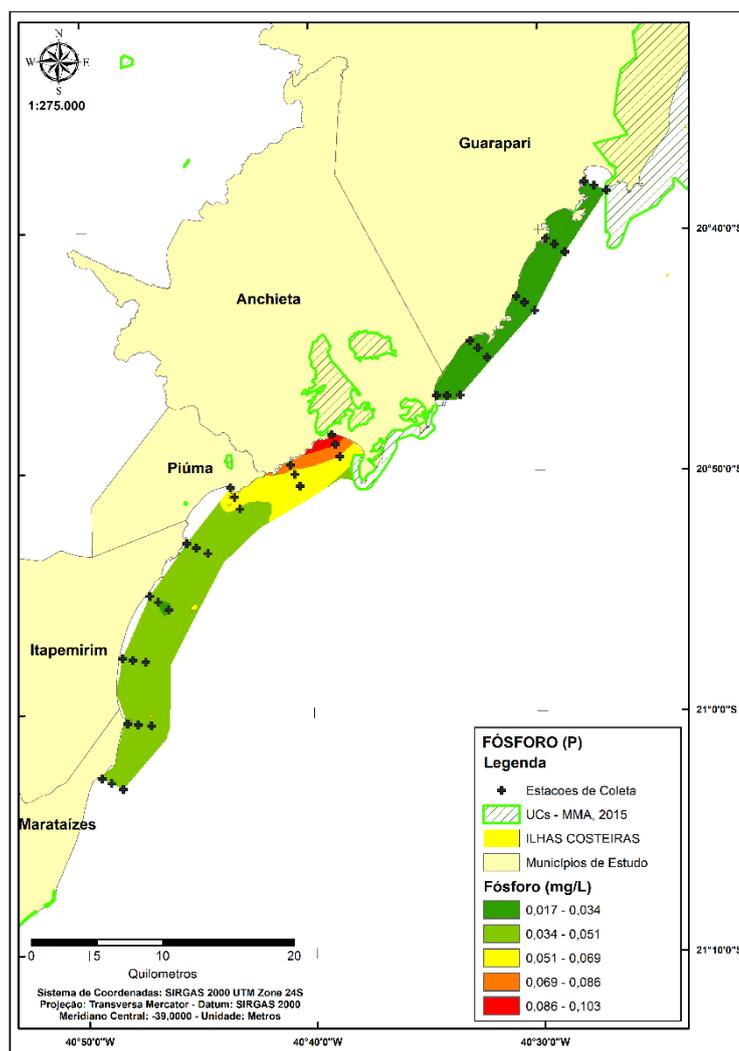


Figura 6: Mapa da concentração de fósforo total (mg/L) da área de estudo no litoral sul do Espírito Santo, considerando faixas de viabilidade da instalação de tanques-rede para a criação do beijupirá. As cores na legenda estão relacionadas à viabilidade e ao range apresentados na Tabela 4, sendo o vermelho valores que proporcionam menor viabilidade e verde escuro os valores que proporcionam maior viabilidade da área.

A concentração média de clorofila A na água foi baixa em toda a malha amostral, $0,268 \pm 0,167 \mu\text{g/L}$, porém, apresentou valores mais elevados, quando comparados à média, em pontos localizados próximos à foz do Rio Beneventes, em Anchieta, como por exemplo, os pontos 16 e 17 que apresentaram respectivamente as concentrações de $0,800 \mu\text{g/L}$ e $0,667 \mu\text{g/L}$ (Figura 7). A concentração de clorofila A na malha amostral é bem homogênea latitudinalmente. Porém, quanto a distância da costa há diferenças significativas entre os blocos norte e sul ($p < 0,001$).

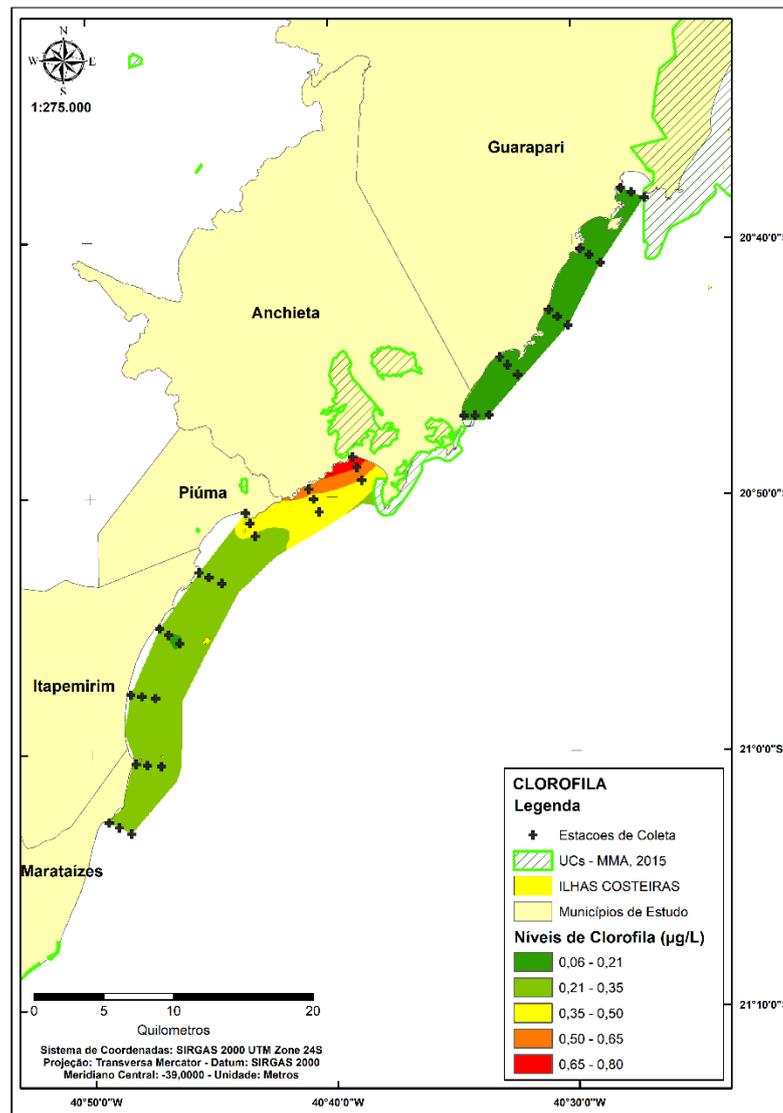


Figura 7. Mapa da concentração de clorofila A ($\mu\text{g/L}$) da área de estudo no litoral sul do Espírito Santo, considerando faixas de viabilidade da instalação de tanques-rede para a criação do beijupirá. As cores na legenda estão relacionadas à viabilidade e ao range apresentados na Tabela 4, sendo o vermelho valores que proporcionam menor viabilidade e verde escuro os valores que proporcionam maior viabilidade da área.

A concentração de sólidos em suspensão na água na área amostrada foi de $59,84 \pm 14,65$ mg/L e atingindo o máximo de 81,15 mg/L no ponto 17, em Anchieta. Outros pontos, como 1 e 2, também estiveram entre os pontos com maior concentração encontrada, 75,17 mg/L e 75,08 mg/L, respectivamente (Figura 8).

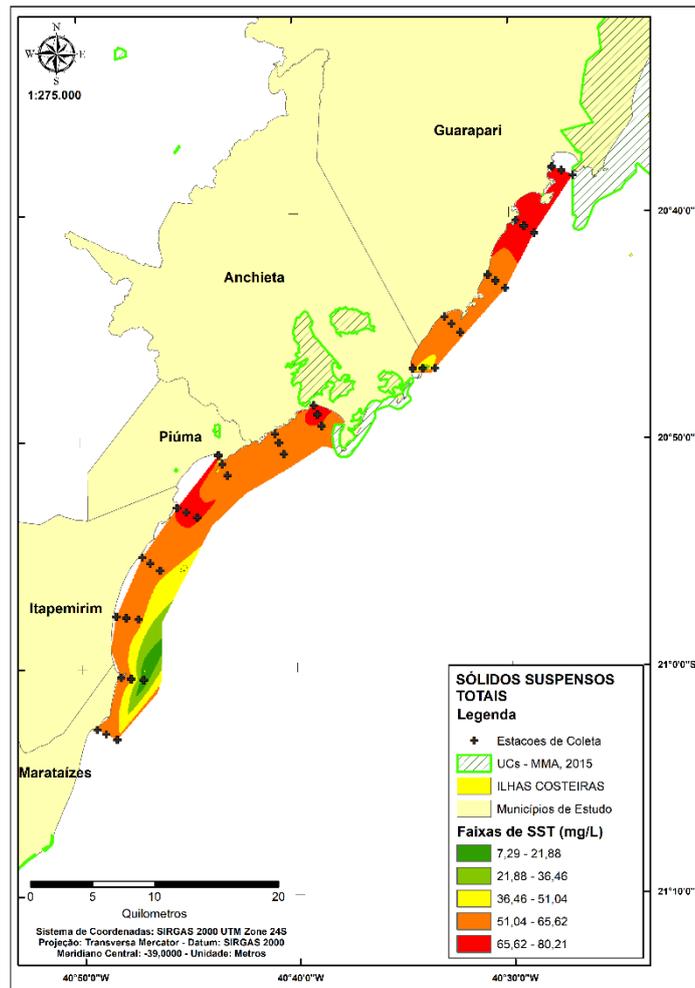


Figura 8. Mapa da concentração de sólidos em suspensão (mg/L) da área de estudo no litoral sul do Espírito Santo, considerando faixas de viabilidade da instalação de tanques-rede para a criação do beijupirá. As cores na legenda estão relacionadas a viabilidade e ao range apresentados na Tabela 4, sendo o vermelho valores que proporcionam menor viabilidade e verde escuro os valores que proporcionam maior viabilidade da área.

A área amostrada é bastante homogênea e pouco variável quanto à salinidade, tendo a média de $32,74 \pm 1,76$ ppt (Figura 9). Foram observadas diferenças significativas em relação à salinidade quando comparados os blocos norte e sul ($p < 0,001$).

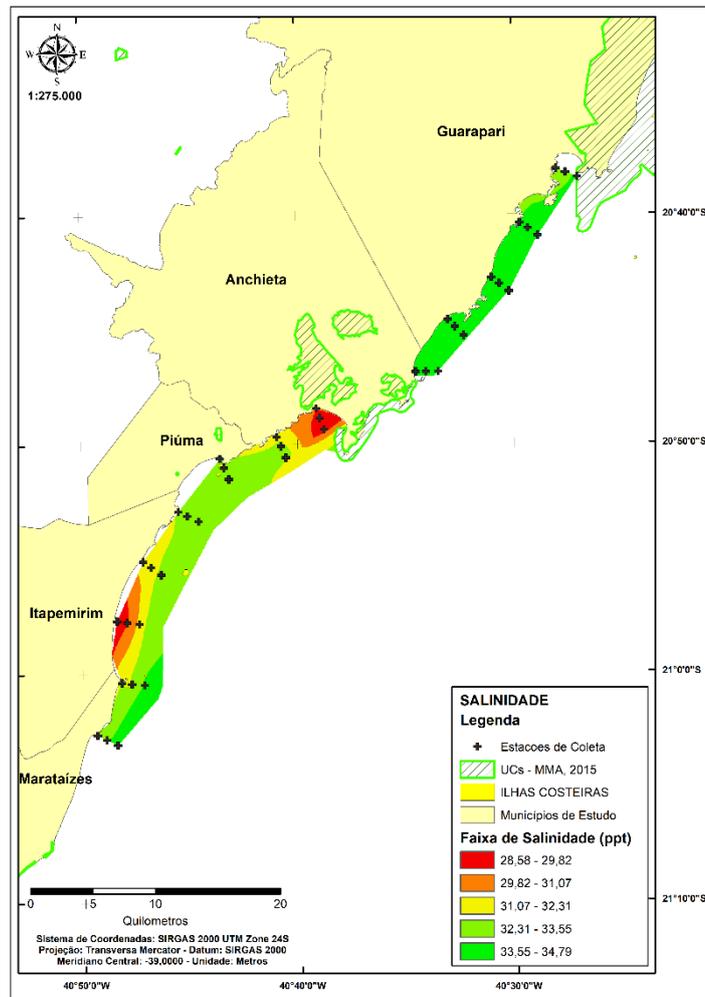


Figura 9. Mapa de salinidade (ppt) da área de estudo no litoral sul do Espírito Santo, considerando faixas de viabilidade da instalação de tanques-rede para a criação do beijupirá. As cores na legenda estão relacionadas a viabilidade e ao range apresentados na Tabela 4, sendo o vermelho valores que proporcionam menor viabilidade e verde escuro os valores que proporcionam maior viabilidade da área.

A concentração de oxigênio dissolvido na água foi pouco variável ao longo da malha amostral, apresentando a média de $6,45 \pm 0,20$ mg/L (Figura 10). Em relação a este parâmetro a área é bastante homogênea, tanto latitudinalmente quanto em relação a distância da costa.

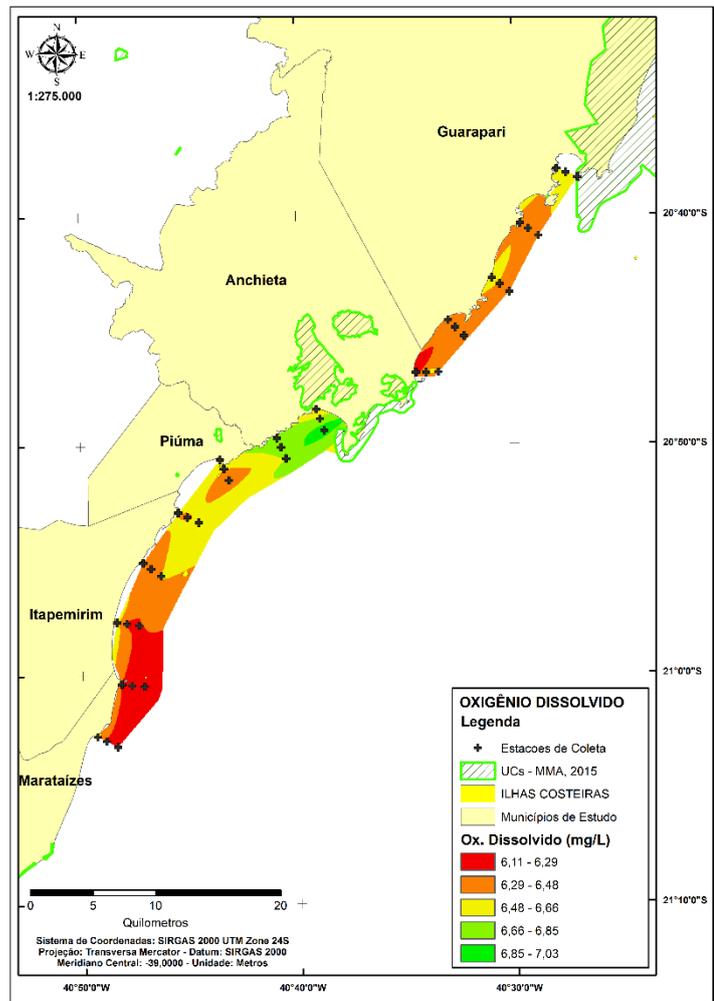


Figura 10. Mapa da concentração de oxigênio dissolvido (mg/L) da área de estudo no litoral sul do Espírito Santo, considerando faixas de viabilidade da instalação de tanques-rede para a criação do beijupirá. As cores na legenda estão relacionadas a viabilidade e ao range apresentados na Tabela 4, sendo o vermelho valores que proporcionam menor viabilidade e verde escuro os valores que proporcionam maior viabilidade da área.

Quanto à temperatura, a área amostrada também é bastante homogênea, apresentando uma média de $24,32 \pm 0,50$ °C, e atingindo o máximo de 25,18°C no ponto 31, localizado próximo ao município de Itapemirim (Figura 11). Os blocos norte e sul apresentaram diferença significativa quanto à temperatura ($p < 0,001$).

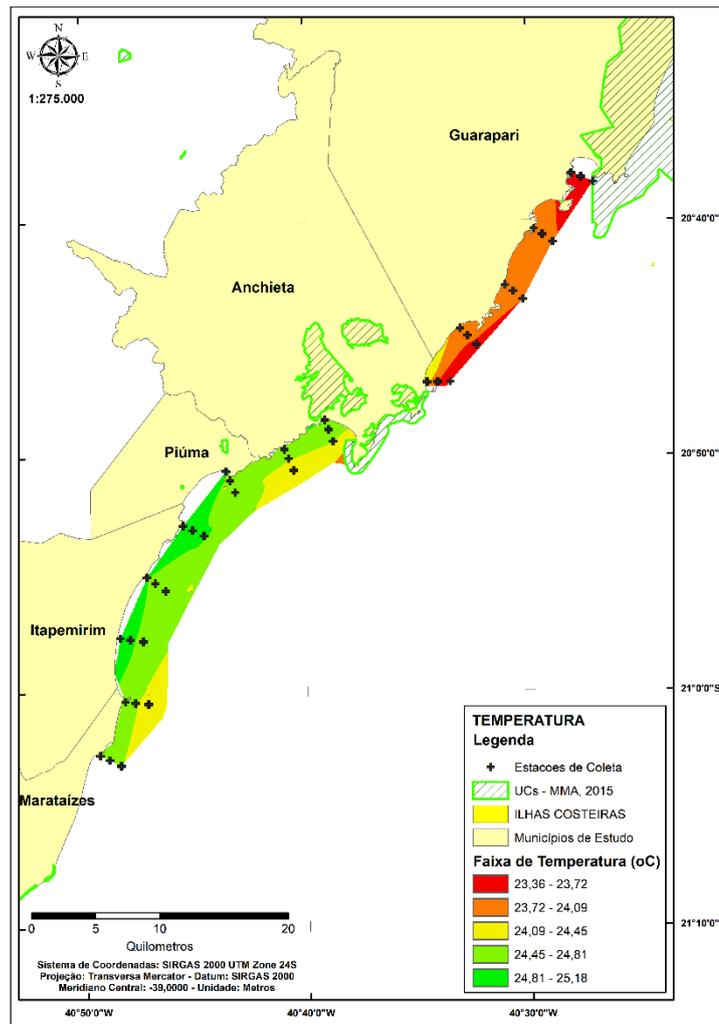


Figura 11. Mapa de temperatura (°C) da área de estudo no litoral sul do Espírito Santo, considerando faixas de viabilidade da instalação de tanques-rede para a criação do beijupirá. As cores na legenda estão relacionadas a viabilidade e ao range apresentados na Tabela 4, sendo o vermelho valores que proporcionam menor viabilidade e verde escuro os valores que proporcionam maior viabilidade da área.

Com relação a turbidez, os pontos amostrais são bastante heterogêneos e apresentaram uma média de $7,10 \pm 10,68$ NTU, atingindo o máximo de 59,68 NTU (Figura 12). Houve diferença estatística entre os pontos próximos e os distantes da costa quanto à turbidez ($p = 0,010$).

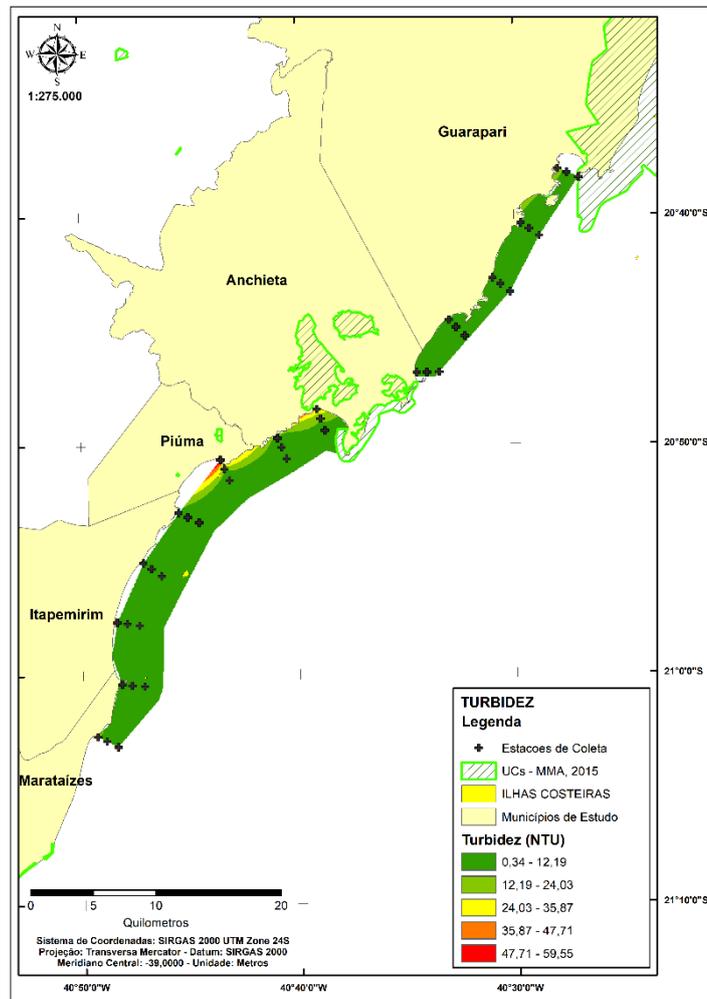


Figura 12. Mapa de turbidez (NTU) da área de estudo no litoral sul do Espírito Santo, considerando faixas de viabilidade da instalação de tanques-rede para a criação do beijupirá. As cores na legenda estão relacionadas a viabilidade e ao range apresentados na Tabela 4, sendo o vermelho valores que proporcionam menor viabilidade e verde escuro os valores que proporcionam maior viabilidade da área.

6.2. Análises microbiológicas

Ao longo do período amostrado, observou-se a presença de coliformes totais (Figura 13) e termotolerantes (Figura 14) em todos os pontos amostrais, variando de menos que 2,2 unidades formadoras de colônia por mL até mais que 16 unidades formadoras de colônia por mL. Em média, toda a extensão da malha amostral apresenta 9,2 unidades formadoras de colônia/10 mL para coliformes totais e termotolerantes.

Quando comparados em relação a distância da costa, os pontos amostrais mais distantes apresentam uma média de unidades formadoras de colônia/10 mL menor que os mais próximos: $2,54 \pm 1,27$ para coliformes totais; $2,77 \pm 1,36$ para coliformes termotolerantes. Enquanto os pontos distantes 0,5 Km apresentaram média de unidades formadoras de colônia/10 mL de $3,54 \pm 1,20$, e os pontos distantes 1,5 Km

apresentaram média de $3,38 \pm 1,50$ unidades formadoras de colônia/10 mL. E para coliformes termotolerantes apresentaram valores médios de unidades formadoras de colônias/10 mL de $3,46 \pm 1,13$ e $3,46 \pm 1,33$, respectivamente.

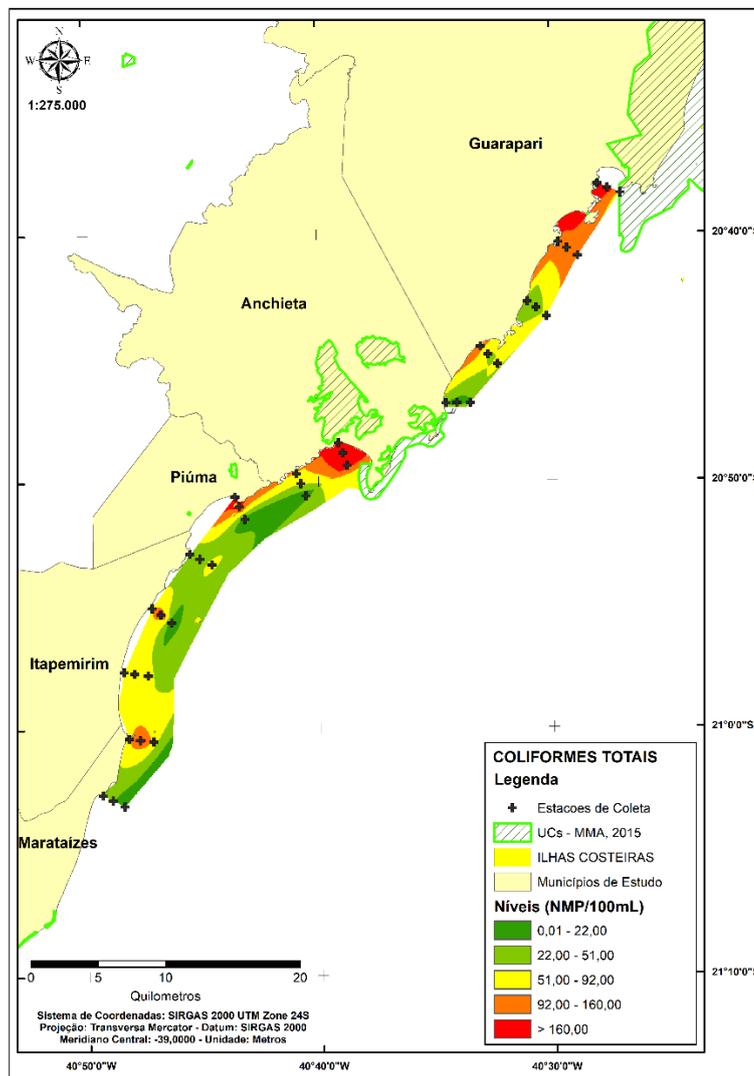


Figura 13. Mapa da concentração de coliformes totais (NMP/100 mL) da área de estudo no litoral sul do Espírito Santo, considerando faixas de viabilidade da instalação de tanques-rede para a criação do beijupirá. As cores na legenda estão relacionadas à viabilidade e ao range apresentados na Tabela 4, sendo o vermelho valores que proporcionam menor viabilidade e verde escuro os valores que proporcionam maior viabilidade da área.

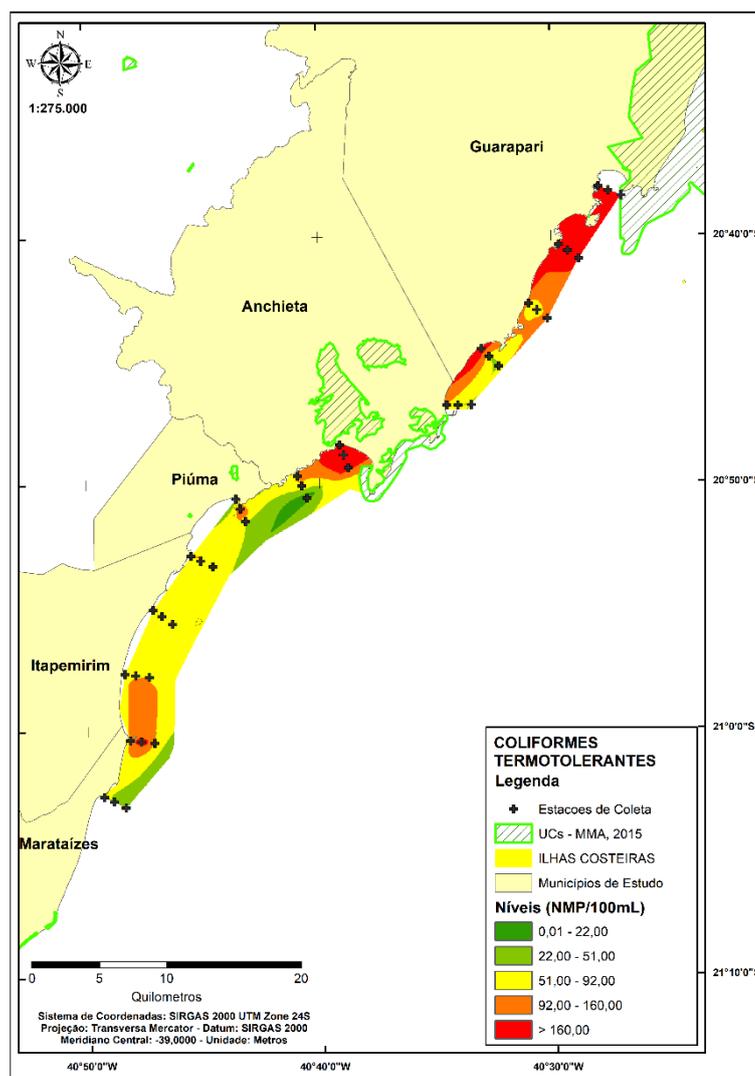


Figura 14. Mapa da concentração de coliformes termotolerantes (NMP/100 mL) da área de estudo no litoral sul do Espírito Santo, considerando faixas de viabilidade da instalação de tanques-rede para a criação do beijupirá. As cores na legenda estão relacionadas à viabilidade e ao range apresentados na Tabela 4, sendo o vermelho valores que proporcionam menor viabilidade e verde escuro os valores que proporcionam maior viabilidade da área.

Em relação à análise de *Enterococcus* sp., os únicos pontos amostrais que foram considerados positivos durante o período amostral foram: 16, 18, 25, 30, 32 e 34. Estes pontos estão localizados nos municípios de Anchieta e Itapemirim.

6.3. Análise toxicológica

Na análise do desenvolvimento larval de *Echinometra lucunter*, o grupo controle apresentou uma média de $85,25 \pm 4,44\%$, validando assim a realização da análise. Porém, nenhum dos pontos amostrados apresentou desenvolvimento igual ou superior a 80% (Figura 15). A média de desenvolvimento larval foi de $14,92 \pm 12,25\%$ e onde houve maior desenvolvimento foi no ponto 13 ($52,60 \pm 41,54\%$), que está a 0,5

Km da costa de Anchieta. O único local amostrado onde não houve inibição total do desenvolvimento foi o ponto 9, localizado a 3 Km da costa de Guarapari.

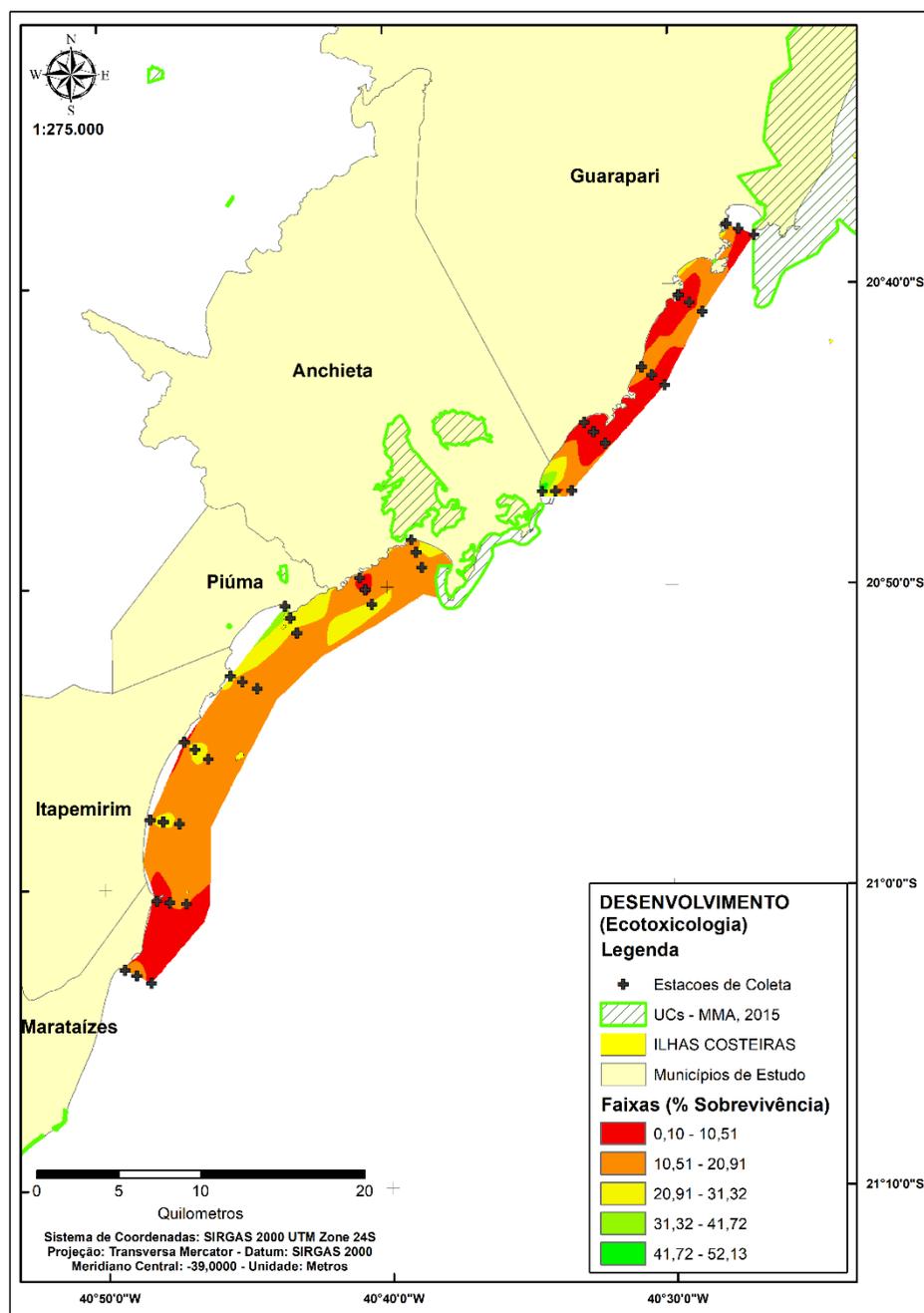


Figura 15. Mapa de toxicidade ambiental, representada pelo desenvolvimento larval dos organismos de *Echinometra lucunter* (%) da área de estudo no litoral sul do Espírito Santo, considerando faixas de viabilidade da instalação de tanques-rede para a criação do beijupirá. As cores na legenda estão relacionadas a viabilidade e ao range apresentados na Tabela 4, sendo o vermelho valores que proporcionam menor viabilidade e verde escuro os valores que proporcionam maior viabilidade da área.

Na Tabela 4 estão dispostos os pesos ponderados, o *range* e a viabilidade associada a este *range* para cada variável utilizada na confecção do mapa final.

Tabela 4. Pesos ponderados atribuídos para cada variável utilizada, seguindo o método proposto por Jha et al. (2017), o *range* de cada uma das cinco classes de valores obtidos e a viabilidade relacionada ao valor de cada classe estabelecida (Barbieri e Doi, 2012; Benetti et al., 2010; Brasil, 2005; Faulk e Holt, 2006; Holmbeck-Pelham e Rasmussem, 1997; Kapetsky et al., 2013; Liao e Leaño, 2005; Miao et al., 2009; Sampaio et al., 2010; Shaffer e Nakamura, 1989).

Ponderação	Variável	Range	Viabilidade
2,00	Profundidade (m)	1,78 - 6,36	Baixa
		6,36 - 10,95	Baixa
		10,95 - 15,68	Média
		15,68 - 23,18	Alta
		23,18 - 37,22	Muito Alta
1,00	Temperatura (°C)	23,36 - 23,87	Alta
		23,87 - 24,15	Alta
		24,15 - 24,41	Alta
		24,41 - 24,66	Alta
		24,66 - 25,18	Alta
1,00	Salinidade (ppt)	28,59 - 29,83	Alta
		29,83 - 31,07	Muito Alta
		31,07 - 32,31	Muito Alta
		32,31 - 33,55	Muito Alta
		33,55 - 34,80	Muito Alta
1,00	Turbidez (NTU)	39,04 - 59,43	Baixa
		26,76 - 39,04	Média
		15,64 - 26,76	Alta
		6,60 - 15,64	Muito Alta
		0,34 - 6,60	Muito Alta
2,00	Oxigênio Dissolvido (mg/L)	6,10 - 6,29	Muito Alta
		6,29 - 6,47	Muito Alta
		6,47 - 6,66	Muito Alta
		6,66 - 6,85	Muito Alta
		6,85 - 7,04	Muito Alta
1,00	Sólidos em Suspensão (mg/L)	63,61 - 80,93	Baixa
		54,94 - 63,61	Baixa

		45,12 - 54,94	Baixa
		32,12 - 45,12	Baixa
		7,28 - 32,12	Média
2,00	Clorofila A (µg/L)	0,65 - 0,80	Muito Alta
		0,50 - 0,65	Muito Alta
		0,35 - 0,50	Muito Alta
		0,21 - 0,35	Muito Alta
		0,05 - 0,21	Muito Alta
2,00	Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL)	>160	Baixa
		92 - 160	Baixa
		51 - 92	Baixa
		22 - 51	Alta
		0 - 22	Muito Alta
2,00	Coliformes Totais (NMP/100 mL)	>160	Baixa
		92 - 160	Baixa
		51 - 92	Baixa
		22 - 51	Alta
		0 - 22	Muito Alta
85,00	Fósforo Total (mg/L)	0,08 - 0,10	Baixa
		0,05 - 0,08	Baixa
		0,04 - 0,05	Média
		0,03 - 0,04	Alta
		0,01 - 0,03	Muito Alta
1,00	Desenvolvimento Larval (%)	0,02 - 9,92	Baixa
		9,92 - 16,10	Baixa
		16,10 - 22,29	Média
		22,29 - 30,12	Média
		30,12 - 52,60	Alta

5.4. Mapa de viabilidade

Com base no mapa final de viabilidade (Figura 16), pode-se perceber que as áreas no litoral sul do Espírito Santo de maneira geral apresentam viabilidade média ao longo de toda a área amostrada, totalizando 11.133,95 hectares (que representam

74,87% da área total estudada). 3.731,84 hectares da área estudada, que representam 25,10% do total da área, foram considerados de baixa viabilidade para criação do beijupirá, enquanto apenas 4,65 hectares são considerados de alta viabilidade. As áreas consideradas de baixa viabilidade se encontram próximas a costa de Guarapari, em Anchieta próxima a foz do rio Beneventes e próximas a costa de Piúma e Itapemirim. A área considerada de alta viabilidade se encontra em Anchieta, próximo ao porto de Ubu.

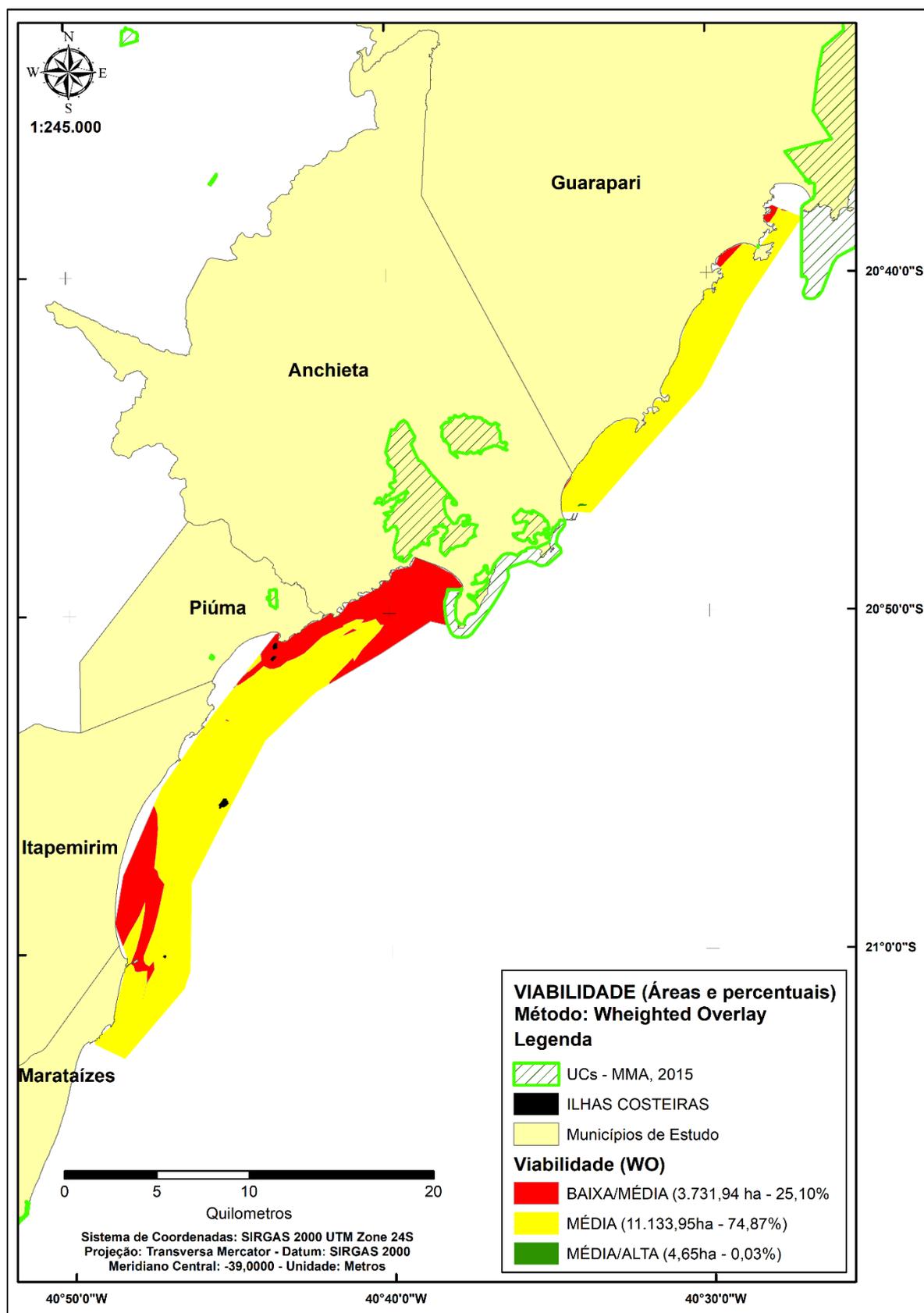


Figura 16. Mapa final de viabilidade da instalação de tanques-rede para criação do beijupirá na área de estudo, no litoral sul do Espírito Santo.

7. DISCUSSÃO

As diferenças tipológicas do litoral sul vistas neste trabalho também foram verificadas por Martins et al. (2013). No presente estudo a área mais ao norte da malha amostral (entre Guarapari e Anchieta) é mais profunda. Áreas mais profundas são aptas a implantação dos tanques-rede, conforme o estudo de Weiss et al. (2018) que avaliaram a aptidão de áreas ao longo do globo para a maricultura e concluíram que o Atlântico Sul possui áreas aptas para instalação de estruturas para alta e média exposição.

Quanto ao padrão de ventos, no litoral centro-sul do Espírito Santo há uma maior persistência nos quadrantes Norte e Nordeste, com ventos de Nordeste sendo mais frequentes. O pico de ocorrência dos ventos no litoral do ES é de ventos Norte e Nordeste com intensidade variando entre 4 e 8 m/s (7,77 a 15,55 nós), com os ventos de Norte podendo chegar a intensidade máxima de 18 m/s (34,98 nós) (Cavalcanti et al., 2009; Oliveira e Quaresma, 2018). Também no litoral sul há uma inversão longitudinal, quando há maior dominância dos ventos de sul e sudoeste em regiões mais próximas a costa, nas regiões mais distantes os ventos de sudeste que são mais dominantes (Nimer, 1989; Oliveira e Quaresma, 2018). Segundo Kapetsky et al. (2013) estes valores obtidos para velocidade do vento são considerados adequados ou altamente adequados para a instalação de estruturas de tanques-rede.

A avaliação destas características meteoclimatológicas é de grande importância não com um caráter biológico, mas sim em relação à aptidão da área para a instalação da estrutura dos tanques-rede e a manutenção de sua estabilidade sem prejuízos. Porém, quando danificadas devido à instalação em áreas incorretas, podem gerar consequências ecológicas caso haja a perda dos peixes que estavam no tanque-rede, que passarão a estar introduzidos no ambiente natural (Beveridge, 2004; James e Slaski, 2006).

Apenas os pontos 7, 16, 17 e 23 apresentaram concentrações de fósforo total na água iguais ou superiores ao limite máximo permitido pelo CONAMA, segundo a Resolução nº 357/2005 (Brasil, 2005). Estes quatro são em distâncias mais próximas a costa (0,5 e 1,5 Km), o que explica a maior concentração de fósforo total na água quando comparados aos pontos mais distantes da costa (3 Km), visto que por estarem mais próximos da costa e da foz de rios estão mais susceptíveis à influência desses meios. A concentração de fósforo na água é um parâmetro de grande importância, uma vez que é considerado um limitante de qualidade da água, e essa concentração

tende a aumentar em áreas de maricultura em tanque-rede devido ao aporte de ração no sistema, assim como ocorre com as concentrações de nitrogênio (Brooks et al., 2002; Pearson e Black, 2001). Esse aumento nas concentrações desses nutrientes acarreta consequências ecológicas, como aumento da biomassa de fitoplâncton (Leung et al., 1999), alteração química do sedimento e ecologia de organismos bentônicos (Gowen e Bradbury, 1987).

Os pontos 16 e 17 também apresentaram as maiores concentrações de clorofila A. Os pontos mais próximos a foz do rio Beneventes (pontos 16 e 17) e à região metropolitana (pontos 1 e 2) são os que apresentaram maior concentração de sólidos em suspensão. Estes mesmos pontos também apresentaram os maiores valores de turbidez, que apresenta correlação moderada positiva com a concentração de clorofila A ($r^2 = 0,47$) e negativa com a profundidade ($r^2 = -0,48$), ou seja, a turbidez é maior em pontos onde a profundidade é menor e a concentração de clorofila A é maior. A concentração de clorofila A representa uma avaliação da qualidade ambiental, visto que uma maior concentração deste pigmento é consequência de um maior aporte alóctone de nutrientes (como o fósforo) no ambiente, o que quer dizer que há uma situação de poluição.

Todos os pontos apresentaram salinidade dentro do espectro tolerado pelo beijupirá, que é uma espécie com ampla tolerância quanto à variação na salinidade, sendo naturalmente encontrada em águas com salinidade variando entre 22,5 e 44,5 (Shaffer e Nakamura, 1989). Os valores obtidos para salinidade em toda a área amostral garantem que os organismos, nestes pontos, não serão prejudicados quanto à sua saúde ou crescimento. Em salinidades inferiores a 5 ppt, os organismos tornam-se susceptíveis a doenças (Faulk e Holt, 2006), em locais com salinidade inferior a 20 ppt os organismos tornam-se mais sensíveis à amônia (Barbieri e Doi, 2012), e apresentam sua maior taxa de crescimento em ambientes com salinidade em torno de 30 ppt (Sampaio et al., 2010). É necessário considerar também o fato de que pontos amostrais próximos à foz dos rios Beneventes e Itapemirim podem sofrer grandes influências dessas águas, onde a água do mar salina pode ser transformada em salobra e, com isso, tornar o ambiente inapto à criação do beijupirá, devido a condições fora do ideal para a espécie.

Quanto à concentração de oxigênio dissolvido na água, todos os pontos amostrais estão dentro do limite permitido pela resolução nº 357 de 2005 do CONAMA, que é no mínimo 6 mg/L (Brasil, 2005). O oxigênio dissolvido é um dos

principais fatores que influenciam na saúde e no crescimento dos peixes em maricultura, sendo considerado essencial para a manutenção da atividade osmótica e para a digestão e assimilação de nutrientes provenientes da alimentação. A concentração de oxigênio dissolvido normalmente está relacionada a outros fatores ambientais, como a temperatura e a salinidade (Loka, 2015). Neste estudo a concentração de oxigênio apresentou correlação negativa fraca com a salinidade ($r^2 = -0,34$) e não apresentou correlação com a temperatura ($r^2 = 0,04$). A concentração mínima aceitável de oxigênio dissolvido na água está entre 5 e 6 mg/L (Washington Department of Ecology, 1973; US EPA, 1976), mas segundo Loka (2015) a concentração necessária para a criação de peixes marinhos em gaiolas varia entre 6 e 9 mg/L. Em situações de restrição alimentar, concentrações abaixo de 4 mg/L podem ser limitantes para o crescimento de peixes (Poxton e Allouse, 1982).

A temperatura nos pontos amostrados variou entre 23,36°C e 25,18°C, estando dentro da faixa ideal para o beijupirá, uma vez que a temperatura ideal para que haja o desenvolvimento máximo ou moderado e a eficiência alimentar nesta espécie varia entre 22°C e 32°C (Liao e Leño, 2005; Miao et al., 2009; Sampaio et al., 2010; Benetti et al., 2010). Com base nos resultados obtidos, espera-se que não haja redução na alimentação dos indivíduos nos locais selecionados, visto que essa só é prejudicada em temperaturas menores que 21°C (Miao et al., 2009). Em cultivo realizado na costa do Rio de Janeiro pelo período de um ano, a temperatura da água variou entre 19°C e 30°C e não houve mortalidade dos organismos em decorrência as baixas temperaturas (Sampaio et al., 2011). Latitudinalmente o padrão de temperaturas não ocorreu da maneira prevista, visto que os pontos mais ao sul da malha amostral apresentaram-se mais quentes em relação aos demais. Esperava-se que os pontos mais próximos ao estado do Rio de Janeiro fossem mais frios devido ao processo de ressurgência que ocorre no litoral norte carioca, levando as águas frias para a superfície e substituindo as águas quentes que são “empurradas” pela ação do vento (Valentin et al., 1986; Bassani et al., 1999). Pode-se propor como explicação para este resultado o curto período amostrado (1 ano) da área de estudo, que talvez não tenha sido suficiente para que o fenômeno da ressurgência fosse perceptível, ou talvez este ano de amostragem tenha sido um ano atípico.

A concentração de coliformes totais e de termotolerantes possuem uma forte correlação positiva entre si ($r^2 = 0,73$). Segundo a resolução n° 357/2005 do CONAMA, águas salinas de classe 1 para cultivo de moluscos bivalves (visto que não há uma

legislação específica para peixes) destinados ao consumo humano o máximo de coliformes permitidos é de 88 coliformes em 100 mL (Brasil, 2005). Apenas nove pontos apresentam concentrações abaixo do limite máximo permitido tanto para totais quanto para termotolerantes: 8 e 11 em Guarapari; 14, 15 e 21 em Anchieta; 24 em Piúma; 37, 38 e 39 em Marataízes. É de grande importância a realização de análises microbiológicas em ambientes onde se realiza ou se pretende realizar atividades de maricultura, pois associado ao benefício do avanço e aumento da maricultura está o risco a saúde humana, uma vez que peixes criados para consumo podem ser vetores de bactérias patogênicas para homem (Islam et al., 2000). São escassos os estudos microbiológicos focados em peixes cultivados (Saraswathi et al., 2015). As bactérias patogênicas, provenientes do meio têm sua instalação no tecido muscular de peixes facilitada quando estes são criados em tanques-rede instalados em áreas contendo altos níveis de coliformes totais, *Escherichia coli* e *Salmonella* sp. (Guzman et al., 2004).

A baixa média de desenvolvimento larval de ouriços-do-mar nos pontos amostrados pode apontar para um cenário de contaminação do ambiente aquático por xenobióticos ou de um conjunto de interações entre variáveis abióticas que não proporcionam um meio apto para o desenvolvimento desses organismos. Nos dois casos, pode-se inferir que existem fatores que proporcionam uma menor qualidade ambiental e/ou prejuízo quanto à saúde ambiental. A deposição de contaminantes em ambientes costeiros de maneira geral ocorre através de esgoto doméstico e industrial, mineração, liberações de navios, atividades de aquicultura intensiva, atividade portuária, extração de petróleo e derrames acidentais de vários produtos químicos, dentre outras fontes (Prósperi e Nascimento, 2008). A contaminação ambiental por xenobióticos, sejam metais ou hidrocarbonetos, apresentam caráter tóxico para diferentes organismos marinhos, como ouriços do mar e ostras, prejudicando sua fertilização e desenvolvimento (Pillai et al., 2003; Pereira et al., 2018, Wessel et al., 2007).

Devido à ampla distribuição de ouriço-do-mar nos mares europeus, este teste de toxicidade embrionária é amplamente utilizado e recomendado em várias diretrizes para avaliação de toxicidade em amostras ambientais (Morrone et al., 2016). Soares e Junior (2016) demonstraram a toxicidade de Cobre, Chumbo, Cromo e Cádmio em testes embrio-larvais utilizando ouriço do mar (*Lytechinus variegatus*) como organismo bioindicador e ressaltam que outros equinodermos também podem ser utilizados em

estudos para avaliar impactos ambientais. A mesma recomendação é realizada por Alves et al. (2017) que utilizaram a mesma espécie (*Lytechinus variegatus*) em biomonitoramento com o foco na avaliação de Cromo, Ferro, Zinco e Arsênio.

É escassa a realização de testes toxicológicos em estudos voltados para a seleção de ambientes para a maricultura. Porém, Botelho et al. (2018) já utilizaram o beijupirá como bioindicador para avaliar efeitos genotóxicos das condições de cultivo de juvenis próximo à costa, utilizando teste do micronúcleo e ensaio cometa como biomarcadores. Os autores incentivam a realização dessas técnicas para monitorar regiões de cultivo, uma vez que a espécie responde bem a compostos genotóxicos. Adams (2018) relatou a capacidade de bioconcentração de Mercúrio no músculo de indivíduos de beijupirá coletados no litoral sudeste dos Estados Unidos. Os indivíduos avaliados apresentaram uma concentração de Mercúrio máxima de 3,9 mg/Kg (peso úmido), e 80% dos organismos avaliados apresentam concentrações de Mercúrio total maiores que 0,3 mg/Kg (peso úmido), que é o valor permitido pela Agência de Proteção Ambiental (EPA) para saúde humana.

Os parâmetros ambientais selecionados para caracterizar a área de estudo sugerem que o litoral sul do Espírito Santo possui potencial para maricultura e, especificamente, para a criação do beijupirá (Figura 15). Porém, a variabilidade espacial destes parâmetros indica diferenças de viabilidade ao longo do litoral sul. Dentro de toda a área amostrada, um total de 7.914,14 ha (30,30% da área analisada) é considerado altamente viável para a instalação de tanques-rede voltados para o cultivo do beijupirá. Um total de 6.142,84 ha (23,52% da área estudada) apresentou uma baixa viabilidade para instalação dos tanques-rede, e 46,18% da área estudada apresentou uma viabilidade média. Os mapas de caracterização e avaliação da viabilidade da área fornecem informações úteis para o processo de seleção das áreas a serem implementados os tanques-rede dentro da região estudada.

Com base nos resultados obtidos, temos áreas viáveis para a realização da maricultura de maneira geral e áreas com condições físico-químicas favoráveis ao beijupirá. Porém, levando em consideração os parâmetros biológicos e toxicológico percebe-se uma situação preocupante. A análise de toxicidade ambiental mostrou que nenhum dos pontos amostrados possuíram um desenvolvimento ótimo das larvas de *E. lucunter*, e pouquíssimas apresentaram um alto desenvolvimento, concluindo que essa região pode ter um cenário de contaminação ambiental. Com base nas análises microbiológicas podemos perceber que pouquíssimos pontos amostrados estão

dentro da conformidade com a legislação pertinente. Estes resultados informam uma possível situação de sobrecarga dos ambientes costeiros e marinhos estudados no litoral sul do Espírito Santo. Diante dessa situação é importante tomar atenção para a atual qualidade ambiental da região antes de se pensar em iniciar um empreendimento de maricultura, visando principalmente a qualidade ambiental e a segurança alimentar dos produtos que serão desenvolvidos nessa região no futuro.

8. CONCLUSÃO

Este é o primeiro estudo a estabelecer os locais mais aptos para a criação do beijupirá (*Rachycentron canadum*) no litoral sul do Espírito Santo. O estado apresenta poucas áreas viáveis para a criação desta espécie, visto que há um total de 4,65 ha com viabilidade alta e 11.133,95 ha com viabilidade média, que juntas compreendem 74,90% da área de estudo. Podemos concluir que todos os municípios estudados apresentam as áreas com viabilidade média e apenas Anchieta possui uma pequena área com alta viabilidade para esta atividade, devido suas características ambientais compatíveis com as necessidades biológicas da espécie e com as condições necessárias para instalação das gaiolas para criação dos animais. Porém, é necessário que se tenha atenção com a área de estudo, uma vez que grande parte dela apresenta concentrações altas de coliformes totais e termotolerantes, e uma baixa taxa de desenvolvimento larval de indivíduos de *E. lucunter*, o que pode indicar que a área em questão já se encontra em situação de sobrecarga ambiental.

9. SUGESTÕES

Sugerimos que seja realizado o biomonitoramento da região a longo prazo, para que se possa acompanhar possíveis mudanças nas condições ambientais ao longo do tempo. Também sugerimos que seja realizada a análise da bioconcentração de metais e análises microbiológicas em tecido muscular nos indivíduos de *Rachycentron canadum* criados na região, com o intuito de assegurar a segurança alimentar. É de grande importância que também sejam realizadas análises de caráter social e logístico, levando em consideração a proximidade de mercado consumidor, a facilidade do escoamento do produto, a presença de infraestrutura adequada para processar e armazenar o montante produzido nas áreas de criação, e também a tradição e presença de comunidade pesqueira.

10. REFERÊNCIAS

Ababouch, L. 2005. Fisheries and Aquaculture topics, composition of fish, topics fact sheets. In: Fisheries and Aquaculture Department. Roma: FAO – Food and Agriculture Organization.

ABNT NBR 15350, 2006. Ecotoxicologia aquática – Toxicidade Crônica de curta duração – Método de ensaio com ouriço-do-mar (Echinodermata: Echinoidea).

Adams, D.H. 2018. Mercury in Cobia from Estuarine and Offshore Waters of the Southeastern United States: Fisheries Implications. Transactions of the American Fisheries Society, v.147, p.363 – 369.

Agostinho, A.A.; Gomes. L.C.; Pelicice, F. M. 2007. Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil. Maringá, Eduem, 501p.

Albino, J.; Paiva, D.S.; Machado, G.M. 2001. Geomorfologia, tipologia, vulnerabilidade erosiva e ocupação urbana das praias do litoral do Espírito Santo, Brasil. Geografares, v.2, p. 63 – 69.

Alves, M.B.; Emerenciano, A.A.K.; Bordon, I.C.; Silva, J.R.M.C.; Fávaro, D.I.T. 2017. Biomonitoring evaluation of some toxic and trace elements in the sea urchin *Lytechinus variegatus* (Lamarck, 1816) in a marine environment: northern coast of São Paulo (Brazil). Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry. doi: <https://doi.org/10.1007/s10967-017-5644-9>.

APHA - American Public Health Association, American Water Works Association, and Water Pollution Control Federation. 1985. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 16th edition. APHA, Washington. DC.

APHA - American Public Health Association, American Water Works Association, and Water Pollution Control Federation. 1989. Standard Methods for the Examination of Waste, Sewage, and Industrial Wastewater, 17th edition. APHA, Washington. DC.

Arar, E.J; Collins, G.B. 1997. Method 445.0 In Vitro Determination of Chlorophyll a and Pheophytin in Marine and Freshwater Algae by Fluorescence. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC.

Arias, A.R.L.; Buss, D.F.; Albuquerque, C.; Inácio, A.F.; Freire, M.M.; Egler, M.; Mugnai, R.; Baptista, D.F. 2007. Utilização de bioindicadores na avaliação de impacto e no monitoramento da contaminação de rios e córregos por agrotóxicos. *Ciência & Saúde Coletiva*, v.12, n.1, p. 61 – 72.

Arnold, C.R.; Kaiser, J.B.; Hol, G.J. 2002. Spawning of cobia (*Rachycentron canadum*) in captivity. *Journal of the World Aquaculture Society*, v. 33, n.2, p. 205-208.

Aronoff, S. 1991. Geographical information system: a management perspective. Ottawa, WDL Publications.

Bagdanavičiūtė, I.; Umgiesser, G.; Vaičiūtė, D.; Bresciani, M.; Kozlov, I.; Zaiko, A. 2018. GIS-based multi-criteria site selection for zebra mussel cultivation: Addressing end-of-pipe remediation of a eutrophic coastal lagoon ecosystem. *Science of the Total Environment*, v.634, p.990 – 1003.

Bandeira, A.; Petri, S.; Suguio, K. 1975. Projeto Rio Doce. Rio de Janeiro: Petrobrás/Campos, 203p.

Barardi, C.R.M.; Santos, C.S.; Simões, C.M.O. 2001. Ostras de qualidade em Santa Catarina. *Ciência hoje*, Rio de Janeiro, v. 29, n. 172, p. 70-73.

Barbirei, E.; Doi, S. 2012. Acute toxicity of ammonia on juvenile cobia (*Rachycentron canadum*, Linnaeus, 1766) according to the salinity. *Aquaculture International*, v.20, n.2, p.373 – 382.

Bassani, C.; Bonecker, A.C.T.; Bonecker, S.L.C.; Nogueira, C.R.; Reis, J.M.L.; Nascimento, L.R. 1999. Plâncton do litoral norte do Estado do Rio de Janeiro (21°00' a 23°30'S) – Análise e síntese do conhecimento. *Oecologia Brasiliensis*, v.7, p.99 – 120.

Benetti, D.; Sardenberg, B.; Hoening, R.; Welch, A.; Stieglitz, J.; Miralao, S.; Farkas, D.; Brown, P.; Jory, D. 2010. Cobia (*Rachycentron canadum*) hatchery-to-market

aquaculture technology: recent advances at the University of Miami Experimental Hatchery (UMEH). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, p. 60 – 67.

Benetti, D.D. 2003. Marine fish aquaculture breakthroughs in the U.S., Caribbean. *Global Aquaculture Alliance Advocate*, Baton Rouge, v. 6, p. 80-81.

Bezerra, T.R.Q.; Duarte, C.C.; Domingues, E.C.; Hamilton, S.; Cavalli, R.O. 2011. Uso de sistemas de informação geográfica na definição de áreas propícias para a piscicultura marinha. *Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR*, p.4856-4863, Curitiba, PR, Brasil.

Beveridge, M.C.M. 2004. *Cage Aquaculture*. Oxford, UK, Blackwell Publishing.

Boscardin, N.R. 2008. Produção Aqüícola. In: *Aqüicultura no Brasil: o desafio é crescer*. Ostrensky, A.; Borghetti, J.R.; Soto, D. (organizadores), Brasília, DF, p. 27 – 72.

Botelho, M.T.; Passos, M.J.A.C.R.; Hasue, F.M.; Lemos, D.; Rodrigues, E.; Yasumaru, F.; van Phan, N.; Gomes, V. 2018. *Brazilian Journal of Oceanography*, v.66, n.2, p.189 – 198.

Brandini, F.P.; Silva, A.S.; Proença, L.A.O. 2000. Oceanografia e Maricultura. In: Valenti, W.C. (Ed.). *Aquicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável*. Brasília: CNPq/Ministério da Ciência e Tecnologia. p. 73 – 106.

Brasil. 1952. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 30.691, de 29 de março de 1952. Aprova o novo Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. *Diário Oficial da União*, Brasília, 7 jul. 1952. Seção 1, p. 10785.

Brasil. 2005. CONAMA. Resolução. 357, de 17 de março de 2005. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, v. 357.

Brasil. 2012. Ministério da Pesca e Aquicultura. *Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura*. Brasília, DF, 128p.

Briggs, J.C. 1960. Fishes of world-wide (circumtropical) distribution. *Copeia*, v. 3, p. 171-180.

Brooks, K.M.; Mahnken, C.; Nash, C. 2002. Environmental effects associated with marine net pen waste with emphasis on salmon farming in the Pacific Northwest. In: Stickney, R.R., McVey, J.P. (Eds.), Responsible Marine Aquaculture. CAB International, Cambridge, pp. 149–203.

Brusca, R.C., Brusca, G.J., 1990. Phylum echinodermata. Invertebrates. Sinauer Associates Sunderland, MA, pp. 801–839.

Bucheli, T.D.; Fent, K. 1995. Introduction of cytochrome P450 as biomarker for environmental contamination in aquatic ecosystems. Critical Review in Environmental Science Technology, v.25, p.201 – 268.

Burger, J. 2008. Fishing, fish consumption and awareness about warnings in a university community in central New Jersey in 2007, and comparisons with 2004. Environmental Research, v.108, n.1, p. 107 – 116.

Calabrese, E.J. 1991. Multiple chemical interactions. Chelsea: Lewis Publications.736p.

Cameron, R.A., 2002. Sea urchin developmental genetics and culture. In: Matranga Smolenicka (Ed.), The Sea Urchin: From Basic Biology to Aquaculture. Swets and Zeitlinger, Lisse, pp. 31–36.

Candia Carnevali, M.D., 2005. Regenerative response and endocrine disrupters in Crinoid echinoderms: an old experimental model, a new ecotoxicological test. In: Matranga, V. (Ed.), Echinodermata, Progress in Molecular and Subcellular Biology, Subseries Marine Molecular Biotechnology. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, pp. 167–199.

Cavalcanti, I.F.A.; Ferreira, N.J.; Dias, M.A.F.; Justi da Silva, M.G.A. 2009.. Tempo e Clima no Brasil. Oficina de Textos. 1ª edição.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. 2018. Norma Técnica L5.202: Coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Escherichia coli* – Determinação pela técnica de tubos múltiplos. 5ª edição. 29 p.

Chou, R.L.; Su, M.S.; Chen, H.Y. 2001. Optimal dietary protein and lipid levels for juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). *Aquaculture*, v.193, p.81 – 89.

Chua, T. 1997. Sustainable aquaculture and integrated coastal management. In: Bardach, J. E. (ed.). *Sustainable aquaculture*, p. 177-199). New York: John Wiley and Sons.

Collaço, F.L.; Sartor, S.M.; Barbieri, E. 2015. Cultivo de Bijupirá (*Rachycentron canadum*) em Cananeia, SP, Brasil. Avaliação da viabilidade utilizando geoprocessamento. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, v. 15, n.2, p. 277 – 289.

ESRI. 2009. ArcGIS Desktop. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.

Faulk, C.K; Holt, G.J. 2006. Responses of cobia *Rachycentron canadum* larvae to abrupt or gradual changes in salinity. *Aquaculture*, v.254, p.275-283.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2010. *El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura*, Roma, Itália.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2008. *The State of World Fisheries and Aquaculture*, Roma, Itália.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2014. *The State of World Fisheries and Aquaculture. Opportunities and Challenges*, Roma, Itália.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2017. *World Aquaculture 2015: A Brief Overview*, Roma, Itália.

Farias, E.G.G.; Lorenzetti, J.A.; Maia, L.P.; Gastão, F.G.C; Bezerra, L.J.C. 2010. Uso de técnicas de geoprocessamento na identificação de áreas favoráveis ao cultivo de macroalgas marinha. *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca*. v.5, n.3, p. 16 – 27.

Figueiredo, J.L.; Menezes, N.A. 1980. *Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil*. III. Teleostei (2). São Paulo: Museu de Zoologia da USP. 90p.

Figueiredo, J.L.; Menezes, N.A. 2000. *Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil*. São Paulo: Museu de Zoologia/USP. 116p.

Fishbase. 2017. Disponível em: < <http://www.fishbase.org/summary/3542>>, Acesso em 4 de junho de 2017.

Fisher, W.L.; Rahel, F.J. 2004. Geographic information systems in fisheries. *Journal of Fish Biology*, v.66, p.290–291.

Freitas, C.E.C.; Siqueira-Souza, F.K. 2009. O uso de peixes como bioindicador ambiental em áreas de várzea da bacia amazônica. *Revista Agrogeoambiental*, p. 39 – 45.

Freitas, R.R.; Tagliani, C.R.A.; Poersch, L.H.S.; Tagliani, P.R.A. 2009. Gestão de ambientes costeiros: uso de SIG como apoio a decisão na implantação de fazendas de camarões marinhos, Ilha da Torotama, RS. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, v.9, n.3, p.45 – 54.

Furtado, M.R. 2004. Desequilíbrio climático abre mercado para novos hidrocolóides. *Química e Derivados*, v.430.

Gee, K.; Burkhard, B. 2010. Cultural ecosystem services in the context of offshore wind farming: A case study from the west coast of Schleswig-Holstein. *Ecological Complexity*, v.7, p.349–358.

Gimpel, A.; Stelzenmüller, V.; Grote, B.; Buck, B.H.; Floeter, J.; Núñez-Riboni, I.; Pogoda, B.; Temming, A. 2015. A GIS modelling framework to evaluate marine spatial planning scenarios: Co-location of offshore wind farms and aquaculture in the German EEZ. *Marine Policy*, n.55, p.102 – 115.

Gopakumar, G., A. K. Abdul Nazar, G. Tamilmani, M. Sakthivel, C. Kalidas, N. Ramamoorthy, S. Palanichamy, V. Ashok Maharshi, K. Srinivasa Rao and G. Syda Rao. 2012. First experience in the larviculture of cobia, *Rachycentron canadum* (Linnaeus, 1752) in India. *Indian Journal of Fisheries* 59:59-63.

Gowen, R.J.; Bradbury, N.B. 1987. The ecological impact of salmonid farming in coastal waters: a review. *Oceanography and Marine Biology Annual Review*, v.25, p.563–575.

Guzmán, M.C.M.; Bistoni, L.A.; Tamagnini, L.M.; González, R.D. 2004. Recovery of *Escherichia coli* in fresh water fish, *Jensynsia multidentata* and *bryconamericus iheringi*. *Water Research*, v.38, p.2368-2374.

Halwart, M.; Soto, D.; Arthur, J.R. 2007. Cage aquaculture: regional reviews and global overview. *FAO Fisheries Technical Paper*, v. 498, 214p.

Holmbeck-Pelham, S.A.; Rasmussen, T.C. 1997. Characterization of the temporal and spatial variability of turbidity in the Upper Chattahoochee River. In: Hatcher, K.J. (Ed.), *Proceedings of the 1997 Georgia Water Resources Conference*. March 20–22, 1997, Athens

Holt, G.J.; Faulk, C.K.; Schwarz, M.H. 2007. A review of the larviculture of cobia *Rachycentron canadum*, a warm water marine fish. *Aquaculture*, v. 268, p. 181-187.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. *Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: Aquisição alimentar domiciliar per capita*. Rio de Janeiro: IBGE.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2011. *Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: Análise do consumo alimentar pessoal no Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE.

Islam, M.D.; Tanaka, M. 2004. Impact of pollution on coastal and marine ecosystems including coastal and marine fisheries and approach for management: a review and synthesis. *Marine Pollution Bulletin*, v.48, p. 624-649.

James, M.A.; Slaski, R. 2006. *Appraisal of the opportunity for offshore aquaculture in UK waters*. UK, Department for Environment and Rural Affairs and Seafish.

Jarmon, C.; Au Belatti, D.; Mowrey, S. 2004. *Legal issues surrounding the development of sustainable forms of aquaculture in Hawai'i*. University of Hawai'i at Manoa, William S. Richardson School of Law: Honolulu, HI, USA.

Jha, D.K.; Rajaprabhu, G.; Kirubgaran, R.; Kumar, R.S.; Dharani, G.; Das, A.; Gopinath, G.; Santhanakumar, J. 2017. Estimation of potential zones for offshore mariculture in the Indian Sea using geographical information system as a management tool. *Journal of Coastal Conservation*, v.21, n.15. doi: DOI 10.1007/s11852-017-0556-y.

- Kapetsky, J.M.; Aguilar-Manjarrez, J.; Jenness, J. 2013. A global assessment of potential offshore mariculture development from a spatial perspective. In: FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, n.549, Roma, Itália. 181p.
- Kapetsky, J.M.; Hill, J.M.; Worthy, L.D.; Evans, D.L. 1990. Assessing potential for aquaculture development in geographic information system. Journal of the World Aquaculture Society, v.21, n.4, p.241 – 249.
- Landau, M. 1992. Introduction to Aquaculture. Wiley, New York, 440p.
- Leung, K.M.Y.; Chu, J.C.W.; Wu, R.S.S. 1999. Nitrogen budget for the areolated grouper *Epinephelus areolatus* cultured under laboratory conditions and in open-sea cages. Marine Ecology Progress Series 186, 271–281.
- Liao, I.C.; Su, H.M.; Chang, E.Y. 2001. Techniques in finfish culture in Taiwan. Aquaculture v. 200, p. 1–31.
- Liao I.C.; Leaño E.M. 2005 Cobia aquaculture in Taiwan. World Aquaculture, v.36, p.31–36.
- Lima, E.J.B., Gomes, P.B., Souza, J.R.B., 2009. Reproductive biology of *Echinometra lucunther* (Echinodermata: echinoidea) in a northeast Brazilian sandstone reef. An. da Acad. Bras. De. Ciências 81, 51–59.
- Lins, J.A.P.N.; Kirschnik, P.G.; Queiroz, V.S.; Cirio, S.M. 2010 Uso de peixes como biomarcadores para o monitoramento ambiental aquático. Ciência Ambiental, v.8, p. 469–484.
- Loka J., 2015 Importance of water quality in mariculture. Central Marine Fisheries Research Institute, Karwar Research Centre of CMFRI, Karwar.
- Longdill, P.C.; Healy, T.R.; Black, K.P. 2008. An integrated GIS approach for sustainable aquaculture management area site selection. Ocean & Coastal Management, v.51, n.8-9, p.612–624.

Malczewski, J.2006. GIS-based multi-criteria decision analysis: a survey of the literature. *International Journal of Geographical Information Science*, v.20, n.7, p.703–726.

Mariante, L.F.; Lemos, G.B.; Eutrópio, F.J.; Gomes, L.C. 2009. Reproductive biology of *Echinometra lucunther* (Echinodermata: echinoidea) in Praia da Costa, Vila Velha, Espírito Santo. *Zoologia*, v.26, p.641–646.

Martins, A.S.; Doxsey, J.R. 2006. Diagnóstico da Pesca no Litoral do estado do Espírito Santo. In: Isaac, V.J.; Martins, A.S.; Haimovici, M.; Andriguetto Filho, J.M. A pesca marinha e estuarina do Brasil no início do século XXI: recursos, tecnologias, aspectos socioeconômicos e institucionais. Belém: Universidade Federal do Pará – UFPA. p.93–115.

Martins, A.S.; Pinheiro, H.T.; Leite Júnior, N.O. 2013. Biologia reprodutiva do camarão sete-barbas no litoral centro sul e sul do Espírito Santo, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, v.39, n.3, p.205 – 215.

Mateo, J.; Silva, E.V. 2013. Planejamento e gestão ambiental: subsídios da geoecologia das paisagens e da teoria geosistêmica. Edições da UFC, Fortaleza, CE, Brasil. 370p.

Miao S, Jen CC, Huang CT, Hu SH (2009) Ecological and economic analysis for cobia *Rachycentron*

canadum commercial cage culture in Taiwan. *Aquacult Int* 17:125–141

Miao S, Jen CC, Huang CT, Hu SH (2009) Ecological and economic analysis for cobia *Rachycentron*

canadum commercial cage culture in Taiwan. *Aquacult Int* 17:125–141

Miao S, Jen CC, Huang CT, Hu SH (2009) Ecological and economic analysis for cobia *Rachycentron*

canadum commercial cage culture in Taiwan. *Aquacult Int* 17:125–141

Miao S, Jen CC, Huang CT, Hu SH (2009) Ecological and economic analysis for cobia *Rachycentron*

canadum commercial cage culture in Taiwan. *Aquacult Int* 17:125–141

Miao, S.; Jen, C.C.; Huagn, C.T.; Hu, S.H. 2009. Ecological and economic analysis for cobia *Rachycentron canadum* commercial cage culture in Taiwan. *Aquaculture International*, v. 17, n. 2, p. 125-141.

Morrone, L.; Pansino, A.; Pellegrini, D.; Regoli, F.; Matranga, V. 2016. Development of a new integrative toxicity index based on an improvement of the sea urchin embryo toxicity test. *Ecology and Environmental Safety*, v.123, p.2 – 7.

Mujika, M.; Calvo, M.; Lucena, F.; Girones, R. 2003. Comparative analysis of pathogens and potential indicators in shellfish. *International journal of food microbiology*, n. 83, p. 75-85.

Nath, S.S.; Bolte, J.P.; Ross, L.G.; Aguilar-Manjarrez, J. 2000. Applications of geographical information system (GIS) for spatial decision support in aquaculture. *Aquacultural Engineering*, n.23, p. 233 – 278.

Nhu, V.C.; Nguyen, H.Q.; Le, T.L; Tran, M.T.; Sorgeloos, P.; Dierckens, K.; Reinertsen, H.; Kjørsvik, E.; Svennevig, N. 2011. Cobia *Rachycentron canadum* aquaculture in Vietnam: Recent developments and prospects. *Aquaculture*, v.315, p. 20-25.

Nimer, E. 1989. *Climatologia do Brasil*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 421p. Rio de Janeiro, RJ.

Nobre, A.M.; Bicker, S.B.; Ferreira, J.G.; Yan, X.; De Wit, M.; Nunes, J.P. 2010. Integrated environmental modeling and assessment of coastal ecosystems: Applications for aquaculture management. *Coastal Management*, n.39, p. 536 – 555.

Oliveira, K.S.S.; Quaresma, V.S. 2018. Condições típicas de vento sobre a região marinha adjacente à costa do Espírito Santo. *Revista Brasileira de Climatologia*, v.22, p.501 – 523.

Oliveira, R.C. 2009. O Panorama da aquicultura no Brasil: A prática com foco na sustentabilidade. *Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade*, v. 2, n.1, p. 71 – 89.

ONU – Organização das Nações Unidas. 2012. The 2012 Revision Population Database. Acessado em 5 de junho de 2017. Disponível em: <http://esa.un.org/wpp/unpp/panel_population.htm>.

Paulics, V. 2001. Escola de Pesca de Piúma. 20 Experiências de gestão pública e cidadania. *In*: Farah, M.F.S.; Barboza, H.B. Programa de Gestão Pública e cidadania. São Paulo, SP, Brasil. 284p.

Pereira, T.M.; Merçon, J.; Passos, L.S.; Coppo, G.C.; Miranda-Lopes, T.O.; Cabral, D.S.; Scherer, R.; Chippari-Gomes, A.R. 2018. Effects of the water-soluble fraction of diesel oil (WSD) on the fertilization and development of a sea urchin (*Echinometra lucunter*). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v.162, p.59 – 62.

Pillai, M.C.; Vines, C.A.; Wikramanayake, A.H.; Cherr, G.N. 2003. Polycyclic aromatic hydrocarbons disrupt axial development in sea urchin embryos through a β -catenin dependent pathway. *Toxicology*, v.196, p.93–108.

Pillay, T.V.R. 1996. *Aquaculture and the Environment*. Fishing News Books, Oxford, 189p.

Pearson, T.H.; Black, K.D. 2001. The environmental impacts of marine fish cage culture. *In*: Black, K.D. (Ed.), *Environmental Impacts of Aquaculture*. Sheffield Academic Press, pp. 1– 30

Pereira, L.A.; Rocha, R.M. 2015. A maricultura e as bases econômicas, social e ambiental que determinam seu desenvolvimento e sustentabilidade. *Ambiente & Sociedade*, v.3, p. 41 – 54.

Pérez, O.M.; Telfer, T.C.; Ross, L.G. 2005. Geographical information systems-based models for offshore floating marine fish cage aquaculture site selection in Tenerife, Canary Islands. *Aquaculture Research*, v.36, p.946 – 961.

Poxton, M. G.; Allouse, S. B. 1982. Water quality criteria for marine fisheries. *Aquacultural Engineering*, v.1, n.3, p.153 – 191.

R Core Team. 2018. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>

- Radhakrishnan, K.; Ferosekhan, S.; Aanand, S.; Karthy, A.; Priyadarshani, A. 2018. World Aquaculture, June 2018, p. 64 – 66.
- Radiarta, N.I.; Saitoh, S.; Miyazono, A. 2008. GIS-based multi-criteria evaluation models for identifying suitable sites for Japanese scallop (*Mizuhopecten yessoensis*) aquaculture in Funka Bay, southwestern Hokkaido, Japan. Aquaculture, v.284, p.127 – 135.
- Rana, K.J. 1997. Trends in global production 1894-1995. Review of the state of world aquaculture. FAO Fisheries Circular, v. 886, n.1, p.3 – 6.
- Raper, J.F.; Maguire, D.J. 1992. Design Models and Functionality in GIS. Computers and Geosciences, London, v.18, n.4, p.387 – 400.
- Regan, P.M.; Margolin, A.B.; Watkins, W.D. 1993. Evaluation of microbial indicators for the determination of the sanitary quality and safety of shellfish. Journal of shellfish research, v. 12, n. 1, p. 95-100.
- Resley, M.; Webb, K.; Holt, J. 2006. Growth and survival of juvenile cobia, *Rachycentron canadum*, at different salinities in a recirculating aquaculture system. Aquaculture, v. 253, n.1-4, p. 398 – 407.
- Roubach, R.; Correia, E.S.; Zaiden, S.; Martino, R.C.; Cavalli, R.O. 2003. Aquaculture in Brazil. Journal of The World Aquaculture Society, v. 34, n.1, p. 28 – 35.
- Salam, M.A.; Ross, L.G. 1999. GIS modelling for aquaculture in south-western Bangladesh: Comparative production scenarios for brackish and freshwater shrimp and fish. 11p., Institute of Aquaculture, University of Stirling, Stirling, Scotland, U.K.
- Salam, M.A.; Ross, L.G.; Beveridge, C.M.M. 2003. A comparison of development opportunities for crab and shrimp aquaculture in southwestern Bangladesh, using GIS modelling. Aquaculture, n.200, v.1-4, p. 477-494.
- Salles, J. P. 2006. Potencial de cultivo de *Gracilaria cornea* em módulos submersos afastados da costa. [Dissertação de Mestrado]. Florianópolis (SC): Universidade Federal de Santa Catarina.

Sampaio, L.A.; Tesser, M.B.; Júnior, W.W. 2010. Avanços da maricultura na primeira década do século XXI: piscicultura e carcinocultura marinha. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, p.102 – 111.

Sanches, E.G.; Tosta, G.A.M.; Souza-Filho, J.J. 2013. Viabilidade econômica da produção de formas jovens de bijupirá (*Rachycentron canadum*). *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 39, n. 1, p. 15-26, Instituto de Pesca, Governo do Estado de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

Saraswathi, R.; Sumithra, P.; Sivakami, R. 2015. Studies on the effect of *Achlya* species in various fish species cultured in different freshwater systems of Pudukkottai District, Tamilnadu, India. *International Journal of Current Microbiology and Applied Science*, v.4, n.12, p.670-674.

Sartori, A.G.O.; Amancio, R.D. 2012. Pescado: importância nutricional e consumo no Brasil. *Segurança Alimentar e Nutricional*, v.19, n.2, p.83 – 93.

Scorvo-Filho, J.D.; Mainardes-Pinto, C.S.R.; Paiva, P.; Verani, J.R.; Silva, A.L. 2008. Custo operacional de produção da criação de tilápias tailandesas em tanques-rede, de pequeno volume, instalados em viveiros povoados e não povoados. *Custos e @gronegocio on-line*, v. 4, p. 98-116.

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

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

Shuval, H. 2003. Estimating the global burden of thalassogenic diseases: human infectious diseases caused by wastewater pollution of the marine environment. *Journal of Water and Health*, v.1, n.2, p. 53 – 64.

Silva, U.A.T. 2007. Recuperação populacional de carangueijo-uçá, *Ucides cordatus* (LINNAEUS, 1763), através da liberação de formas imaturas em áreas antropicamente pressionadas. Tese de Doutorado, Pós-graduação em Zoologia. Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

Simms, A. 2002. GIS and aquaculture: Assessment of soft-shell clam sites. *Journal of Coastal Conservation.*, v. 8, p. 35-47.

Smith, J.W. 1995. Life history of cobia, *Rachycentron canadum*, (Osteichthyes: Rachycentridae), in North Carolina waters. *Brimleyana*, Boston, v. 23, n. 1, p. 1-23.

Soares, J.B.; Junior, C.R. 2016. Echinodermata in ecotoxicological tests: maintenance and sensitivity. *Brazilian Journal of Oceanography*, v.64, n.1, p.29 – 36.

Sodré, F.N.G.A.S.; Freitas, R.R.; Rezende, V.L.F.M. 2008. Histórico e desenvolvimento de maricultura no estado do Espírito Santo, Brasil. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v.3, p.36 – 46.

Sophonsiri, C.; Morgenroth, E. 2004. Chemical composition associated with different particle size fractions in municipal, industrial and agricultural wastewaters. *Chemosphere*, v.55, p.691–703.

Stansby, M.E. 1973. Polyunsaturates and fat in fish flesh. *Journal of the American Dietetic Association.*, v. 63, p. 625-630.

Stegeman, J.J; Hahn, M.E. 1994. Biochemistry and molecular biology of monooxygenases: current perspectives of forms, functions, and regulation of cytochrome P450 in aquatic species. In: Malins, D.C.; Ostrander, G.K.; editors. *Aquatic Toxicology. Molecular, Biochemical, and Cellular Perspectives*, Boca Raton, FL: Lewis Publishers, p. 87 – 206.

Stelzenmüller, V.; Gimpel, A.; Gopnik, M.; Gee, K. 2017. Aquaculture Site-Selection and Marine Spatial Planning: The Roles of GIS-Based Tools and Models. P. 131 – 148. In: Buck, B.H.; Langan, R. (editors). *Aquaculture Perspective of Multi-Use Sites in the Open Ocean*, Springer.

Sun, L.; Chen, H.; Huang, L. 2006. Effect of temperature on growth and energy budget of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). *Aquaculture*, v. 261, p. 872 – 878.

Tay, S.H. 1977. ASEAN meeting of experts on aquaculture and cultivation of ornamental fish in cage-nets in Singapore (a recent development). First ASEAN Meeting of Experts on Aquaculture. Semarang, Indonesia, p. 217 – 220.

Teixeira, J.B.; Lima, A.C.; Boechat, F.B.; Rodrigues, R.L. 2012. Potencialidade social e econômica da pesca e maricultura no Estado do Espírito Santo, Brasil. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, v.12, n.4, p.569 – 575.

Thiele-Bruhn, S.; Seibicke, T.; Schulten, H.-R.; Leinweber, P. 2004. Sorption of sulfonamide pharmaceutical antibiotics on whole soils and particle-size fractions. *Journal of Environmental Quality*, v.33, n.4, p.1331 – 1342.

Tovar, A.; Moreno, C.; Manuel-Vez, M.P.; Garcia-Vargas, M. (2000). Environmental impacts of intensive aquaculture in marine waters. *Water Research*, Great Britain, v.34, n.1, p. 334-342.

Tureck, C.R.; Oliveira, T.N. 2003. Sustentabilidade ambiental e maricultura. *Revista Saúde e Ambiente*, v.4, n.2, p. 22 – 26.

U.S. EPA. 1976. Quality criteria for water. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C.

Valenti, W.C.; Poli, C.R.; Pereira, J. A.; Borghetti, J.R. 2000. *Aqüicultura no Brasil. Bases para um desenvolvimento sustentável*. CNPQ/ Ministério da Ciência e Tecnologia, Brasília, 300p.

Valentin, J.L, Lins e Silva, N.M.; Monteiro-Ribas, W.M.; Mureb, M.A.; Bastos, C.T.B.; Tenebaum, D.R.; André, D.L.; Jacob, S.A.; Pessoti, E. 1986. Le plancton dans l'upwelling de Cabo Frio (Brésil): microrépartition spatio-temporale à une station fixe. *Annales de l'Institut Oceanographique*, v.62, n.1, p.117 – 135.

Vianna, L.F.N. 2007. Métodos determinísticos ou probabilísticos de representação e análise espacial de dados para seleção de sítios em sistemas de informações geográficas? O exemplo da maricultura em Santa Catarina. *Anais XIII Simpósio*

Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 3195-3202.

Vianna, L.N.F.; Filho, J.B. 2018. Spatial analysis for site selection in marine aquaculture: An ecosystem approach applied to Baía Sul, Santa Catarina, Brazil. *Aquaculture*, v.489, p.162 – 174.

Vinatea, L.A.A. 2000. Modos de apropriação e gestão patrimonial de recursos costeiros: estudo de caso sobre o potencial e os riscos do cultivo de moluscos marinhos na Baía de Florianópolis [Tese de Doutorado]. Florianópolis (SC): Universidade Federal de Santa Catarina.

Volcker, C.M., Scott, P. 2008. SIG e sensoriamento remoto para a determinação do potencial da aqüicultura no baixo São João/RJ. *Revista Eletrônica Sistemas & Gestão*, v.3, n.3, p.196-215.

Ward, P.; Myers, R.A. 2005. Shifts in open-ocean fish communities coinciding with the commencement of commercial fishing. *Ecology*, New York, v. 4, n. 86, p. 835-847.

Washington Department of Ecology. 1973. Water quality standards, June 19, 1973. Washington Department of Ecology, Olympia. 17 pp.

Webb, K.; Hitzfelder, G.; Faulk, C.K.; Holt, G.J. 2007. Growth of juvenile cobia *Rachycentron canadum*, at three different densities in a recirculating aquaculture system. *Aquaculture*, v. 264, p. 223-227.

Weirich, C.R.; Smith, T.I.J.; Denson, M.R.; Stokes, A.D.; Jenkins, W.E. 2004. Pond culture of larval and juvenile cobia, *Rachycentron canadum*, in the southeastern United States: initial observations. *Journal of Applied Aquaculture*. v. 16, p. 27–44.

Weiss, C.V.C.; Ondiviela, B.; Guanche, R.; Castellanos, O.F.; Juanes, J.A. 2018. A global integrated analysis of open sea fish farming opportunities. *Aquaculture*, v.497, p.234 – 245.

Wessel, N.; Rousseaus, S.; Caisey, F.; Quiniou, F.; Akcha, F. 2007. Investigating the relationship between embryotoxic and genotoxic effects of benzeno(a)pyrene, ethinylestradiol and endosulfan on *Crassostrea gigas* embryos. *Aquatic Toxicology*, v.85, p.133–142.

Wever, L.; Krause, G.; Buck, B. H. 2015. Lessons from stakeholder dialogues on marine aquaculture in offshore wind farms: Perceived potentials, constraints and research gaps. *Marine Policy*, v.51, p.251–259.

Zeng, T.Q.; Dorman, F.; Ogburn, D.; Derwent, L.; Williams, R. 2003. Aquaculture management with geographical information systems (GIS) in NSW fisheries, Australia. In: Woodroffe CD, Furness RA, editors. *Coastal GIS 2003: an integrated approach to Australian coastal issues*, v.14, p. 454-66.

APÊNDICE A

Tabela 5. Coordenadas geográficas (UTM) dos pontos amostrados no litoral sul do Espírito Santo.

	Ponto	UTM_E	UTM_N
Guarapari	1	347257	7717700
	2	348001	7717410
	3	348931	7717040
	4	344331	7713330
	5	344987	7712880
	6	345808	7712310
	7	342086	7708910
	8	342715	7708420
	9	343501	7707800
	10	338597	7705490
	11	339167	7704930
	12	339879	7704230
Anchieta	13	336044	7701260
	14	336844	7701280
	15	337843	7701310
	16	328071	7698270
	17	328355	7697520
	18	328709	7696580
	19	324929	7695950
	20	325255	7695220
	21	325663	7694310
Piúma	22	320372	7694200
	23	320695	7693470
Itapemirim	24	321098	7692550
	25	317049	7689910
	26	317772	7689560
	27	318676	7689140
	28	314234	7685860
	29	314883	7685400
	30	315695	7684810
	31	312158	7681070
	32	312951	7680960
	33	313942	7680830
Marataízes	34	312567	7676080
	35	313364	7676000
	36	314359	7675910
	37	310626	7671850
	38	311342	7671500
	39	312238	7671050