

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA E ECOLOGIA

CAROLINE CARLOS DOS SANTOS

**VALIDAÇÃO DA VULNERABILIDADE NATURAL DOS
ECOSSISTEMAS COSTEIROS AQUÁTICOS DO ESPÍRITO
SANTO SEGUNDO CRITÉRIOS FÍSICOS E QUÍMICOS**

VITÓRIA

2010

CAROLINE CARLOS DOS SANTOS

**VALIDAÇÃO DA VULNERABILIDADE NATURAL DOS
ECOSSISTEMAS COSTEIROS AQUÁTICOS DO ESPÍRITO
SANTO SEGUNDO CRITÉRIOS FÍSICOS E QUÍMICOS**

Monografia apresentada ao
Curso de Graduação em
Oceanografia do Departamento
de Oceanografia e Ecologia da
Universidade Federal do Espírito
Santo, como requisito para
obtenção do título de Bacharel
em Oceanografia.

Orientador: Prof. Dr. Renato
Rodrigues Neto

VITÓRIA

2010

CAROLINE CARLOS DOS SANTOS

**VALIDAÇÃO DA VULNERABILIDADE NATURAL DOS
ECOSSISTEMAS COSTEIROS AQUÁTICOS DO ESPÍRITO
SANTO SEGUNDO CRITÉRIOS FÍSICOS E QUÍMICOS**

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Renato Rodrigues Neto.
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador

Prof. Dr. Gilberto Fonseca Barroso.
Universidade Federal do Espírito Santo
Co-orientador

Prof. Dra. Jacqueline Albino.
Universidade Federal do Espírito Santo

Vitória, ____ de _____ de ____

**VALIDAÇÃO DA VULNERABILIDADE NATURAL DOS ECOSSISTEMAS
COSTEIROS AQUÁTICOS DO ESPÍRITO SANTO SEGUNDO CRITÉRIOS
FÍSICOS E QUÍMICOS**

por

Caroline Carlos dos Santos

Submetido como requisito parcial para a obtenção de grau de

Oceanógrafo

na

Universidade Federal do Espírito Santo

Dezembro de 2010

© Caroline Carlos dos Santos

Por meio deste, o autor confere ao Colegiado do Curso de Oceanografia e ao Departamento de Oceanografia e Ecologia da UFES permissão para reproduzir distribuir cópias parciais ou totais deste documento de monografia para fins não comerciais.

Assinatura do autor

.....

Curso de graduação em Oceanografia

Universidade Federal do Espírito Santo

Dezembro de 2010.

Certificado por

.....

Prof. Dr. Renato Rodrigues Neto

Orientador

Certificado por

.....

Prof. Dr. Gilberto Fonseca Barroso

Co-orientador

Certificado por

.....

Prof. Dra. Jacqueline Albino

Aceito por

.....

Gilberto Fonseca Barroso

Coordenador do Curso de Oceanografia

Universidade Federal do Espírito Santo

DOC/CCHN/UFES

Aos meus pais, que nunca me
deixaram “à deriva”.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço à Deus, pela presença constante e por me ter me guiado em todas as horas. Sem Ele nada faria sentido.

Aos meus pais, pelo inabalável apoio e sustento.

Ao meu orientador, Renato Neto, por ser tão acessível e amigável. Sou muito grata por ter me confiado e presenteado com este trabalho!

Ao professor Gilberto, pela disponibilidade de me dedicar horas preciosas de seus dias repletos de afazeres.

À professora Jacqueline Albino, por ser sempre feliz e bem humorada. Sem sua liderança e sua alegria este trabalho não teria progredido.

À todos os professores, por todos os ensinamentos, colaborando com meu crescimento profissional e pessoal.

À Carina por ser minha amiga e irmã, sempre pronta à aconselhar-me.

A todos os meus colegas que estiveram comigo nesses longos anos, onde dividimos momentos de dificuldades, alegrias e vitórias.

A todos que de alguma forma contribuíram para minha edificação, meu mais legítimo “Muito Obrigada”!

**“Se $A = \text{Sucesso}$, então
 $A = X+Y+Z$.**

**$X = \text{Trabalho}$; $Y = \text{Lazer}$;
e $Z = \text{manter a boca}$
fechada”.**

Albert Einstein

RESUMO

Os ecossistemas costeiros proporcionam diversos bens e serviços fundamentais à manutenção da vida e ao bem-estar humano, destacando-se o fornecimento de alimentos, combustíveis, água, regulação climática, manutenção da qualidade do ar, controle da erosão, recreação, dentre outros. Todavia, seu uso inadequado pode degradá-los irreversivelmente, incapacitando-os de gerar tais produtos. Enfatiza-se ainda que os estes ecossistemas são os mais ameaçados do planeta, especialmente os ecossistemas costeiros aquáticos, devido principalmente ao caráter de uso aos quais estes são destinados.

Desta necessidade de se recuperar e conservar o ambiente surgem iniciativas de se estudar a vulnerabilidade natural dos ecossistemas costeiros aquáticos, identificando as áreas mais susceptíveis à degradação, colaborando, portanto, para o desenvolvimento sustentável.

Neste contexto, o presente trabalho visa validar o ordenamento da vulnerabilidade natural dos ecossistemas costeiros aquáticos do Espírito Santo, sob uma perspectiva voltada aos parâmetros físicos e químicos da água. Destaca-se que estas variáveis são capazes de ocasionar perturbações expressivas em habitats de grande importância, constituindo-se, portanto, parâmetros-chave para o entendimento dos ecossistemas aquáticos.

Por fim, frisa-se sobre a necessidade de integração destes conhecimentos obtidos com aqueles alcançados pelas outras disciplinas, intencionando-se obedecer à perspectiva holística na qual a vulnerabilidade natural dos ecossistemas costeiros aquáticos deve estar inserida.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Delimitação da área de estudo do ZEEC-ES.....	24
Figura 2: Mapeamento das estações de amostragens compiladas por meio das bibliografias consultadas.....	37
Figura 3: Figura 3 – Mapa de vulnerabilidade natural dos ecossistemas costeiros aquáticos segundo critérios físicos e químicos.....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classificação da vulnerabilidade dos Ecossistemas Costeiros Aquáticos segundo critérios físicos e químicos.....	45
--	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1. JUSTIFICATIVA.....	13
2. OBJETIVOS.....	15
2.1. OBJETIVO GERAL.....	15
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
3.1. IMPORTÂNCIA DA QUÍMICA MARINHA.....	16
3.2. ECOSSISTEMAS COSTEIROS.....	17
3.3. VULNERABILIDADE: CONCEITO.....	19
3.4. ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO COSTEIRO DO ESPÍRITO SANTO (ZEEC-ES).....	21
4. ÁREA DE ESTUDO.....	23
4.1. LOCALIZAÇÃO.....	23
4.2. CLIMA E OCEANOGRAFIA.....	25
5. METODOLOGIA	27
5.1. LEVANTAMENTO DE DADOS.....	27
5.1.1 Bibliografias consultadas e critérios de seleção.....	27
5.1.2 Organização em planilhas, Triagem e Padronização dos dados.....	32
5.2. CONFECÇÃO DOS MAPAS TEMÁTICOS.....	33
5.3. EMBASAMENTO BIBLIOGRÁFICO.....	34
5.4. VALIDAÇÃO DA VULNERABILIDADE NATURAL DOS ECOSSISTEMAS COSTEIROS AQUÁTICOS.....	34
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36

6.1. DISTRIBUIÇÃO DAS ESTAÇÕES DE AMOSTRAGENS COMPILADAS POR MEIO DAS BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS.....	37
6.2. VALIDAÇÃO DA VULNERABILIDADE NATURAL DOS ECOSSISTEMAS COSTEIROS AQUÁTICOS SEGUNDO CRITÉRIOS FÍSICOS E QUÍMICOS.....	40
6.3. INDICADORES DE QUALIDADE DE ÁGUA	48
6.3.1. Escolha dos indicadores.....	49
6.3.2. Procedimentos metodológicos.....	51
7. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	53
8. REFERÊNCIAS.....	54
ANEXOS.....	63

1. INTRODUÇÃO

Sendo a interface entre os ambientes marinho e terrestre, a zona costeira assume um importante papel de ligação e intercâmbio entre esses ambientes. A combinação de água doce e salina cria um dos habitats mais produtivos e ricos existentes (CICIN-SAIN; KNECHT, 1998), o qual apresenta múltiplas condições ambientais favoráveis, tais como alta concentração de nutrientes, variações de salinidade e gradientes térmicos (IDEMA, 1999), servindo, deste modo, de abrigo e suporte à reprodução e à alimentação de diversas espécies.

Assim, esta é uma região bem peculiar, possuindo ecossistemas únicos e complexos, tais como os manguezais, recifes de corais, mangues, praias, estuários e as ilhas (CLARK, 1998), os quais, por sua vez, são responsáveis por diversas “funções ecológicas”, como a reciclagem de nutrientes, o fornecimento de habitats e recursos para diversas espécies, além de prevenirem inundações servirem de abrigo contra tempestades e erosões (IDEMA, 1999).

Sob uma perspectiva habitacional, as zonas costeiras destacam-se como regiões altamente atrativas e valorizadas pelas nações, sendo, portanto, amplamente empregadas para moradia, bem como para atividades de turismo e lazer. Comprovando tal afirmação, estima-se que dois terços das maiores cidades do mundo localizam-se na costa; sendo nestas regiões que mais da metade da população mundial reside. Além disso, as populações costeiras vêm crescendo em ritmo mais acelerado do que aquelas alocadas nas porções mais interiores ao continente (CICIN-SAIN; KNECHT, 1998). Tratando-se do território brasileiro, a região costeira é tida como local preferencial para a ocupação (MORAES, 1998); sendo que no Espírito Santo, segundo o IBGE (2004), a população residente em área costeira é superior à 65% da população total do estado.

Já sob um ponto de vista econômico, a costa é amplamente empregada como local de acomodação de terminais portuários e complexos industriais, por onde, certamente, há grande circulação de capital. Além disso, não se deve de forma alguma desprezar a utilização destas zonas para a extração de recursos minerais e vivos, cujo capital possui elevada relevância para várias nações. Ou seja, devido à

sua grande capacidade de fornecimento de bens e serviços, os ambientes costeiros são extensamente utilizados e procurados pelas populações.

No entanto, a pressão de uso pode acarretar inúmeras implicações sobre o equilíbrio dos ecossistemas, afetando os processos, funções, recursos e a ecologia costeira (CICIN-SAIN; KNECHT, 1998). Logo, o desenvolvimento inapropriado de tais atividades na região costeira pode minimizar, ou até mesmo esgotar, o fornecimento de bens e recursos proporcionados (CLARK, 1998).

Destaca-se que os ambientes costeiros são os mais ameaçados do planeta, uma vez que estes representam uma fonte de múltiplos usos e recursos, cuja exploração freqüentemente dá-se de maneira desordenada e predatória (IDEMA, 1999). Associado à isto, os recursos hídricos de maneira especial estão entre os mais vulneráveis aos impactos ocasionados pelos usos antrópicos, devido principalmente ao caráter de uso aos quais estes são destinados, tais como atividades portuárias, industriais e turismo (TAGLIANI, 2003).

Portanto, pode-se afirmar que os ecossistemas costeiros são muito produtivos e bastante vulneráveis, e que somente através da compreensão funcionamento destes será possível conservá-los e até mesmo recuperá-los (MANN, 2000).

Considerando-se que estes ecossistemas possuem uma mútua influência com as condições aquáticas; e que alterações químicas são capazes de ocasionar perturbações expressivas em habitats de grande importância (CLARK, 1998), torna-se evidente que a física e a química da água possuem destacada relevância para o entendimento destes, sendo a qualidade da água um parâmetro-chave em estudos deste caráter.

1.1. JUSTIFICATIVA

Nas últimas décadas, o estado do Espírito Santo vem apresentando um crescente desenvolvimento, sendo especialmente contemplada a sua zona costeira. Esta possui evidente relevância para a economia estadual, sendo local de

desenvolvimento de atividades tais como a indústria, turismo, navegação, comércio, pesca, dentre outras.

Apesar do grande valor que a costa possui para este estado, suas águas encontram-se constantemente sujeitas à degradação devido ao indevido lançamento de efluentes domésticos, industriais e portuários (OLIVEIRA, 2006). Há de se destacar que o atual desenvolvimento deveria estar acompanhado com um incremento de estudos e monitoramentos nesta região, principalmente no que se refere à zona costeira.

Todavia, o Espírito Santo possui estudos ainda escassos sobre seus ecossistemas costeiros, sendo especialmente raros aqueles relativos à química marinha. Salienta-se que os levantamentos mais abrangentes referentes à região costeira do ES referem-se à algumas expedições oceanográficas realizadas na costa brasileira que visavam coletar dados de múltiplas disciplinas (como o Programa de Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva – REVIZEE), não se focando, portanto, na físico-química e nem sequer no Espírito Santo; havendo, inclusive, maiores detalhamentos são à outros estados, tais como a Bahia e o Rio de Janeiro.

Destaca-se o fato de que a depleção dos recursos costeiros resulta, principalmente, da carência de conhecimentos à respeito destes bem como do próprio ambiente, o que, por consequência, traz consigo o desenvolvimento desordenado e a sobre-exploração (CLARK, 1998). Deste modo, conhecer o ambiente costeiro do estado, investigando o modo ao qual este reage às pressões de uso, bem como seu grau de suporte à tais pressões, é algo primordial para a conservação e o uso sustentável (GRIGIO, 2003). A análise das características físicas e químicas da água, por sua vez, fortalece tal compreensão, visto que possibilita a detecção e identificação dos impactos antrópicos sobre estes ambientes.

Inserido neste contexto, o presente trabalho motivou-se em contribuir com o Zoneamento Ecológico-Econômico Costeiro do Espírito Santo (ZEEC-ES), focando-se em abordar os parâmetros físico-químicos da água. Assim, em meio à escassez de dados, propôs-se ordenar os ecossistemas aquáticos baseando-se em conhecimentos físicos e químicos, gerando um produto capaz de interagir com aqueles das demais disciplinas, resultando na Vulnerabilidade Natural Costeira.

Salienta-se que o presente estudo classifica os ecossistemas aquáticos de maneira distinta àquela do ZEEC-ES, visto que pretende comparar tais produtos, validando, assim, o ordenamento da vulnerabilidade dos ecossistemas costeiros aquáticos do Espírito Santo.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

O presente trabalho visa validar o ordenamento da vulnerabilidade dos ecossistemas costeiros aquáticos do Espírito Santo, sob uma perspectiva voltada às variáveis físicas e químicas da água.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Compilar dados físicos e químicos pretéritos relativos aos ecossistemas costeiros aquáticos do Espírito Santo;
- Produzir mapas temáticos de determinadas variáveis físicas e químicas levantadas;
- Apontar os indicadores de qualidade da água mais adequados para a geração de um banco de dados organizado, contribuindo para trabalhos futuros.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. IMPORTÂNCIA DA QUÍMICA MARINHA

Primeiramente, tendo-se o intuito de explicitar a real importância da química marinha, é válido lembrar que os oceanos perfazem cerca de 71% de toda a superfície do planeta, sendo que as suas propriedades físicas e químicas tiveram grande parcela de contribuição na evolução biogeoquímica do planeta. Destaca-se que a água é um magnífico solvente, o que favorece o acontecimento de reações, visto vez que estas são mais reforçadas se os reagentes encontram-se na forma dissolvida do que se estivessem nas fases sólida ou gasosa (LIBES, 1992).

Além disso, os parâmetros físico-químicos são capazes de determinar a distribuição e abundância de diversas espécies aquáticas, podendo orientar a especialização ecológica (MCCLINTOCK; BAKER, 2001); exercendo, portanto, grande influência sobre as comunidades e, por conseguinte, sobre os ecossistemas. Salienta-se que estes parâmetros são de tal relevância para os organismos aquáticos, que estes chegam a desenvolver adaptações únicas que os possibilitem sobreviver sob intervalos específicos de certas variáveis físicas e químicas, como por exemplo, a salinidade. Neste caso, uma vez que os organismos são adaptados à uma determinada faixa de valores de salinidade, modificações bruscas nesta variável podem acarretar o desaparecimento de certas espécies.

Outros parâmetros, tais como luz (que, por sua vez, interfere na temperatura da água) e nutrientes, são fatores limitantes da produtividade primária (CAMARGO et al. 2003), possuindo a habilidade de controlá-la, podendo, pois, impactar a biodiversidade e todo o equilíbrio ecológico do ecossistema. Tratando-se do oxigênio, verifica-se que um suprimento apropriado deste pode indicar a capacidade que determinados corpos d'água possuem em sustentar a vida aquática (GTZ/SEAMA, 2000 apud LEAL, 2006). Portanto, a avaliação de parâmetros físico-químicos permite caracterizar a qualidade das águas, a qual, por sua vez, é de grande influência sobre a biota.

Neste sentido, diversos estudos relacionam as alterações dos parâmetros físico-químicos da água com os impactos acarretados às comunidades aquáticas. Monteiro et al. (2009), em seu estudo sobre o microplâncton, afirma que qualquer

distúrbio ambiental que comprometa a qualidade da água irá impactar a estrutura da comunidade fitoplanctônica e, por conseguinte, toda a teia trófica. Castro et al. (2008), em seu estudo sobre o ficoperifíton, alega que as mudanças dos parâmetros físicos e químicos, ligadas, principalmente, às mudanças no ciclo hidrológico, são capazes de controlar a dominância entre espécies distintas, podendo ocorrer até mesmo o desaparecimento de algumas destas em determinadas estações.

Lewis Jr. (1979) declara ainda que o entendimento das características físicas e químicas do ambiente é imprescindível como base para os estudos das comunidades ecológicas, juntamente com as características sistêmicas e populacionais.

Tendo, pois, em vista a capacidade da poluição em impactar ecossistemas de importância vital (CLARK, 1998), a qualidade da água é um parâmetro-chave em estudos e programas de gestão. Contudo, algo que retarda uma compreensão mais aprofundada dos processos físico-químicos da água marinha é a relativa escassez de pesquisadores atuantes em Oceanografia Química, o que, por sua vez, conduz à atual carência de informações relativas à esta área (NIENCHESKI et al., 2005). Portanto, visando-se fornecer subsídios à esta ciência, maiores investimentos, incentivos e esforços e devem ser direcionados neste sentido, o que, certamente, colaborará em adequar o manejo dos ambientes marinhos.

3.2. ECOSSISTEMAS COSTEIROS

Os ecossistemas costeiros tropicais estão entre os mais ricos repositórios da biodiversidade marinha, fornecendo diversos bens e serviços fundamentais à manutenção da vida (MOBERG; RÖNNBACK, 2003). Neste sentido, a vida humana, sendo parte integral dos ecossistemas, é amplamente beneficiada pelo fornecimento destes benefícios, destacando-se a provisão de alimentos, combustíveis, água, regulação climática, manutenção da qualidade do ar, controle da erosão, recreação, dentre outros (ALCAMO et al., 2003). No entanto, o uso inapropriado dos

ecossistemas pode comprometê-los de tal forma que estes se tornem incapazes de proporcionar tais produtos.

Tratando-se mais especificamente das pressões atuantes sobre os ecossistemas costeiros, estas são direcionadas por uma matriz de forçantes continentais, fluviais e marinhas, bem como pela demanda de bens e serviços procedentes destes (MCFADDEN *et al.*, 2007). Destaca-se ainda que a costa padece de maneira bem evidente a pressão exercida pelo crescimento populacional (MOBERG; RÖNNBACK, 2003), havendo, inclusive, indicativos de que a procura humana pelos seus bens e serviços tendem à crescer ainda mais nas próximas décadas. Contudo, enquanto tal busca aumenta, as atividades humanas reduzem progressivamente a capacidade de muitos ecossistemas em responder à tais demandas (ALCAMO *et al.*, 2003).

Como mencionado anteriormente, a dependência humana dos ecossistemas é inquestionável; algo, porém, que nem sempre é remetido é que a saúde dos ecossistemas depende dos cuidados das populações (WORLD RESOURCES INSTITUTE, 2000). Desde o passado, a humanidade possui o hábito de utilizar os corpos d'água para descarregar seus resíduos; contudo, as populações cresceram e tenderam à se concentrar preferencialmente em áreas específicas, tais como as zonas costeiras, o que, por sua vez, elevou a quantidade de resíduos descartados nos corpos d'água. Desta forma, a composição química das águas receptoras tem sido alterada de tal forma que o equilíbrio destes ecossistemas encontra-se, freqüentemente, comprometido (BREZONIK, 1996).

Neste sentido, pode-se notar que ao se tratar da saúde de ecossistemas aquáticos, a avaliação da qualidade da água assume papel de destaque, tendo em vista a elevada importância dos parâmetros físico-químicos (como já exposto previamente).

Portanto, o estudo dos ecossistemas costeiros constitui-se uma iniciativa que visa colaborar com a recuperação e/ou conservação destes, contribuindo para a redução dos impactos. No caso da não-adoção de medidas deste caráter, o limite de tolerância aos impactos destes ambientes pode ser ultrapassado, o que, por sua vez, assumiria caráter irreversível.

3.3. VULNERABILIDADE: CONCEITO

Freqüentemente, no conhecimento geral da população, o conceito de vulnerabilidade é atribuído à ocorrência de catástrofes, sejam estas geradas por eventos naturais ou pelas atividades humanas (MCFADDEN *et al.*, 2007); na literatura científica, por sua vez, são encontradas diversas definições para vulnerabilidade natural.

O conceito de vulnerabilidade natural adotado no presente trabalho consistirá naquele considerado por Carvalho & Louzada (2007), sendo ***“a incapacidade de uma unidade espacial resistir e/ou recuperar-se após sofrer impactos decorrentes de atividades antrópicas”***.

No entanto, são encontradas bibliografias que conceituam a vulnerabilidade por meio de abordagens diferentes, tal como o fizeram Mark & Gregr (2005), definindo a vulnerabilidade como “a probabilidade de exposição à um fator de estresse ao qual determinado ambiente é sensível”. Estes mesmos autores destacam ainda que por trás dos conceitos de sensibilidade e vulnerabilidade encontram-se os conceitos de estabilidade e resiliência. A estabilidade, segundo Holling (1986), é a tendência do sistema em alcançar ou reter a condição de equilíbrio num estado constante ou, então, apresentando oscilações estáveis. Já a resiliência consiste na habilidade que um determinado sistema possui em conservar sua estrutura quando submetido à perturbações. Logo, uma característica que é estável ou resiliente na presença de um agente estressante, não é sensível àquele estresse. Do mesmo modo, uma característica sensível à determinada perturbação, à qual ela possui baixa probabilidade de ser exposta, não se encontra vulnerável (MARK; GREGR, 2005).

Tagliani (2003), por sua vez, em seus estudos sobre a vulnerabilidade de ambientes costeiros, considera a vulnerabilidade como “a maior ou menor susceptibilidade de um ambiente a um impacto potencial provocado por um uso antrópico qualquer”. Este autor salienta ainda que para se avaliar a vulnerabilidade faz-se necessária a observação de três critérios:

- 1- Fragilidade estrutural intrínseca: relativa às características próprias do ambiente.

2- Sensibilidade: relacionada à proximidade com ecossistemas sensíveis, os quais são responsáveis pela manutenção e sustentação de múltiplas funções ambientais.

3- Grau de maturidade dos ecossistemas: refere-se ao tempo de evolução, uma das peculiares determinantes da fragilidade relativa dos ecossistemas em meio aos impactos humanos.

Ainda são encontrados outros diversos trabalhos sobre a vulnerabilidade, sendo a mesma comumente relacionada ao grau de fragilidade, bem como à probabilidade de destruição ou de modificação prejudicial de um ambiente específico (NASCIMENTO; DOMINGUEZ, 2009; IBAMA, 2010).

Portanto, por meio de embasamento bibliográfico, pode-se constatar que a vulnerabilidade relaciona-se à idéia de exposição, suscetibilidade e fragilidade, referindo-se também à recuperação aos impactos, remetendo à capacidade de adaptação e resiliência.

Tratando-se mais especificamente da vulnerabilidade costeira, esta se constitui um importante instrumento de planejamento e gerenciamento costeiro (DAL CIN; SIMEONI, 1994), podendo ser considerada como uma expressão dos impactos potenciais sobre a costa menos suas respostas adaptativas; deste modo, a vulnerabilidade pode ser minimizada pela redução dos impactos e/ou maximizando a capacidade adaptativa dos ambientes costeiros (MCFADDEN *et al.*, 2007).

Por fim, salienta-se que a vulnerabilidade necessita ser avaliada sob uma perspectiva integrada e sistêmica, onde a zona costeira seja analisada sob uma visão holística (BREWSTER, 2002). Seus critérios, pois, devem ser estabelecidos de maneira que a estrutura e o funcionamento ecológico dos ecossistemas costeiros sejam mantidos (CARVALHO; LOUZADA, 2007), colaborando para o desenvolvimento sustentável das atividades humanas.

3.4. ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO COSTEIRO DO ESPÍRITO SANTO (ZEEC-ES)

Perante a atual situação dos recursos naturais do Espírito Santo, surge a necessidade de se conservar, melhorar e recuperar o ambiente, sendo uma iniciativa de grande valia a adoção de um instrumento de organização territorial que estabeleça medidas e padrões de proteção ambiental, concorrendo, deste modo, para o desenvolvimento sustentável. Tal instrumento vem a ser o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) (CAVALCANTE, 2010).

O ZEE constitui-se um instrumento técnico e político de planejamento e ordenamento do território brasileiro estabelecido pela Política Nacional do Meio Ambiente e regulamentado pelo Decreto Nº 4.297/2002. Este, por sua vez, estabelece os objetivos, princípios, conteúdo e outros diversos critérios a serem obedecidos (IEMA, 2010).

O objetivo majoritário deste zoneamento é oferecer suporte ao desenvolvimento econômico, sem, contudo, desamparar as questões ambientais (SANTOS, 2010). Para isso, são tomados como norteadores os seguintes princípios:

- Participativo: a intervenção dos atores sociais faz-se necessária nas diversas fases dos trabalhos, sempre tendo em mente a satisfação dos interesses próprios e coletivos.
- Equitativo: a oportunidade de desenvolvimento deve ser ofertada a todos os grupos sociais, bem como para as distintas regiões do território nacional.
- Sustentável: a utilização dos recursos naturais e do meio deve dar-se de maneira equilibrada, procurando satisfazer as necessidades presentes sem que a disponibilidade dos mesmos esteja comprometida para as futuras gerações.
- Holístico: a abordagem deve ser interdisciplinar, considerando as diferentes ciências envolvidas no zoneamento.

- Sistêmico: a avaliação das causas e efeitos que propicie o estabelecimento das relações de interdependência entre os diversos subsistemas inseridos no contexto (MMA, 2010).

Primeiramente, por meio de um diagnóstico ambiental, pode-se inferir sobre o quão susceptível à degradação encontra-se a área em estudo (CARVALHO; LOUZADA, 2007). A partir disso, torna-se viável a identificação das áreas mais apropriadas à conservação bem como ao desenvolvimento (CLARK, 1998).

Neste sentido, o ZEE baseia-se num índice relacionado à vulnerabilidade natural, juntamente com fatores relativos às potencialidades sociais, sendo, portanto, um instrumento apto à direcionar a ocupação territorial. Assim, este instrumento distingue:

- áreas que sejam capazes de suportar um uso específico;
- locais que sejam apropriados à determinados usos, mas que necessitam ser recuperados previamente à utilização;
- áreas que devem ser preservadas por estarem inaptas, prevenindo, desta forma, prejuízos ambientais e sócio-econômicos (CARVALHO; LOUZADA, 2007).

Portanto, o ZEEC-ES busca fornecer subsídios à concretização de políticas públicas de proteção dos ecossistemas costeiros capixabas, colaborando para o desenvolvimento sustentável.

4. ÁREA DE ESTUDO

4.1. LOCALIZAÇÃO

A área de estudo deste trabalho equivale àquela do Zoneamento Ecológico-Econômico Costeiro do Estado do Espírito Santo (ZEEC-ES), a qual abrange a costa de todo o estado, sendo delimitada conforme a influência dos processos oceanográficos e geológicos. Deste modo, foram estabelecidos os limites de 2,5 km da linha de costa rumo ao continente até e o alcance do Mar Territorial, ou seja, 22,2 km *offshore* (12 milhas náuticas), conforme mostrado na Figura 1. Esta. Destaca-se que a linha de costa considerada inclui a porção estuarina dos rios e as lagoas costeiras. Além disso, as planícies quaternárias (Unidade Geológica formada no Período Quaternário) também foram julgadas como de elevado potencial de interação dos fenômenos naturais costeiros, sendo incluídas neste estudo.

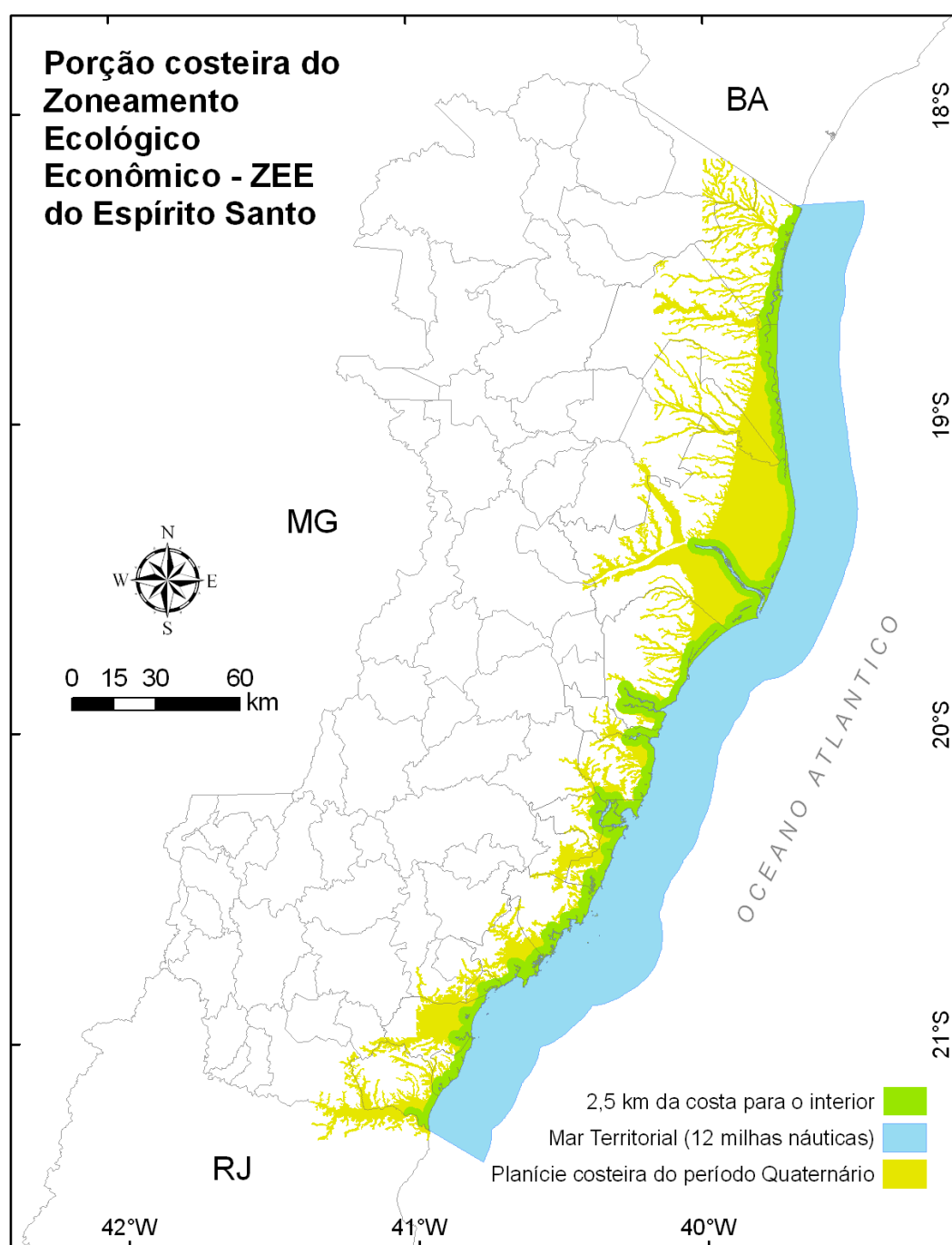


Figura 1 – Delimitação da área de estudo do ZEEC-ES. Fonte: Elaborado por e cedido pela equipe elaboradora do ZEEC-ES.

A zona costeira do Espírito Santo é extremamente importante para o estado, algo explicitamente comprovado no fato de que a maior parte de sua população habita nesta região. Destaca-se que a cultura capixaba é altamente voltada ao litoral, aproveitando o fornecimento de seus recursos, bem como utilizando estes locais

para o desenvolvimento de atividades de pesca, turismo e lazer. Além disso, a economia do estado depende fortemente das atividades portuárias e industriais.

4.2. CLIMA E OCEANOGRAFIA

Primeiramente, tratando-se do clima, a zona costeira do Espírito Santo possui o clima tropical, apresentando características do tipo quente e úmido. Destaca-se que as maiores porcentagens de precipitação pluviométrica dão-se durante a primavera e o verão (outubro a março), compondo a estação úmida. As outras épocas do ano possuem chuvas mais escassas, distinguindo a estação seca. A temperatura média anual aproxima-se dos 22°C (CPTEC, 2010).

Os ventos mais freqüentes provêm dos quadrantes NE-ENE, sendo associados aos alísios, que sopram durante a maior parte do ano. Porém, os ventos de maior intensidade são aqueles de SE, associados às frentes frias que periodicamente chegam à costa do estado (ALBINO et al., 2001). Estes sistemas de ventos, por sua vez, regem o comportamento das ondas, as quais provêm de dois setores principais, o NE – E (predominantes na maior parte do ano) e o SE – E (ondas mais energéticas). A altura significativa das ondas aproxima-se de 0,6 a 0,9m, sendo raros os episódios de ultrapassagem de 1,5 m. Quanto ao período, as ondas comumente apresentam períodos de 5 a 6,5s, podem atingir um máximo de 9,5s (ALBINO, 1999).

As marés do litoral capixaba são semidiurnas, com período de aproximadamente 12 horas e 25 minutos e amplitudes variando de 1,40 a 1,50 m, enquadrando este litoral num regime de micromaré (< 2m) (DHN, 2010).

Tratando-se de massas de água, o Mar Territorial (área marinha inclusa no estudo) é predominantemente influenciado pela Água Costeira (AC), a qual é freqüentemente submetida à processos de mistura conduzida pela ação dos ventos (na superfície) e das correntes de maré e oceânicas (no fundo), possuindo, deste modo, estratificação vertical bastante reduzida. A AC é caracteristicamente quente e pouco

salina, podendo, contudo, variar em suas propriedades conforme a atuação dos processos costeiros (PRATA, 2007).

A plataforma continental defronte ao estado do Espírito Santo possui uma largura média de 230 km (ASMUS et al. 1971 apud ALBINO, 1999), sendo caracterizada por uma morfologia bem heterogênea (MOSCON, 2006); Conseqüentemente, estas peculiaridades da plataforma continental tendem a formar barreiras que, por vez, interferem a hidrodinâmica oceânica, podendo ainda, gerar eventos transitórios como ressurgências ou vórtices ciclônicos (ALBINO; GOMES, 2005).

Em relação às correntes marítimas, o ES é influenciado tanto pela Corrente do Brasil, de característica quente, a qual segue paralelamente a linha de quebra da plataforma em direção ao sul, quanto pela Corrente das Malvinas, que é fria, procedente da região subantártica, e atinge o estado pelo fenômeno da ressurgência (PRATA, 2007).

Dentre os fenômenos costeiros atuantes na região, pode-se citar a ocorrência de ressurgências no verão devido, em grande parte, à influência dos ventos NE/ENE. Neste fenômeno, a Água Central do Atlântico Sul (ACAS), caracteristicamente fria, ascende pela plataforma interna, ocasionando a ocorrência de baixas temperaturas (aproximadamente 15° C) nas águas superficiais (PATCHINEELAM, 2004). Além disso, destaca-se que a costa capixaba engloba um vórtice ciclônico, o Giro de Vitória (SCHMID et al., 1995), o qual relaciona-se à fisiografia da plataforma continental (ALBINO & GOMES, 2005), bem como à presença da Corrente do Brasil deslocando-se para o sul ao longo da quebra da plataforma. Visto que este vórtice foi constatado em anos distintos e em diferentes épocas do ano, há suposições de que este seja uma feição semi-permanente (FRAGOSO, 2004).

5. METODOLOGIA

5.1 LEVANTAMENTO DE DADOS

5.1.1 Bibliografias consultadas e critérios de seleção

Inicialmente, a metodologia empregada consistiu na busca bibliográfica de informações de reconhecida credibilidade; portanto, dados validados, tais como aqueles contidos em monografias de graduação, relatórios técnicos, dissertações e teses foram os indicados para o presente trabalho. A disponibilidade destes, por sua vez, dá-se majoritariamente através de meios eletrônicos, bibliotecas universitárias (centrais e setoriais) e instituições de pesquisa. Conseqüentemente, as informações contidas neste estudo são derivadas, principalmente, de relatórios técnicos cedidos pelo IEMA, publicações em revistas especializadas, monografias, dissertações e teses (acessadas via Internet ou em visita às bibliotecas), além de outros trabalhos executados na costa capixaba que contenham dados de interesse à este levantamento, podendo ser citados o Programa de Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva (REVIZEE), bem como algumas dados do Banco Nacional de Dados Oceanográficos (BNDO).

A seguir, estão listadas algumas das bibliografias consultadas:

- BARROSO, G. F.; POERSCH, L. H.; CAVALLI, R. O. (Org.). *Sistemas de cultivos aquícolas na zona costeira do Brasil: recursos, tecnologias, aspectos ambientais e sócio-econômicos*. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2007.
- BRAVIM, A. D. *Qualidade das águas da praia da Curva da Jurema (Vitória-ES)*. Monografia – Curso de Graduação em Oceanografia, Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, Vitória, 2005.
- DIAS, M. H. B. *Distribuição de matéria orgânica, nitrogênio e fósforo de uma secção transversal do manguezal no estuário da Baía de Vitória*. Monografia – Curso de Graduação em Oceanografia, Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, Vitória, 2005.

- FLORES, R. M. *Biomarcadores lipídicos e distribuição espaço-temporal do material particulado ao entorno do recife artificial marinho Victory 8B, Guarapari-ES*. Monografia – Curso de Graduação em Oceanografia, Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, Vitória, 2006.
- FONSECA, F. R. *Análise da viabilidade da utilização de informações a respeito da comunidade de peixes e de variáveis ambientais no monitoramento da qualidade da água em canais de manguezal do estuário da Baía de Vitória*. Dissertação de mestrado – Programa de Pós- Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.
- FUNDAÇÃO PROMAR. *Macrodiagnóstico do potencial do ES para implantação de projetos de aquicultura de águas interiores, estuarinas e marinhas*. CD-ROM. Fundação Promar/Secretaria de Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca. Vitória, 2005.
- GAIGHER, L. P. *Avaliação das concentrações de fósforo total e nitrogênio total na região estuarina dos rios Piraquê-açú e Piraquê-mirim (Aracruz-ES)*. Monografia – Curso de Graduação em Oceanografia, Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, Vitória, 2005.
- LEAL, P. R. *Avaliação de indicadores do estado trófico de uma lagoa costeira: Lagoa Jacuném (Serra, ES)*. Monografia – Curso de Graduação em Oceanografia, Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, Vitória, 2006.
- OLIVEIRA, C. M. *Avaliação dos nutrientes dissolvidos no estuário dos rios Piraquê-açú e Piraquê-mirim (Aracruz-ES)*. Monografia – Curso de Graduação em Oceanografia, Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, Vitória, 2005.
- OLIVEIRA, R. J. *Avaliação da qualidade de água da Baía do Espírito Santo no período de 2000 a 2005*. Monografia – Curso de Graduação em Oceanografia, Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, Vitória, 2006.
- PRATA, P. M. *Caracterização do Ambiente Marinho do Estado Do Espírito Santo utilizando dados do Banco Nacional de Dados Oceanográficos*. Dissertação de mestrado em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo. Espírito Santo, Vitória, 2007.

- SILVA, M. R. L. F. *Sensoriamento Remoto do Campo de Temperatura da Superfície do Mar. Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva MMA – REVIZEE*, 2005.
- VALENTIM, J. L. *Características hidrobiológicas da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira (Salvador, BA, ao Cabo de São Tomé, RJ). Série Documentos REVIZEE/SCORE-Central*. Brasília: MMA, 2007.

Além dos seguintes relatórios técnicos fornecidos pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA):

- Projeto Microbacia-Aracruz;
- EIA-RIMA: 3ª Usina Samraco;
- EIA-RIMA: atividade de perfuração marítima-ES;
- EIA-RIMA e Terma de Referência: Estaleiro JURONG – Aracruz - ES;
- Consórcio Coppetec Fest Relatório R6;
- EIA: Aterro Flexibrás;
- RIMA: UTE Norte Capixaba;
- EIA-RIMA: Produção e Escoamento de petróleo e gás – ES;
- EIA-RIMA: campo Jubarte;
- EIA-RIMA: projeto de expansão do complexo siderúrgico de tubarão;
- EIA-RIMA: Dutos Cacimbas – Barra do Riacho e Terminal Aquaviário de Barra do Riacho;
- EIA-RIMA: Projeto SAL-GEMA – “Extração, armazenamento e expedição de Salmoura”- Conceição da Barra/ES;
- Estudo de análise de riscos do Duto de transferência de C5+ e GLP Cacimbas;
- Declaração de Impacto Ambiental Ramal GASCAV-UTGU;
- DIA: Unidade de tratamento de gás cacimbas UTGC – Fase III;
- RCA: Projeto de Revitalização da Campo de Lagoa Parda;

- RIMA: UTE Linhares;
- EIA-RIMA: Gasoduto Cacimbas – Vitória;
- EIA-RIMA: Gasoduto Cacimbas – CATU;
- EIA-RIMA: complexo Hidrelétrico do rio Itabapoana;
- EIA-RIMA: Cia. Brasileira de Supply Bases;
- EIA-RIMA: Gasoduto Cabiúnas – Vitória;
- EIA-RIMA: PCH São Luiz, Rio Guandu, ES;
- Brascan Energética Apres. IEMA;
- EIA-RIMA: PCH Timbuí Seco;
- EIA:PCH Marechal Floriano e Domingos Martins;
- EIA-RIMA: Termelétrica de Viana;
- EIA-RIMA: Variante Ferroviária Litorânea Sul ES;
- RIMA:Lic. Amb. Da Interligação da subestação ponta de Ubu a linha de estação Campos-Viana;
- EIA-RIMA:Montasa-Montanha álcool e açúcar S. A.;
- RIMA: Ibatiba e Muniz Freire – ES;
- Declaração de Impacto Ambiental CST;
- RCA: LT Pedra do Garrafão;
- EIA-RIMA: Timbuí Seco 2004;
- RCA: Linha de distribuição 69kV Santa Teresa – Rio Bonito;
- RIMA: 4ª Usina de pelletização da Samarco, UBU – ES;
- EIA-RIMA: PCH 9 São Pedro;
- EIA-RIMA: PCH 3 São Pedro;
- EIA-RIMA: Fumaça IV;
- EIA-RIMA: PCH – Santa Fé CESA;
- EIA-RIMA: PCH Calheiros Elstroriver 5;

- Estudos Ambientais para linha de transmissão associadas às PCH São Joaquim, Simão e Pedro;
- AAE Minuta out. 2008 avaliação para implantação do pólo industrial de Anchieta;
- DIA: Terminal de Barcaças CST;
- PBA: Dutos Cacimbas–Barra do Riacho;
- EIA-RIMA: AMBITEC – Aterro Industrial;
- RCA: Atividade de Perfuração Marítima no Bloco BM-C-25, Bacia de Campos;
- Relatório IEMA Complementacao do RCA e PCA;
- RCA: Master Plan – Melhorias Tecnológicas;
- EIA-RIMA: TNC
- PCH: SÃO João Fotos;
- EIA: Decorrentes da dispersão de água sobre o meio biótico e antrópico na área do entorno do campo da estação Fazenda Alegre;
- Relatório Técnico: “Caracterizacao da região oceânica adjacente ao terminal da ponta de UBU – subsídio a escolha de áreas para o descarte de material dragado”;
- Projeto de instalação das linhas de coleta de gás. Maiate x SM-8 e Guajuvira x RBS-2;
- Relatório de Efluentes Líquidos CVRD;
- Estudo de análise de riscos. Ramal GASCAV-UTG-SUL e do ponto de entrega de Anchieta;
- Segundo Seminário de Contigência da Região Sudeste;
- Plataforma P-34 GDK;
- EIA-RIMA e Análise de Riscos: UTE – Linhares;
- Terraplanagem da UTG SUL esclarecimentos;
- EIA-RIMA: Aterro Marca ATE1;

- EIA: UTE Norte Capixaba;
- DIA: Caliman Agrícola AS;
- DIA: Barragem Peroba Oca Assentamento Celestina;
- PGR e PEL: Gasoduto Cacimbas-Vitória;
- EIA-RIMA: Pólo Logístico e Industrial Jacuhi Serra;
- PCA: Obras de melhoria Complexo de Tubarão;
- PBA: PCH São Pedro;
- PCH Santa Fé - mapa complementar;
- PCH Timbuí Seco complementações;
- INFRAERO Programa de Monitoramento da Mata Paludosa;
- Relatório 1 Histórico das intervenções;
- Legislação RAD;
- DIA: Fal PETROBRAS (Fazenda Alegre);
- PCH São João;
- Terminal Aquaviário de Barra do Riacho-Aracruz-ES;
- Sub-gerência de avaliação de impactos ambientais. Apresentação IEMA;
- PCH Timbuí Seco. Rio Santa Maria da Vitória.

Deste modo, todos os dados físicos e químicos georreferenciados contidos nestas bibliografias foram selecionados. ‘

5.1.1 Organização em planilhas, Triagem e Padronização dos dados

Deste modo, todas as informações coletadas foram organizadas com o auxílio do Microsoft Excel, resultando em planilhas. Destaca-se o fato de que cada dado

inserido deveria estar acompanhado de seu sistema de coordenadas, juntamente com seu respectivo *datum*, evitando-se, assim, a ocorrência de divergências.

A seguir, os dados necessitavam ser homogeneizados, efetuando-se as devidas conversões das unidades para um mesmo padrão. Dados mais específicos, tais como teor de metais pesados, PCB's, e outras variáveis incomuns de serem mencionadas nestes estudos, foram desconsiderados, visto que, sendo em número reduzido, não proveriam conclusões representativas.

A partir desta padronização inicial, foram selecionados apenas os dados relativos à superfície aquática, tendo em vista a bidimensionalidade dos mapas. Ressalta-se ainda que cada ponto amostral não poderia conter dados sobrepostos; portanto, ocorrendo a repetição, obtinha-se a média destes.

Desde o princípio do trabalho pôde-se constatar grande dificuldade em encontrar registros químicos; assim, a época do ano em que eram realizadas as amostragens dos estudos consultados foram desconsideradas. Caso contrário, a especificidade dos dados seria acrescida, resultando numa escassez ainda maior.

Após as etapas acima, as planilhas do Excel foram convertidas para o formato de arquivo do dBase, o DBF, o qual é passível de leitura no software ArcGIS (versão 9.3).

5.2 CONFEÇÃO DOS MAPAS TEMÁTICOS

Uma vez padronizados, emprega-se o software ArcGIS (versão 9.3) para a confecção dos mapas temáticos de distribuição dos dados físicos e químicos compilados. Observa-se que é imprescindível que todos os dados sejam inseridos no sistema de coordenadas geográficas e *datum* apropriado; caso contrário haveria equívocos na localização destes.

Assim, por meio deste programa, os dados inseridos tiveram sua distribuição esboçada, gerando os mapas apresentados à seguir no sistema de projeção UTM datum WGS84 (Figura 2 e Anexos I a IV).

5.3 EMBASAMENTO BIBLIOGRÁFICO

Em casos tais como este, de carência de dados, diversos pesquisadores optam por abordagens mais holísticas, buscando aplicar a informação existente em sua área de atuação (TAGLIANI, 2003). Partindo-se deste princípio, toma-se a iniciativa de fazer a presente vulnerabilidade temática baseando-se em conhecimentos físicos e químicos referentes à cada ecossistema aquático estudado. Tal decisão fundamenta-se no fato de que os dados levantados, ainda que suficientes para a plena confecção dos mapas, refletiriam as características físicas e químicas de seus respectivos ecossistemas. Ou seja, o produto desta vulnerabilidade temática, ao adotar a aplicação dos conceitos físico-químicos relativos à cada ecossistema, possui validade similar àquela que potencialmente seria obtida por meio de dados já existentes na literatura.

5.4 VALIDAÇÃO DA VULNERABILIDADE NATURAL DOS ECOSSISTEMAS COSTEIROS AQUÁTICOS

Ao longo da costa capixaba são encontrados múltiplos ecossistemas, tais como rios, lagoas, estuários, manguezais, alagados, restingas, florestas naturais, baías, praias arenosas e lamosas, restingas, recifes, costões rochosos, bem como o oceano.

Visto que este trabalho visa avaliar os ecossistemas costeiros aquáticos, baseando-se em conhecimentos físicos e químicos da água, foram selecionados os seguintes ecossistemas aquáticos para serem discutidos:

- Alagados
- Baías
- Estuários
- Lagoas
- Manguezais

- Mar territorial

- Rios

Estes serão ordenados de acordo com critérios físicos e químicos, principalmente relacionados à hidrodinâmica e resiliência química.

A seguir, o produto deste ordenamento será comparado ao mapa de vulnerabilidade dos ecossistemas segundo critérios físicos e químicos produzido no ZEEC-ES, visando-se validar a vulnerabilidade natural dos ecossistemas costeiros aquáticos discutidos.

O mapa de vulnerabilidade dos ecossistemas segundo critérios físicos e químicos foi elaborado e cedido pela equipe elaboradora do ZEEC-ES, a qual adotou aspectos metodológicos diferentes daqueles empregados nos mapas temáticos. Assim, para a confecção deste produto a equipe empregou o mapa de Ecossistemas do Espírito Santo (Fonte: GEOBASES), sendo apresentado no sistema de projeção UTM datum WGS84, no formato raster 30x30.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como produtos, este trabalho gerou um mapa da distribuição das estações de amostragens compiladas por meio das bibliografias consultadas, quatro mapas temáticos de variáveis físicas e químicas (temperatura, nitrogênio total, fósforo total e pH) que seguem em anexo (Anexo I a IV), o ordenamento e a validação da vulnerabilidade natural dos ecossistemas costeiros aquáticos do ES, bem como uma sugestão dos parâmetros mais adequados à serem adotados como indicadores de qualidade de água. Estes resultados são apresentados a seguir, sendo consequentemente discutidos.

6.1. DISTRIBUIÇÃO DAS ESTAÇÕES DE AMOSTRAGENS COMPILADAS POR MEIO DAS BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS

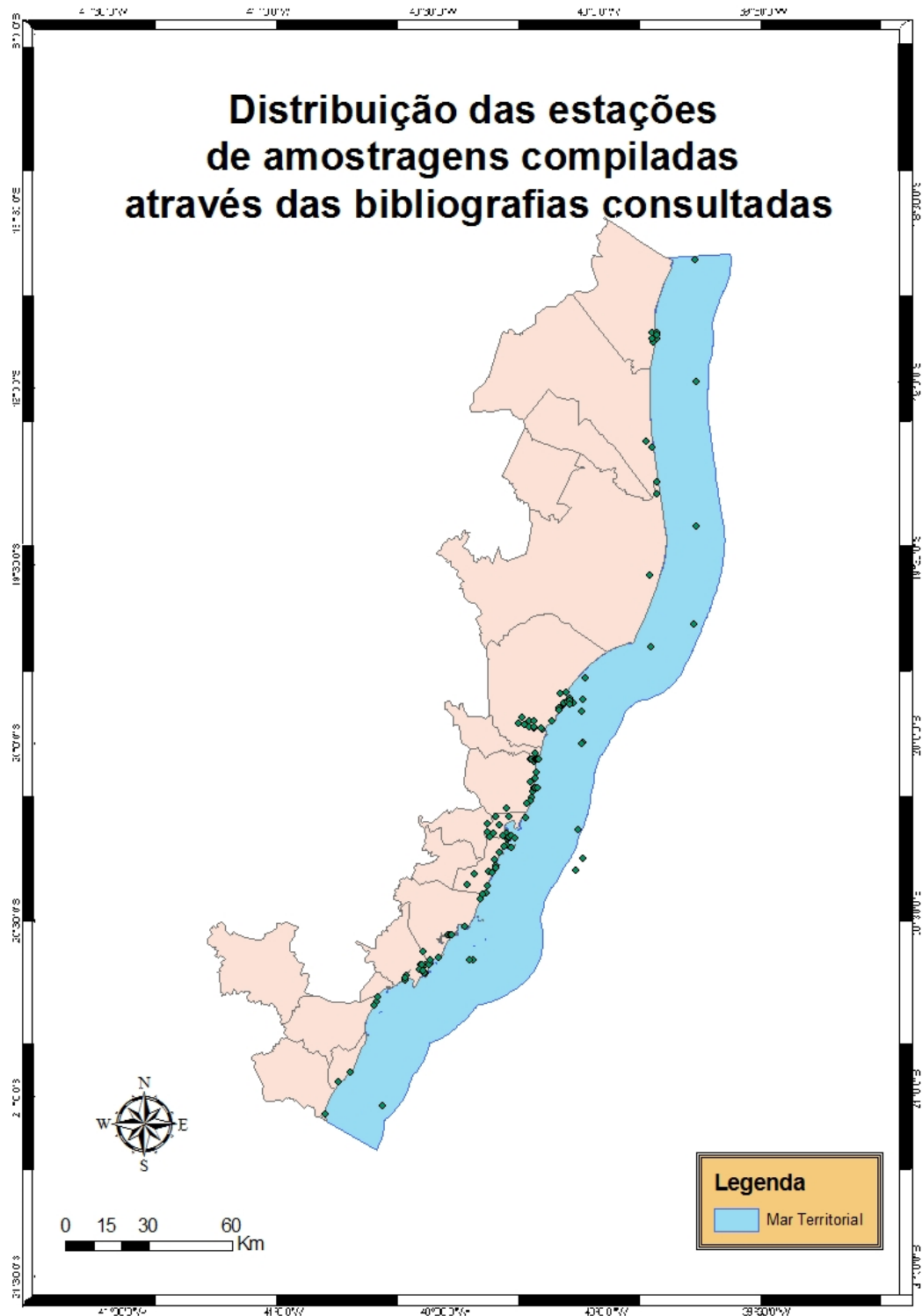


Figura 2 – Mapeamento das estações de amostragens compiladas por meio das bibliografias consultadas.

Quando lançados no software ArcGIS para a confecção do mapa, pôde-se constatar que os pontos eram bastante escassos, mal distribuídos e espaçados.

Desta forma, ao realizar-se a interpolação dos dados, determinadas informações eram endereçadas à locais de maneira incoerente. Por exemplo, baixos valores de salinidade concernentes aos estuários eram extrapolados de tal forma que estes eram designados à regiões distantes da influência continental, cuja salinidade real assume intervalos substancialmente superiores àqueles dos estuários. Ou seja, estes dados seriam incapazes de gerar um mapa de veracidade consistente.

Enfatiza-se que anteriormente à percepção da reduzida quantidade de dados, tinha-se o intuito de confeccionar mapear temáticos de vários dos parâmetros físicos e químicos levantados. Todavia, o máximo que se pôde gerar foram poucos mapas temáticos das variáveis mais freqüentemente citadas nos estudos consultados.

Analisando-se o mapa de distribuição das estações de amostragens compiladas (Figura 2) constata-se que os dados, além de não obedecerem nenhum sistema de freqüência (como já abordado na metodologia), tendem a se concentrar bem adjacentes à linha costeira, tornando-se cada vez mais raros conforme se direciona mar adentro. Destaca-se também que vários destes estudos consultados foram majoritariamente realizados em locais mais específicos, relacionando-se aos pólos habitacionais, portuários e industriais. Observando-se a Figura 2 e os Anexos I, II, III e IV, são constatadas aglomerações na distribuição dos dados nos seguintes municípios:

- Aracruz, que cedia a empresa Aracruz celulose, bem como o Porto de Barra do Riacho;
- Serra, pertencente à região metropolitana da Grande Vitória, a Serra é um núcleo urbano de grande relevância para o estado, contando ainda com a presença de indústrias tais como CIVIT I e II, dentre outras.
- Vitória, que é a capital do estado, relacionada à atividades de turismo, lazer e habitação, além de sediar a Companhia Vale do Rio Doce, Companhia Siderúrgica de Tubarão, bem como dos Portos de Vitória, Praia Mole e Tubarão;
- Vila Velha, grande pólo habitacional, turístico e de lazer, contando ainda com a forte presença de atividades comerciais, como àquelas voltadas à indústria têxtil e alimentícia.

- Anchieta, com o Porto de Ubu e a Samarco Mineração, cuja circulação de capital é de grande relevância para a economia do estado.

Destaca-se que os parâmetros selecionados para a confecção dos mapas temáticos (temperatura, nitrogênio total, fósforo total e pH) (Anexos I a IV) assim o foram por serem mais freqüentemente citados nos estudos consultados. Portanto, sendo em maior quantidade, possivelmente resultariam num produto mais completo. No entanto, ao se examinar tais mapas (Anexos I a IV), pôde-se verificar que, mesmo após todas estas manipulações, a escassez e má disposição dos dados comprometeram a representatividade destes produtos, cuja confiabilidade torna-se limitada.

Neste sentido, comparando-se a quantidade de estações de amostragens compiladas através da consulta bibliográfica (Figura 2) com a quantia de dados superficiais de temperatura (Anexo I), Nitrogênio e Fósforo Total (respectivamente, Anexos II e III) e pH (Anexo IV), nota-se que a escassez é diretamente proporcional à especificidade da informação.

Outro fato marcante é inexistência de registros para locais de destacada relevância para o Espírito santo, podendo-se citar o município de Linhares, no qual se encontra o Rio Doce (referente à bacia hidrográfica de maior importância para o estado) não possui nenhum registro de temperatura, nitrogênio e fósforo total (Anexos I, II e III), fato este que torna ainda mais evidente a insuficiência de estudos dos ecossistemas aquáticos.

Logo, sendo os registros bastante pontuais e dispersos em termos espaciais e temporais, a geração de mapas temáticos mais abrangentes foi impossibilitada, optando-se por abordar a vulnerabilidade natural dos ecossistemas costeiros aquáticos baseando-se em conhecimentos relativos à física e química da água.

Frisa-se, portanto, que estudos cujo objetivo seja de incrementar o atual banco de dados é algo de caráter emergencial. Esta discordância entre a velocidade com que as atividades humanas degradam os ecossistemas e a relativa lentidão de iniciativas que visem a recuperação/conservação destes é algo que necessita ser vencido urgentemente; caso contrário, as modificações ocasionadas poderão assumir caráter irreversível.

6.2. VALIDAÇÃO DA VULNERABILIDADE NATURAL DOS ECOSISTEMAS COSTEIROS AQUÁTICOS SEGUNDO CRITÉRIOS FÍSICOS E QUÍMICOS

Sendo um ecossistema formado pela biota, juntamente com o seu ambiente físico e químico (NICHOLS; WILLIAMS, 2009), este deve ser tratado como uma entidade única, devendo, pois, ser observado sob uma perspectiva holística. Deste modo, as peculiaridades físicas e químicas da água, merecem relevância equivalente aos seus elementos vivos, por exemplo; e, como já dito, os parâmetros físico-químicos exercem grande influência sobre os ecossistemas. Quanto aos fatores condicionantes das variáveis físicas e químicas, pode-se constatar que a hidrodinâmica (WETZEL; LIKENS, 1991), bem como a geometria do corpo d'água (IDEMA, 2005) desempenham um efeito marcante sobre as mesmas. Estes fatores/parâmetros possuem relação direta entre si e, quando analisados, permitem avaliar a capacidade de assimilação de impactos antrópicos (SPERLING, 1999).

Diversos estudos, tais como o de Molisani (2005), relacionam as condições físicas e químicas à capacidade que os corpos d'água possuem em diluir e exportar os poluentes. Neste ponto, é válido lembrar uma máxima muito comum entre os engenheiros sanitários: 'a saída para a poluição é a diluição', de onde surge a prática freqüente de se lançar efluentes em corpos d'água cuja circulação possa desempenhar uma boa diluição (através da mistura), como, por exemplo, nos mares. (CLARK, 2001). Embora possa parecer, à princípio, uma afirmação equivocada ou por demais imediatista, este dito possui um embasamento consistente. Exemplificando-se: corpos d'água saturados de oxigênio são capazes de suprir a DBO₅ (Demanda Bioquímica de Oxigênio de uma amostra submetida à digestão bacteriana por 5 dias) em torno de 8,0 – 8,5 mg/L. Porém, efluentes orgânicos freqüentemente possuem DBO₅ muito superior à estes valores, necessitando, portanto, de serem diluídos para que a DBO₅ alcance valores dentro do intervalo citado (CLARK, 2001). Assim, ao reduzir a concentração dos efluentes, a diluição favorece o corpo d'água à resistir e/ou recuperar-se dos impactos aos quais o mesmo é submetido.

Neste sentido, observa-se que se um ecossistema receber uma descarga de poluentes à qual sua hidrodinâmica não seja suficientemente capaz de eliminá-la, este será degradado em termos de qualidade de água e, conseqüentemente, terá sua biodiversidade e serviços ecológicos comprometidos (WOLANSKI, 2007). Portanto, ambientes mais hidrodinâmicos possuem maior capacidade de resistir, e até mesmo de se recuperarem de possíveis perturbações, sendo, assim, menos vulneráveis.

Sabendo-se que a hidrodinâmica é uma variável que engloba fatores geomorfológicos, físicos, químicos e biológicos, os quais mutuamente se influenciam (ZALEWSKI, 2000); pode-se afirmar que a mesma é essencialmente de caráter holístico, estando de acordo com os princípios deste estudo. Considerando-se, principalmente, a influência exercida pela hidrodinâmica nas variáveis físicas e químicas da água dos ecossistemas aquáticos, a mesma é adotada como critério-chave para o ordenamento dos ecossistemas apresentados neste trabalho.

Iniciando-se pelas lagoas, estes são ecossistemas geomorfologicamente caracterizados por possuírem tamanho e volume bem limitados (VOLLENWEIDER *et al.*, 1998), possuindo, deste modo, uma hidrodinâmica relativamente restrita. Sustentando esta afirmação encontra-se o fato de que diversos estudos de caracterização destes ambientes relatam sobre estes corpos d'água em sua porção inteira, e não apenas uma fração dos mesmos, revelando a baixa circulação existente. Logo, têm-se as lagoas como ambientes de elevada sensibilidade (BOZELLI *et al.*, 1992; KJERFVE, 1994; DIAS JR.; BARROSO, 1998; GÖNENC; WOLFLIN, 2005).

Lamentavelmente, várias aglomerações urbanas dão-se nas proximidades das lagoas, as quais, através de seus modos de uso e ocupação, têm o potencial de comprometer qualidade destas águas (ESTEVES, 1998; MOLISANI, 2005). Deste modo, tem-se observado que a deterioração das condições naturais das lagoas costeiras no Brasil tem ocorrido mais rapidamente do que a iniciativa da sociedade em criar alternativas que visem a recuperação das mesmas (LEAL, 2006), o que é um fato preocupante. Portanto, associando-se o uso indevido à natureza relativamente restrita destes ecossistemas, atribui-se aos ecossistemas lacustres costeiros o grau de vulnerabilidade muito alta (máxima neste estudo).

A seguir, os ecossistemas fluviais são extremamente importantes para a manutenção e bem-estar da vida humana, visto que a água é um recurso natural associado à diversos usos, podendo ser citados seu emprego na irrigação, lazer, produção de energia, abastecimento e pesca (BRANCO, 1991), além de seu papel ecológico, como por exemplo, no fornecimento de água doce, sedimentos, nutrientes e matéria orgânica para os estuários (MCLUSKY; ELLIOT, 2004).

Contudo, deve-se considerar que estes corpos d'água estão sujeitos às alterações do regime pluvial, além de refletirem os múltiplos usos desenvolvidos ao longo de toda a bacia hidrográfica. Em consequência, a fragmentação dos cursos fluviais por barragens, bem como o uso indevido do solo (OTTONI et al., 2005), impactam os ecossistemas fluviais costeiros. Somado à isto encontra-se o fato de as populações tenderem a se concentrar ao longo das bacias hidrográficas, lançando nestas seus efluentes, o que, por sua vez, influencia a qualidade do ecossistema hídrico (ARRUDA et al., 2010). No entanto, deve-se considerar que os rios são capazes de assimilar despejos, uma vez que são dotados de mecanismos de advecção, difusão, oxidação biológica da matéria orgânica, etc. (GIANANTE, 1997).

Logo, os rios são apresentados neste trabalho com uma vulnerabilidade muito alta, mas ainda inferior às lagoas, visto que os mesmos possuem uma maior capacidade de autodepuração.

Os estuários, por sua vez, são apontados neste trabalho como ecossistemas de vulnerabilidade alta, visto que estes ecossistemas de transição entre continente e oceano apresentam uma natureza dinâmica e variável (BARROSO; DIAS JR, 1997; MIRANDA et al., 2002).

Por conseguinte, a circulação estuarina é conduzida pelo fluxo fluvial, pelas marés, ventos, processos de precipitação e evaporação, bem como pela ocorrência de eventos oceânicos nas águas costeiras, como, por exemplo, a passagem de vórtices e tempestades (WOLANSKI, 2007), o que faz destes sistemas locais bem mais dinâmicos do que os anteriormente apresentados.

No entanto, ao serem influenciados pelas marés bem como pelo curso fluvial, os estuários são submetidos à alterações periódicas de fluxos direcionados à montante e à jusante, retardando a passagem dos efluentes que atravessam estes ambientes (CLARK, 2001). Além disso, as mudanças de pH e potencial redox que

ocorrem à medida que as águas fluviais e marinhas se encontram, originam uma intensa floculação de partículas finas, as quais se agrupam, formando flocos maiores, que, por sua vez, absorvem matéria orgânica, metais, pesticidas e outros materiais provenientes da coluna d'água (SPEIGHT; HENDERSON, 2010). Desta forma, os poluentes tendem à possuir um grande tempo de residência nestes locais, tornando-os mais propensos à poluição e à degradação.

Salienta-se ainda que embora os estuários sejam ecossistemas de alta diversidade e que desempenhem um papel vital no equilíbrio ambiental (IDEMA, 1999; MIRANDA et al., 2002), estes também são muito visados para a extração de seus recursos e pelo seu potencial de uso, como por exemplo, para acomodação de portos, indústrias e vias de acesso para o interior do continente (MOLISANI, 2005), bem como para a navegação, comércio, turismo, lazer, ocupação humana e fornecimento de alimentos (IDEMA, 1999). Conseqüentemente, a pressão de uso aos quais os estuários são submetidos é tamanha que sua circulação é insuficiente para eliminar todos os poluentes adicionados (SEELIGER; KJERVE, 2001). Devido à esta relativa incapacidade de resistir e/ou recuperar-se dos impactos, os ecossistemas estuarinos são indicados com uma classe de vulnerabilidade alta.

A seguir, os manguezais são ecossistemas de transição entre os ambientes terrestre, fluvial e marinho (NOVELLI, 1995), os quais são periodicamente inundados pelas marés, sendo, por conseqüência, submetidos à amplas variações de salinidade (CORREIA; SOVIERZOSKI, 2005). Estes sistemas prestam múltiplos serviços às áreas costeiras, podendo-se citar a proteção que estes oferecem contra as inundações, possíveis erosões das margens dos rios, além da ciclagem dos nutrientes e da manutenção da biodiversidade (MORBEG; RONNBACK, 2003). Destaca-se ainda a presença de circunstâncias bem favoráveis à alimentação, proteção e reprodução de diversas espécies nestes locais (COELHO, 1980), conferindo aos mesmos uma biodiversidade elevada e bem peculiar, a qual, por sua vez, viabiliza o fornecimento de diversos bens (como alimento e recursos genéticos) (ALCAMO et al., 2003). Desta forma, perturbações que venham à comprometer a biodiversidade única destes ecossistemas podem acarretar conseqüências de caráter global, ocasionando prováveis impactos nos outros ecossistemas costeiros aos quais este encontra-se conectado. Baseando-se nestes princípios, associa-se aos manguezais uma vulnerabilidade alta (mas inferior àquela dos estuários).

Os alagados, por sua vez, são ecossistemas de transição entre os ambientes terrestre e aquático, encontrando-se, deste modo, submetidos aos fluxos hidrológicos e biológicos destes sistemas, bem à pluviosidade (COWARDIN et al., 1979). Percebe-se, assim, que todos estes ecossistemas encontram-se intimamente correlacionados e mutuamente se influenciam. Enfatiza-se o especial valor dos alagados apontando suas funcionalidades ecológicas, tais como a regulação de gases atmosféricos, manutenção do ciclo do nitrogênio, controle de cheias, manutenção da produtividade primária e da biodiversidade, dentre outras (KEDDY, 2000). No entanto, suas funções podem ser facilmente comprometidas quando submetidas às perturbações (MITSCH; GOSSELINK, 2000), tendendo à não resistir e/ou se recuperarem adequadamente. Conseqüentemente, adota-se à estes ecossistemas uma classe de vulnerabilidade média.

As baías são ambientes suscetíveis à interferência de forçantes de naturezas distintas, podendo-se citar a ação eólica, fluvial e marinha (NICHOLS; WILLIAMS, 2009). Sendo feições geomorfológicas de dimensões relativamente restritas, as baías possuem suas águas relativamente abrigadas da ação das correntes oceânicas (MARINS, 2010), possuindo, deste modo, uma menor capacidade de resistência e/ou recuperação aos impactos do que o Mar territorial. Neste sentido, diversos estudos relatam manifestações de eutrofização em baías, especialmente em locais onde a circulação de água é particularmente restrita (VOLLENWEIDER et al., 1998). Com base nestes fundamentos, atribui-se às baías uma vulnerabilidade baixa.

Por fim, o Mar Territorial é o ecossistema deste estudo cuja vulnerabilidade é inferior à de todos os outros ecossistemas apresentados, visto que são mais hidrodinâmicos, e, portanto, possuem uma maior aptidão de se recuperarem de impactos. Estas regiões realizam trocas significativas com a região oceânica, recebendo também a atuação de ondas, correntes, ressurgências, efeitos da maré e do vento, etc. Comumente, nestes ambientes há modificações químicas, biológicas e físicas em distâncias relativamente pequenas (VOLLENWEIDER et al., 1998), evidenciando o elevado intercâmbio de água neles. Deste modo, devido à elevada capacidade de recuperação, representada pelas grandes taxas de renovação de água, bem como a elevada capacidade de resistir aos impactos, devido à presença

de grandes profundidades, correntes marinhas, tempestades, etc., as zonas marinhas são tidas como a classe menos vulnerável desta categorização.

Todavia, deve-se enfatizar que, embora estas regiões sejam menos vulneráveis, não são menos importantes, tendo em vista o grande número de processos, funções, bens e recursos que desta procedem (CICIN-SAIN; KNECHT, 1998). É importante ressaltar que a humanidade, há muito tempo, extrai inúmeros recursos dos oceanos partindo-se do princípio de que os oceanos são muito amplos e, que os efeitos destes usos não seriam evidenciados. Contudo, nos últimos anos a pressão de uso têm aumentado em tal proporção que possa vir à comprometer a habilidade dos oceanos em continuar à suprir os diversos usos e recursos que as populações até então confiavam (LIBES, 1992).

Deste modo, a classificação da vulnerabilidade natural dos ecossistemas costeiros aquáticos é apresentada na Tabela 1, destacando-se que 5 classes de vulnerabilidade foram geradas neste estudo: de 1 (muito baixa) até 5 (muito alta).

Tabela 1 - Classificação da vulnerabilidade dos Ecossistemas Costeiros Aquáticos segundo critérios físicos e químicos (principalmente relacionados à hidrodinâmica e resiliência química).

Ordem	Ecossistemas costeiros aquáticos	Vulnerabilidade (1 a 5)
1	Mar territorial	1 - Muito baixa
2	Baías	2 - Baixa
3	Alagados	3 - Média
4	Manguezais	4 - Alta
5	Estuários	
6	Rios	5 - Muito Alta
7	Lagoas	

Comparando-se o resultado deste ordenamento (Tabela 1) com o Mapa de vulnerabilidade natural dos ecossistemas costeiros segundo critérios físicos e químicos elaborado no ZEEC-ES (Figura 3), observa-se que há convergências na classificação da vulnerabilidade natural do Mar Territorial (muito baixa), dos Manguezais (vulnerabilidade alta), dos Rios e das Lagoas (ambos de vulnerabilidade muito alta).

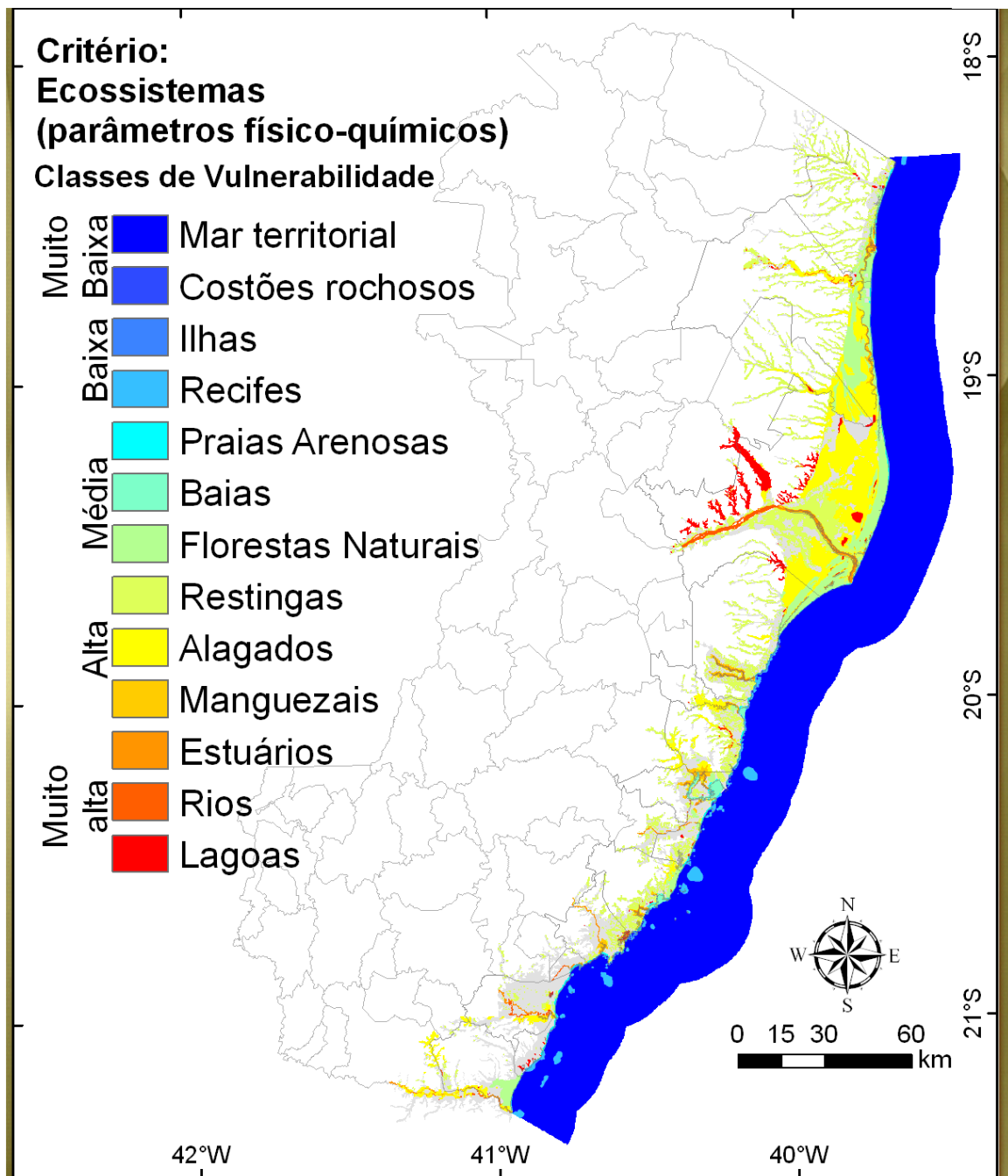


Figura 3 – Mapa de vulnerabilidade natural dos ecossistemas costeiros aquáticos segundo critérios físicos e químicos. Fonte: Elaborado e cedido pela equipe elaboradora do ZEEC-ES.

Todavia, algumas diferenças podem ser notadas:

- Quanto às baías: o ZEEC-ES associa às baías uma vulnerabilidade média, enquanto o presente trabalho aponta à estas uma vulnerabilidade baixa (imediatamente inferior àquela do Mar Territorial), visto que as baías, embora menos hidrodinâmicas do que o Mar Territorial, possuem características bem similares à destes ecossistemas.
- Quanto aos alagados: estes ecossistemas de transição entre o ambientes aquático e terrestre possuem vulnerabilidade mediana na presente classificação, enquanto o ZEEC-ES julga-os como de alta vulnerabilidade.
- Quanto aos estuários: tendo em vista que estes ecossistemas possuem fortes gradientes em diversas variáveis físicas e químicas, o que, por sua vez, correlaciona-se à dinâmica dos mesmos, atribui uma vulnerabilidade alta, e não muito alta, como exposto no mapa produzido pelo ZEEC-ES.
- Por fim, destaca-se que o ZEEC-ES inclui ecossistemas terrestres em sua classificação de vulnerabilidade natural dos ecossistemas segundo os parâmetros físicos e químicos, algo sequer cogitado no presente estudo.

Todavia, percebe-se que ambos trabalhos estão em acordo tratando-se dos embasamentos teóricos empregados, bem como na seqüência indicada para a ordenação dos ecossistemas aquáticos; ou seja, a seqüência (em ordem crescente de vulnerabilidade): Mar territorial, Baías, Alagados, Manguezais, Estuários, Rios e Lagoas, é mantida em ambos trabalhos, podendo-se, portanto, validar a vulnerabilidade natural dos ecossistemas costeiros aquáticos do ES obtida neste estudo.

6.3. INDICADORES DE QUALIDADE DE ÁGUA

Tendo-se em vista a atual pressão de uso à qual os ecossistemas aquáticos são submetidos, surge a necessidade de distinguir as variações naturais em suas características daquelas decorrentes da ação humana (TROLI *et al.*, 2010), algo que se torna viável por meio de indicadores ambientais. Estes avaliam a saúde dos

ecossistemas de maneira similar aos exames médicos voltados à saúde humana (pressão arterial, glicose, etc.), podendo gerar diagnósticos e sugerir medidas de recuperação (JØRGENSEN *et al.*, 2005). Deste modo, o uso de indicadores de qualidade de água consiste no emprego de variáveis relacionadas com as alterações ocorridas nos corpos d'água, sejam estas de procedência natural ou antrópica (TOLEDO, 2006).

Empiricamente, o emprego de indicadores ambientais tem-se demonstrado uma ferramenta eficaz aos tomadores de decisão, os quais consideram estes parâmetros como excelentes ponderadores do estado atual destes ecossistemas (MAIA *et al.*, 2001), auxiliando, deste modo, a definição de metas, sugestão de alternativas, ajustes políticos, etc. Deve-se considerar também que os cidadãos esperam ter conhecimento à respeito do estado destes ecossistemas, sobretudo quando há grandes investimentos públicos empregados no controle da poluição e outras medidas de caráter ambiental. Deste modo, há uma evidente necessidade de indicadores que possam fornecer respostas adequadas à estas questões em intervalos apropriados. Todavia, há certa dificuldade na escolha de indicadores que sejam de simples apresentação e interpretação. Estes devem ser de fácil execução, cuja sensibilidade e eficácia sejam comprovadas, devendo, portanto, relacionar-se diretamente com o problema a ser avaliado (BORTONE, 2005).

6.3.1. Escolha dos indicadores

Os indicadores a serem adotados podem ser estabelecidos em diversas escalas de abrangência disciplinar; ressaltando-se ainda que para a gestão dos ecossistemas, o ideal é a adoção de indicadores que os avaliem em nível global (BORTONE, 2005), o que demanda a integração de diversas disciplinas. O presente trabalho, voltado à qualidade da água, opta por recomendar os seguintes parâmetros:

- Oxigênio dissolvido (OD): uma vez que o suprimento apropriado deste é indispensável para a autodepuração dos sistemas aquáticos naturais, apontando também a capacidade destes na manutenção da vida aquática (GTZ/SEAMA, 2000 apud LEAL, 2006);

- Coliformes termotolerantes: principais indicadores de contaminação fecal, apontando a possibilidade da existência de microorganismos patogênicos (CETESB, 2005).
- pH: visto que os organismos são adaptados à uma faixa específica destes valores, modificações bruscas do pH pode ocasionar o desaparecimento de certas espécies (PEREIRA; SOARES-GOMES, 2002);
- Demanda bioquímica de oxigênio (DBO): cuja medida determina indiretamente a concentração de matéria orgânica biodegradável (VALENTE et al., 2010).
- Fósforo total e
- Nitrogênio total: diretamente relacionados à despejos domésticos, indústrias, excrementos animais, fertilizantes e detergentes (no caso do fósforo), sendo também limitantes à produtividade primária e, quando em excesso, podem desencadear processos de eutrofização (VON SPERLING, 2005).
- Temperatura da água: a qual controla a distribuição e atividade da vida aquática (PEREIRA; SOARES-GOMES, 2002), além de decidir a solubilidade dos gases (RÉ, 2001);
- Turbidez: relacionada à entrada de energia luminosa na água (VON SPERLING, 2005), relacionando-se, portanto, à biota.
- Sólidos totais: dificultam a penetração de luz, podendo sedimentar-se no leito, sufocando organismos. Também são capazes de reter bactérias e resíduos orgânicos (CETESB, 2005), promovendo decomposição anaeróbia, reduzindo, assim, os teores de oxigênio.

Tais parâmetros foram apontados por diversos especialistas da área ambiental como os de maior relevância para avaliar a qualidade das águas; estes pesquisadores, representando a National Sanitation Foundation, dos Estados Unidos, aderiram pesos de importância relativa à cada um destes parâmetros para então combiná-los e gerar o Índice de Qualidade das Águas (IQA), que tem sido empregado com muito sucesso em diversos trabalhos em ambientes dulcícolas (SALES et al., 2007). Deste modo, não se pretende utilizar este mesmo índice com suas ponderações adequadas aos sistemas de águas doces aos ecossistemas deste trabalho, cuja

salinidade é intrínseca à maioria destes. O que se visa, portanto, é sugerir o emprego destes mesmos parâmetros (cuja eficiência já é internacionalmente conhecida) para avaliar a saúde dos ecossistemas costeiros aquáticos do Espírito Santo.

6.3.2. Procedimentos metodológicos

Segundo CETESB (2005), um programa de diagnóstico da qualidade da água deve se focar em três tópicos principais:

- distribuição espacial dos pontos amostrais (o que pode ser improvisado tendo-se várias estações);
- constatação de tendências (o que requer frequência nas coletas);
- investigação de poluentes específicos (algo que demanda avaliações detalhadas).

No entanto, na prática, atender devidamente à todos estes requisitos despenderia muitos esforços e custos financeiros, sendo, portanto, inviável. Logo, aponta-se como algo realmente viável a realização de levantamentos mais sucintos, efetuados em períodos relativamente curtos e com atividades limitadas, ou seja, coletando-se apenas os parâmetros indicados como indispensáveis para a legitimidade do trabalho, satisfazendo-se apropriadamente aos seus objetivos.

Considera-se também que as estações de amostragem de água devem ser distribuídas conforme as proporções e peculiaridades de cada ecossistema, devendo ser observados os seguintes critérios para a escolha dos pontos amostrais:

- Usos do solo e da água: permitindo avaliar o impacto das atividades antrópicas sobre os recursos hídricos;
- Turbulência: pontos com muita turbulência devem ser evitados, pois esta eleva a oxigenação, superestimando os valores de oxigênio dissolvido (OD).
- Representatividade do ecossistema: por fim, os pontos precisam estar bem distribuídos de maneira à representar a real condição do ecossistema, devendo, ser

priorizados os locais cujas características sejam as mais próximas do ecossistema em sua totalidade, evitando-se aqueles de comportamento excepcional.

É válido ressaltar que para os resultados serem consistentes, devem ser consideradas além das escalas espaciais, também as temporais (PEDROSA; REZENDE, 1999). Neste sentido, observa-se que a sazonalidade está acompanhada de alterações na precipitação pluvial, vazões fluviais, época de cheias, etc., as quais, por sua vez, contribuirão por acarretar diluição e diferenças significativas nos parâmetros analisados (MISHRA et al., 2007; YOUSAFZAI et al., 2010). Assim, recomenda-se que as amostragens contemplem as estações seca e chuvosa, as quais caracterizam o clima local (CPTEC, 2010). Sugere-se ainda que as coletas de água sejam, preferencialmente, superficiais, viabilizando o mapeamento futuro destas informações.

Ressalta-se que a metodologia sugerida não visa detalhar os ecossistemas em toda sua extensão, como em alguns monitoramentos oceanográficos que decompõem estes em subsistemas, focando-se no detalhamento das peculiaridades destes. Tal atitude demandaria muitos mais esforços, além de tornar o diagnóstico mais dispendioso em questões financeiras. Deste modo, frisa-se que a meta primordial desta metodologia sugerida consiste em ao menos gerar um banco de dados organizado, de legitimidade e representatividade, ainda que conciso, algo até então inexistente. Esta base de informações, por sua vez, certamente servirá de subsídio para novos trabalhos, bem como para a orientação dos diversos níveis decisórios, contribuindo para o desenvolvimento sustentável do Espírito Santo.

7. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

À princípio, o presente trabalho visava levantar dados físicos e químicos referentes aos ecossistemas costeiros aquáticos do ES e compilá-los, gerando um banco de dados amplo e organizado, o qual seria de grande utilidade para estudos futuros. No entanto, por meio de busca bibliográfica, constatou-se que estes registros são demasiadamente escassos, inviabilizando a meta inicial.

Neste sentido, toma-se a iniciativa de ordenar a vulnerabilidade natural dos ecossistemas costeiros aquáticos baseando-se em conhecimentos físicos e químicos referentes à cada ecossistema aquático costeiro. Os resultados obtidos, por sua vez, constituem-se uma base de dados iniciais para trabalhos futuros, contribuindo ainda para o direcionamento da aplicação de esforços e recursos financeiros que visem a conservação/recuperação dos ecossistemas costeiros aquáticos do ES.

Visando-se motivar novas pesquisas, foram sugeridos quais indicadores de qualidade de água seriam os mais apropriados para produzir uma base de informações útil aos tomadores de decisão, bem como à população em geral.

Por fim, ressalta-se à cerca da necessidade de integração destes conhecimentos obtidos com àqueles alcançados pelas outras disciplinas, intencionando-se obedecer a perspectiva holística na qual a vulnerabilidade natural dos ecossistemas costeiros aquáticos deve estar inserida.

8. REFERÊNCIAS

1. ALBINO, J.; GOMES, R. C. **Modelagem, monitoramento, erosão e ocupação costeira: descrição dos aspectos oceanográficos do litoral do Espírito Santo**. Vitória: Instituto Recos do Milênio, 2005.
2. ALBINO, J.; PAIVA, D. S.; MACHADO, G. M. V. **Geomorfologia, tipologia, vulnerabilidade erosiva e ocupação urbana das praias do litoral do Espírito Santo, Brasil**. Geografares, 2: 63-70, 2001.
3. ALBINO, J. **Processos de sedimentação atual e morfodinâmica das praias de Bicanga a Povoação, ES**. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar. 182pp. São Paulo: USP, 1999.
4. ALCAMO, J. *et al.* **Ecosistemas e o Bem-estar Humano: Estrutura para uma Avaliação**. World Resources Institute, 2003.
5. ARRUDA et al. Identificação de vulnerabilidades ambientais na microbacia do rio Guarabira-PB. Caminhos de geografia – Revista on line, Uberlândia v. 11, n. 34, p. 50 – 61, 2010. Disponível em: <<http://www.ig.ufu.br/revista/caminhos.html>>. Acesso em 10 out. 2010.
6. BARROSO, G. F., DIAS JR, C. **Avaliação preliminar da qualidade da água no Canal da Passagem/Manguezal do Lameirão**. Anais do VIII Seminário Regional de Ecologia, São Carlos, v.1, 1997.
7. BORTONE, S. A. **Estuarine indicators**. CRC Press, Marine Science Series, 2005.
8. BOZELLI, R.L.; ESTEVES, F.A.; ROLAND, F.; SUZUKI, M.S. **Padrões de funcionamento das lagoas do Baixo Rio Doce: variáveis abióticas e clorofila-a (Espírito Santo - Brasil)**. Acta Limnologica Brasiliensia, 4: 13-31, 1992.
9. BRANCO, S. M. **A água e o homem**. São Paulo: CETESB. 1991.
10. BREWSTER, L. F. S. **The development of a comprehensive littoral vulnerability assessment approach for a Small Island Developing State: a case study for Barbados**. International Conference 'Littoral 2002': Porto, 6, Proceedings, p. 189-197, 2002.

11. BREZONIK, P. L. **Freshwater Ecosystems : Revitalizing Educational Programs in Limnology**. National Academies Press, Washington, 1996.
12. CAMARGO, A. F. M.; PEZZATO, M. M. & HENRY-SILVA, G. G.. **Fatores limitantes a produção primária de macrófitas aquáticas**. Pgs 85-126. *In*: S.M. Thomaz & L.M. Bini, (eds.), Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas. EDUEM, Maringá, 2003.
13. CARVALHO, L. M. T; LOUZADA J. N. **Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de Minas Gerais: Abordagem metodológica para caracterização do componente flora**. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, INPE, p. 3789-3796. 21-26 abril, 2007.
14. CAVALCANTE, S. R. **Breves notas sobre Zoneamento Ecológico-Econômico**. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/breves-notas-sobre-zoneamento-economico-ecologico-pdf-a24152.html>>. Acesso em: 17 mai. 2010.
15. CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – **Relatório De Qualidade das Águas Litorâneas no Estado de São Paulo - Balneabilidade das Praias 2004**. São Paulo, 2005.
16. CICIN-SAIN, B.; KNECHT, R. W. **Integrated coastal and ocean management: concepts and practices**. Washinton, D. C., Island Press, 517p. 1998.
17. CLARK, J. R. **Coastal Seas: The conservation Challenge**. Oxford: Blackwell Science Ltd, 1998.
18. CLARK, J. R. **Marine Pollution**. Oxford: Blackwell Science Ltd, Fifth edition, 2001.
19. COELHO, P. A. **Os crustáceos decápodos de alguns manguezais pernambucanos**. Instituto Oceanográfico da Universidade Federal de Pernambuco-Recife, 1980.
20. CORREIA, M. D.; SOVIERZOSKI, H. H. **Ecossistemas Marinhos: recifes, praias e manguezais**. Série: Conversando sobre Ciências em Alagoas. Ed. Universidade Federal de Alagoas (UFLA), Maceió, AL, 2005.

21. COWARDIN, L. M.; CARTER, V.; GOLET, F. C.; LAROE, E. T. **Classification of Wetlands & Deepwater Habitats of the U. S.**, U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, Office of Biological services, Washinton, D. C., 1979.
22. CPTEC, Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br>>. Acesso em: 2 de novembro de 2010.
23. DAL CIN R.; SIMEONI U. **A model for determining the classification, vulnerability and risk in the Southern Coastal Zone of the Marche (Italy)**. Journal of Coastal Research, v.10, p.18-29, 1994.
24. DHN, Diretoria de Hidrografia e Navegação. **Dados oceanográficos**. Disponível em: <<http://www.mar.mil.br>>. Acesso em: 20 de outubro de 2010.
25. DIAS JR., C.D.; BARROSO, G.F. **Limnological studies of coastal lagoons at the south of Espírito Santo State (Brazil)**. Verhandlungen Internationale Vereinigung Limnologie, 26: 1433-1437, 1998.
26. ESTEVES, F. A. **Lagoas costeiras: origem, funcionamento e possibilidades de manejo**. In: Esteves, F. A., Ecologia de Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (NUPEM), Rio de Janeiro. Ed. UFRJ, 1998.
27. FRAGOSO, M.D.R. **Um Modelo Numérico da Circulação Oceânica para as Bacias Leste e Sudeste do Brasil**. Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE. Rio de Janeiro, 2004.
28. GIANANTE, A. E. **Avaliação da capacidade de autodepuração do ribeirão Jacaré – Itatiba – SP**. ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, v.57, 1997.
29. GÖNENC, I. E.; WOLFLIN, J. P. (Org.) **Coastal lagoons: ecosystem processes and modeling for sustainable use and development**. CRC Press LLC, Marine Science Series, 2005.
30. GRIGIO, A. M. **Aplicação de Sensoriamento Remoto e Sistema de Informação Geográfica na determinação da Vulnerabilidade Natural e Ambiental do Município de Guamaré (RN): Simulação de risco às**

- atividades da indústria petrolífera.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Exatas e da Terra, Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica, Natal – RN, 2003.
31. HOLLING, C. S. **The resilience of terrestrial ecosystems: local surprise and global change.** Sustainable Development of the Biosphere, Clark and R.E. Munn (ed.), Cambridge University Press, Cambridge, U.K, 1986.
 32. IBAMA. **Planejamento Sistemático da Conservação.** Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – Ibama, BRASÍLIA, 2010.
 33. IBGE. **Dimensão ambiental – Oceanos, mares e áreas costeiras.** Brasil, 2004. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/home>>. Acesso em 19 out. 2010.
 34. IDEMA. **Projeto de Zoneamento Ecológico-econômico dos Estuários do Rio Grande do Norte – ZEE/RN.** Natal (RN), Fevereiro de 2005.
 35. IDEMA. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da zona costeira e marinha: caracterização dos ecossistemas costeiros dos Estados: Rio Grande do Norte, Ceará e Piauí.** Natal: Governo do Estado do Rio Grande do Norte, 1999.
 36. IEMA - Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Termo de Referência, Execução da Proposta de ZEE-ES.** Anexo I - Convênio Nº 013/2008 – (Processo Nº 41486382). Espírito Santo, 2008. Disponível em:<http://www.meioambiente.es.gov.br/download/TR_ZEE_ES_2008_10_14.pdf>. Acesso em: 11 mai. 2010.
 37. JØRGENSEN, S. E.; COSTANZA, R.; XU, F. L. **Handbook of ecological indicators for assessment of ecosystem health.** CRC Press, Taylor & Francis Group, 2005.
 38. KEDDY, P. A. **Wetland ecology: principles and conservation.** Cambridge studies in ecology. Cambridge University Press, 2000.
 39. KJERFVE, B. Coastal lagoons. In: KJERFVE, B. (Ed.). **Coastal Lagoon Processes.** New York, Elsevier, 1994. 60: 1-8.

40. LEAL, P. R. **Avaliação de indicadores do estado trófico de uma lagoa costeira: Lagoa Jacuném (Serra, ES)**. Monografia – Curso de Graduação em Oceanografia, Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, Vitória, 2006.
41. LEWIS Jr., W.M. **Zooplankton community analysis studies on a tropical system**. New York: Springer-Verlag, 1979.
42. LIBES, S.M. **An Introduction to Marine Biogeochemistry**. John Wiley & Sons: New York, 1992.
43. MAIA, N. B.; MARTOS, H. L.; BARRELLA, W.; BOLLMANN, H. A. **Indicadores ambientais: conceitos e aplicações**. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Faculdade de Ciências Biológicas, 2001.
44. MARINS, R. V. (Org.) **Glossário de Oceanografia Abiótica**. Instituto de Ciências do Mar – LABOMAR – Coleção Habitat 4, Fortaleza, 2010.
45. MANN, K. H. **Ecology of coastal Waters with implications for management**. Blackwell Science Inc, second edition, 2000.
46. MARK, A. Z.; GREGR, E. J. **Sensitivity and Vulnerability in Marine Enviroments: an Approach to Identifying Vulnerable Marine Areas**. Conservation Biology, Vol. 19, n. 1, p. 86-97. 2005.
47. MCCLINTOCK, J.B.; BAKER, B.J. **Marine chemical ecology**. Boca Raton, FL: CRC Press, 2001.
48. MCFADDEN, L.; NICHOLLS, R. J.; PENNING-ROWSELL, E. (Org.) **Managing Coastal Vulnerability**. Oxford: Elsevier, 2007.
49. MCLUSKY, D. S.; ELLIOT, M. **The Estuarine Ecosystem: ecology, threats and management**. Third edition. Oxford: Blackwell Science Ltd, 2004.
50. MIRANDA, L. B.; CASTRO, B. M.; KJERFVE, B. **Princípios de oceanografia física de estuários**. São Paulo: EDUSP, 2002.
51. MISHRA, R. R.; THATOI, H. N.; RATH, B.; MISHRA, R. K.; MOHANTY, R. C. **Physico-chemical analysis of river and aquaculture pond water from bhitarkanika mangrove ecosystem of orissa**. Research Journal Biotechnology, V. 2, Pg. 14-19, may, 2007.

52. MITSCH, W. J. ; GOSSELINK, J. G. **The value of wetlands: importance of scale and landscape setting.** Ecological Economics, Volume 35, Issue 1, Pages 25-33, October, 2000.
53. MMA - Ministério do Meio Ambiente. **O que é ZEE?**, Brasília. Disponível em: <http://www.mma.gov.br>. Acesso em: 27 mar. 2010.
54. MOLISANI, M. M. **Caracterização das condições físico-químicas dos Estuários do Estado do Ceará.** Programa de Zoneamento Ecológico e Econômico da Zona Costeira do Estado do Ceará. Fortaleza, Novembro de 2005.
55. MONTEIRO, M. D. R.; MELO, N. F. A. C.; ALVES, M. A. M. S.; PAIVA, R. S. **Composição e distribuição do microfitoplâncton do rio Guamá no trecho entre Belém e São Miguel do Guamá, Pará, Brasil.** Bol. Mus. vol.4, n.3, p. 341-351. 2009.
56. MORAES, A.C.R. **Contribuições para a gestão da zona costeira do Brasil: elementos para uma Geografia do litoral brasileiro.** São Paulo, HUCITEC/EDUSP, 1998.
57. MOBERG, F; RONNBACK, P. **Ecosystem services of the tropical seascape: interactions, substitutions and restoration.** Ocean & costal Management, 2003.
58. MOSCON, D. M. C. **Estudo das Manchas Arenosas – Sand Patches – na Plataforma Interna do Espírito Santo Através de Levantamento Sonográfico e Testemunhagem.** Monografia de Graduação em Oceanografia, Universidade Federal do Espírito Santo. Espírito Santo, Vitória, 2006.
59. NASCIMENTO, D. M. C.; DOMINGUEZ, J. M. L. **Avaliação da vulnerabilidade ambiental como instrumento de gestão costeira nos municípios de Belmonte e Canavieiras, Bahia.** Revista Brasileira de Geociências, v. 39(3): 395-408, 2009.
60. NICHOLS, C. R.; WILLIAMS, R. G. **Encyclopedia of marine science.** Ed. Facts On File Science Library, New York, 2009.

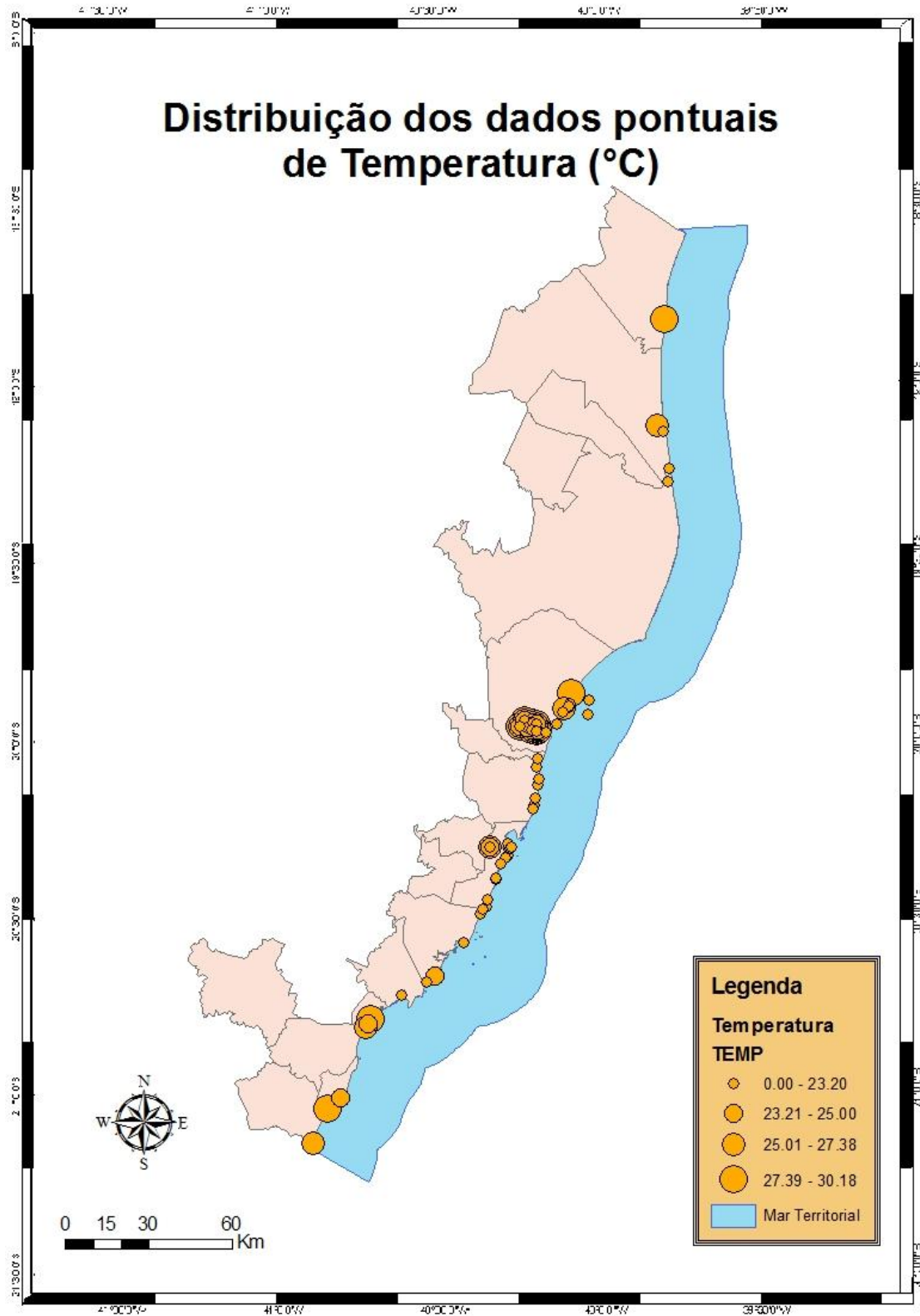
61. NIENCHESKI, L. F.; BAUMGARTEN, M. G. Z.; ROSO, R. H. **Oceanografia Química – Levantamento bibliográfico e identificação do estado atual do conhecimento.** Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva – REVIZEE, 2005.
62. NOVELLI, Yara Shaeffer. **Manguezal: Ecossistema entre a terra e o mar.** São Paulo, 1995.
63. OLIVEIRA, R. J. **Avaliação da qualidade de água da Baía do Espírito Santo no período de 2000 a 2005.** Monografia – Curso de Graduação em Oceanografia, Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, Vitória, 2006.
64. OTTONI, A. B.; NETO, C. N.; SILVA, D. S.; FERREIRA, A. C. **Análise da influência do reservatório no regime de chuva regional e no rendimento hidrológico de uma bacia degradada: estudo de caso do reservatório da usina hidrelétrica de Furnas.** Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, Minas Gerais, 2005.
65. PATCHINEELAM, S. M. 2004. **Sedimentação marinha.** In: Baptista Neto, J.A., PONZI, V. R. A., SICHEL, S. E. Introdução à Geologia Marinha. Rio de Janeiro. Interciência, 2004.
66. PEDROSA, P.; REZENDE, C.E. **As muitas faces de uma lagoa.** Ciência Hoje, v.26, n. 153, p. 40-47, 1999.
67. PEREIRA, R. C.; SOARES-GOMES, A. (Org.). **Biologia marinha.** Rio de Janeiro: Interciência, 2002.
68. PRATA, P. M. **Caracterização do Ambiente Marinho do Estado Do Espírito Santo utilizando dados do Banco Nacional de Dados Oceanográficos.** Dissertação de mestrado em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo. Espírito Santo, Vitória, 2007.
69. RÉ, P. M. A. B. **Biologia marinha.** Faculdade de ciências da universidade de Lisboa, 2001.
70. SALES, M. A.; CAOILLA, F. C.; FIGUEIREDO, S. B. **Monitoramento de qualidade da água: o IQA da sub-bacia do Rio das Mortes de 2006.** I Simpósio de Recursos Hídricos do Norte e Centro-Oeste, 2007.

71. SANTOS, M. R. R. **Critérios para análise do zoneamento ambiental como instrumento de planejamento e ordenamento territorial.** Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.
72. SEELIGER, U.; KJERVE, B. **Coastal marine ecosystems of Latin America.** Ed. Springer- Verlag Berlin Heidelberg, 2001.
73. SCHMID, C.; SCHAFER H.; PODESTÁ G.; ZENK W. **The Vitória Eddy and Its Relation to the Brazil Current.** Journal of Physical Oceanography. v. 25, p. 2532-2546, 1995.
74. SPEIGHT, M.; HENDERSON, P. **Marine ecology: concepts and applications.** Ed. Wiley-Blackwell, first edition, 2010.
75. SPERLING, E. **Morfologia de lagoas e represas.** Belo Horizonte: DESA/UFMG, 1999.
76. TAGLIANI, C. R. A. **Técnica para avaliação da Vulnerabilidade Ambiental de Ambientes Costeiros utilizando um Sistema Geográfico de Informações.** Anais XI SBSR, Belo Horizonte, Brasil, INPE, v. 05, p. 1657 - 1664. 10 abr. 2003.
77. TOLEDO, L. G. **Índice da qualidade de água em microbacia sob o uso agrícola e urbano.** Piracicaba: Scientia Agrícola, 2006.
78. TROLI, A. C.; PALHANO, F. S.; GONÇALVES, J. L.; IMOLENE, L. M.; GAMEIRO, L. F.; SEIXAS, M. A. C.; SCHIO, R.; IDE, C. N.; ROCHE, K. F. **Avaliação comparativa de índices de qualidade de água: Rio Miranda, Córregos Bandeira e Cabaça.** Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Departamento de Hidráulica e Transportes, Campo Grande-Mato Grosso do Sul. Disponível em: <<http://www.abrh.org.br/novo>>. Acesso em: 12 nov. 2010.
79. VALENTE, J. P. S.; PADILHA, P. M.; SILVA, A. M. M. **Oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) como parâmetros de poluição no ribeirão Lavapés/Botucatu - SP.** Eclet. Quím., São Paulo, 2010.

- Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010046701997000100005&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 13 nov. 2010.
80. VOLLENWEIDER, R. A.; GIOVANARDI F.; MONTANARI G.; RINALDI A. **Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters with special reference to the NW Adriatic Sea: Proposal for a trophic scale, turbidity and generalized water quality index.** *Environmetrics* 9(3): p. 329-357. 1998.
 81. VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, v. 1, 3. ed., 2005.
 82. ZALEWSKI, M. **Ecohydrology: the scientific background to use ecosystem properties as management tools toward sustainability of water resources.** *Ecological Engineering*, 16: 1-8, 2000.
 83. WETZEL, R.G.; LIKENS, G.E. **Limnological Analyses.** 2nd. Ed. Springer-Verlag, 1991.
 84. WOLANSKI, E. **Estuarine Ecohydrology.** Amsterdam: Elsevier, 2007.
 85. WORLD RESOURCES INSTITUTE. **A Guide to World Resources 2000–2001: People and Ecosystems: The Fraying Web of Life.** Washington, 2000. Disponível em: < <http://www.wri.org/publication/> >. Acesso em: 27 set. 2010.
 86. YOUSAFZAI, A. M.; KHAN, A. R.; SHAKOORI, A. R. **Pollution of Large, Subtropical. Rivers-River Kabul, Khyber-Pakhtun Khwa Province, Pakistan) : Physico-Chemical Indicators.** *Pakistan Journal Of Zoology*, v. 42, ed. 6, pg 795-808, dec, 2010.

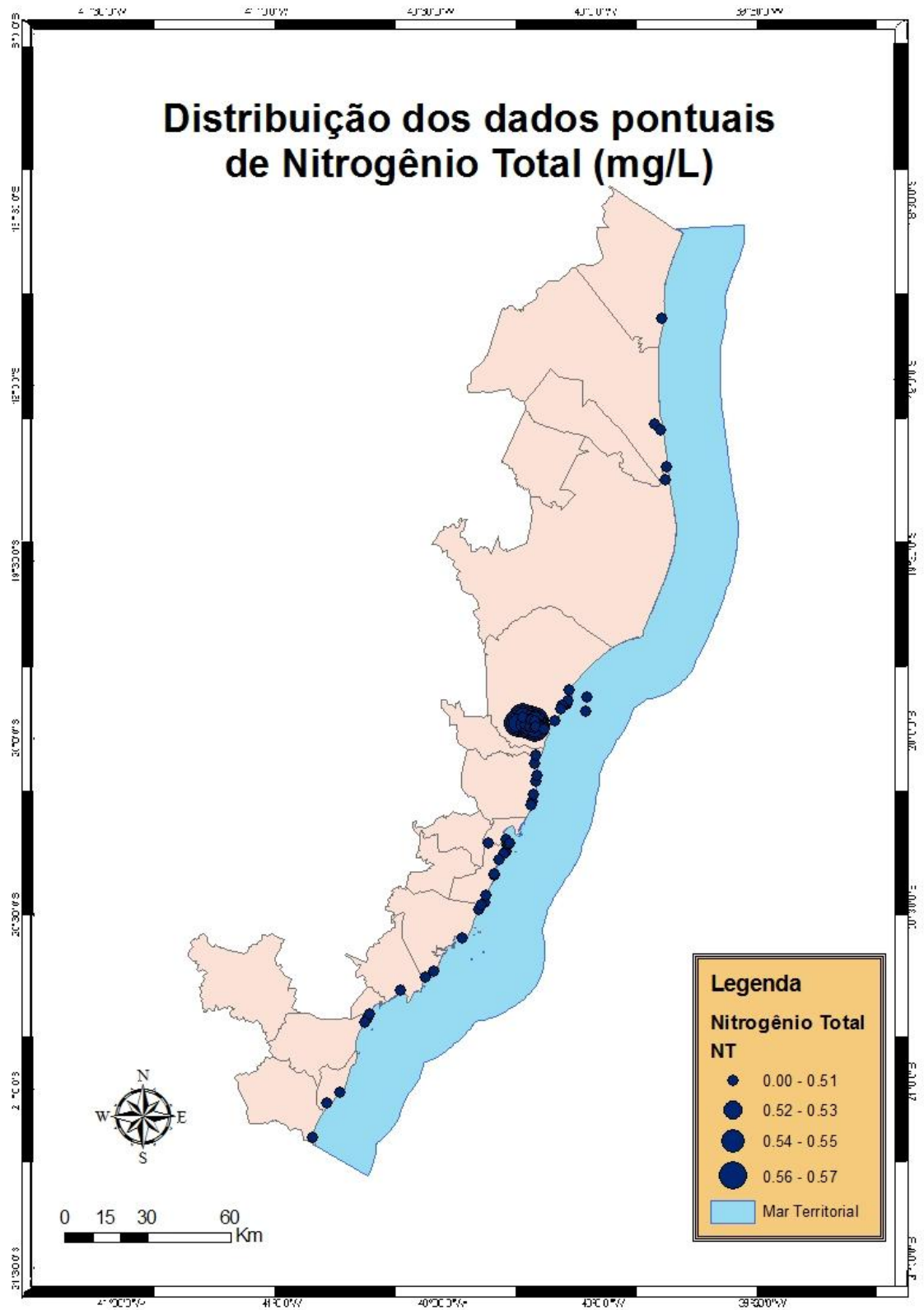
ANEXO I

Temperatura superficial nos ecossistemas aquáticos costeiros do Espírito Santo



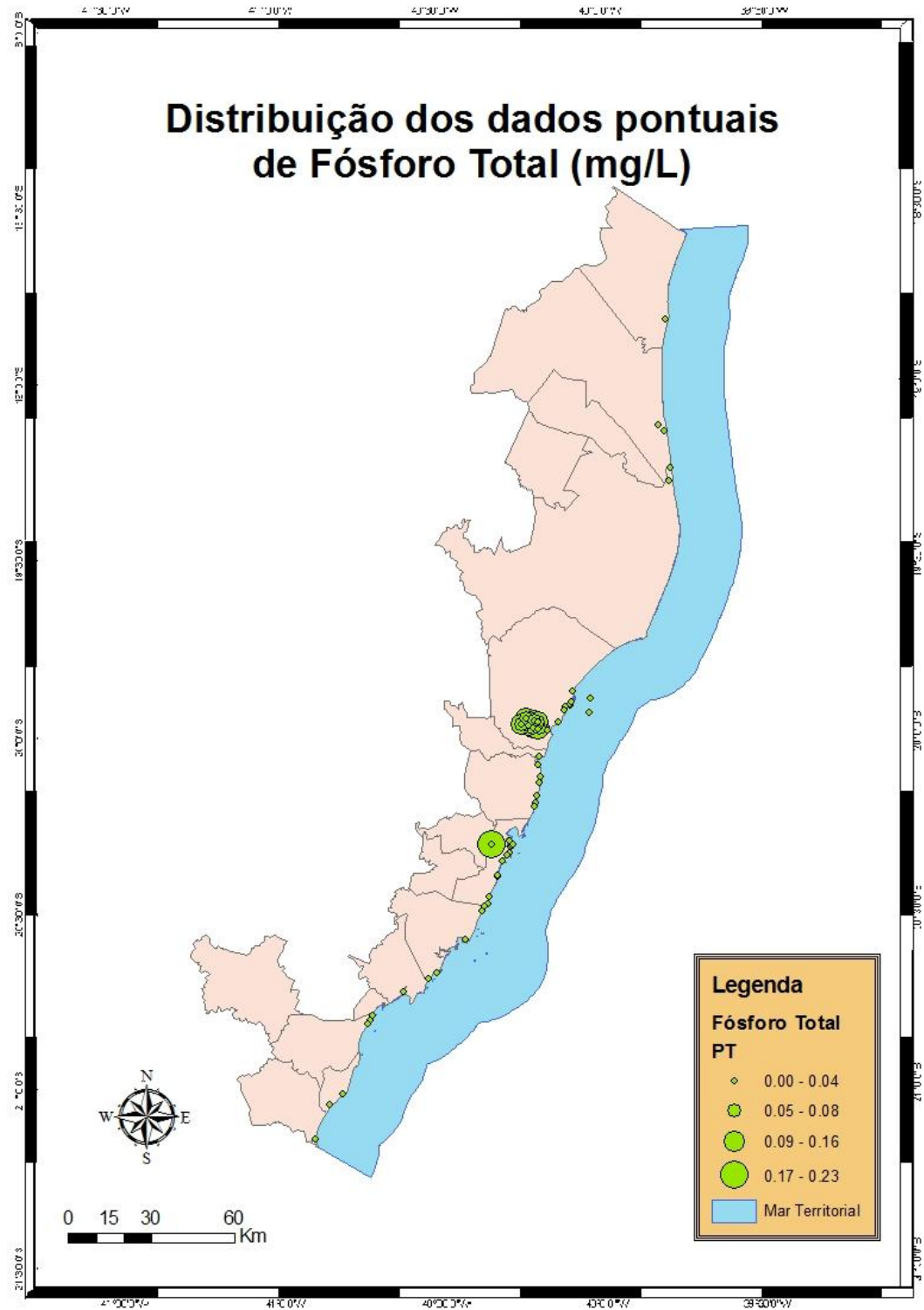
ANEXO II

Nitrogênio total superficial nos ecossistemas aquáticos costeiros do Espírito Santo



ANEXO III

Fósforo total superficial nos ecossistemas aquáticos costeiros do Espírito Santo



ANEXO IV

pH superficial nos ecossistemas aquáticos costeiros do Espírito Santo

